



T.C.
KONYA TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ



KONYA-TÜRBEÖNÜ TESCİLLİ KERPIÇ
YAPILARININ RESTORASYONUNDA
KULLANILACAK UYGUN HARÇ TAYİNİ

Gülnihal DEMİRTAŞ

DOKTORA TEZİ

Mimarlık Anabilim Dalı

Ocak-2020
KONYA
Her Hakkı Saklıdır

TEZ KABUL VE ONAYI

Gülnihal DEMİRTAŞ tarafından hazırlanan ‘‘KONYA-TÜRBEÖNÜ TESCİLLİ KERPİÇ YAPILARININ RESTORASYONUNDA KULLANILACAK UYGUN HARÇ TAYİNİ’’ adlı tez çalışması 03/01/2020 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından oy birliği ile Konya Teknik Üniversitesi Lisansüstü Eğitim Enstitüsü Mimarlık Anabilim Dalı’nda DOKTORA TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Jüri yeleri

Başkan

Doç. Dr. Arife Deniz OKTAÇ BEYCAN

Danışman

Prof. Dr. Mustafa TOSUN

ye

Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ

ye

Dr. Öğr. Üyesi Nazım KOÇU

ye

Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kâmil AKIN

İmza

Yukarıdaki sonucu onaylarım.

Prof. Dr. Saadettin Erhan KESEN
Enstitü Müdürü

TEZ BİLDİRİMİ

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

DECLARATION PAGE

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



Gülnihal DEMİRTAŞ

Tarih: 01.01.2020

ÖZET

DOKTORA TEZİ

KONYA-TÜRBEÖNÜ TESCİLLİ KERPIÇ YAPILARININ RESTORASYONUNDA KULLANILACAK UYGUN HARÇ TAYİNİ

Gülnihal DEMİRTAŞ

**Konya Teknik Üniversitesi
Lisansüstü Eğitim Enstitüsü
Mimarlık Anabilim Dalı**

Danışman: Prof. Dr. Mustafa TOSUN

2020, 213 Sayfa

Jüri

**Prof. Dr. Mustafa TOSUN
Doç. Dr. Arife Deniz OKTAÇ BEYCAN
Doç. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ
Dr. Öğr. Üyesi Nazım KOÇU
Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kâmil AKIN**

Bu tez çalışması ile geleneksel kerpiç yapıların özgün kerpiç malzemesiyle ve aynı zamanda kerpiç malzemenin özelliklerini iyileştirerek elde edilecek yeni malzemelerle de restorasyonunun yapılabilmesi amaçlanmıştır. Bu kapsamda geleneksel kerpiç harcının kireç, alçı, çimento ve yün gibi katkı maddeleriyle özelliklerini iyileştirerek elde edilecek harçların restorasyon çalışmalarında kullanılabilirliği araştırılmıştır.

Tez çalışmasına konu olarak tescilli Konya Türbeönü kerpiç evleri seçilmiştir. Çalışma kapsamında literatür araştırması ve laboratuvar ortamında deneysel çalışma yapılmıştır.

Tezin 1. bölümünde tezin amacı ve önemi, kullanılan materyal ve yöntem ile tezin hipotezi açıklanmıştır.

Tezin 2. bölümünde konu ile ilgili temel kavramlara ve kaynak araştırmasına yer verilmiştir.

3. bölümde ise deneysel çalışmaya yer verilmiştir. Deney çalışması kapsamında öncelikle Konya kerpiç geleneğini ve tescilli Konya Türbeönü kerpiç evlerinin malzeme özelliklerini anlamak amacıyla kimyasal ve petrografik laboratuvar malzeme analizi yapılmıştır. Elde edilen verilere göre yeniden kerpiç tuğla imalatı yapılmıştır. 1/2 ölçekte küçültülmüş ana ve kuzu kerpiç tuğlaları, ana için 40x40x14cm orijinal boyutu temsilen 20x20x7cm ebatlarında, kuzu için 20x40x14 orijinal boyutu temsilen 10x20x7cm ebatlarında olarak imal edilmiştir. Elde edilen tuğlalar diyagonal kayma deneylerinde kullanılmak üzere üretilen, 1/2 ölçekte küçültülmüş 14 yatay sıralı duvarı temsil eden, yatay ve düşey hatları bulunmayan 34x125x134 cm ebatlarında, 13 adet duvar numunesinin örülmesinde kullanılmıştır. Kerpiç tuğla imalatında kullanılacak kerpiç harcına ve kerpiç numunelerine ilişkin fiziksel ve mekanik performans deneyleri yapılmıştır. Bu kapsamda, TS 2514'e göre standart kıvam deneyi, rötre deneyi, basınç mukavemeti deneyi, çekme mukavemeti deneyi ve çamurlaşma deneyi yapılmıştır. Duvar numuneleri imalatında kullanılacak kireç, alçı, çimento ve yün katkılı kerpiç harçlarının ise TS EN 1015-11'e göre basınç ve eğilme mukavemeti deneyleri yapılmıştır. Son olarak ASTM E519/E519M-15 standardına göre 13 adet duvar numunesinin diyagonal kayma deneyleri yapılmıştır.

4. bölümde deney sonuçları açıklanmakta ve tartışılmaktadır. Deneyler sonucunda kireç katkısının Çatalhöyük yerleşimi, Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı ve tescilli Konya Türbeönü kerpiç evlerinde kullanılan kerpiç malzeme katkısı olarak kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Diyagonal kayma deneylerinde, yün katkılı kerpiç harçlı numuneler, kireç ve çimento katkılı harçlı numunelere göre 2 kat fazla yüke dayanım göstermişlerdir. Yün katkılı kerpiç harçlı numunelerin diğer numunelere göre

eksenler boyunca yer değiştirme miktarı, maksimum yük seviyesi, diyagonal kayma mukavemeti ve düzlem içi mukavemeti en yüksek olarak gözlenmiştir.

5. bölüm, sonuç başlığı altında ise deney sonuçları restorasyon tekniği açısından değerlendirildiğinde, tescilli Konya Türbeönü kerpiç evlerinin kendi harcı olan kireç katkılı kerpiç harcı ile restore edilmesinin yanısıra yün katkılı kerpiç harcının gösterdiği üstün performans ve ekolojik yapı malzemesi olması nedeniyle yapılacak restorasyonlarda tercih edilebileceği, günümüzde giderek yok olan özgün kerpiç malzemenin özelliklerinin laboratuvar ortamında araştırılarak, elde edilen verilere göre yeniden üretilip yapılacak restorasyon uygulamalarında gerektiğinde özgün malzemenin yerine konulması gerektiği, açıklanmaktadır.

Anahtar Kelimeler: kerpiç, kerpiç bozulmaları, kerpiç tuğlası, yün katkılı kerpiç, kerpiç yapı restorasyonu.



ABSTRACT

PhD THESIS

DETERMINING THE APPROPRIATE MORTAR TO BE USED IN RESTORATION OF KONYA-TÜRBEBÖNÜ REGISTERED ADOBE BUILDINGS

Gülnehal DEMİRTAŞ

**Konya Technical University
Institute of Graduate Studies
Department of Architecture**

Advisor: Prof. Dr. Mustafa TOSUN

2020, 213 Pages

Jury

**Prof. Dr. Mustafa TOSUN
Assoc. Prof. Dr. Arife Deniz OKTAÇ BEYCAN
Assoc. Prof. Dr. Serra Zerrin KORKMAZ
Asst. Prof. Dr. Nazım KOÇU
Asst. Prof. Dr. Süleyman Kâmil AKIN**

With this thesis, it is aimed to make the restoration of traditional adobe structures with original adobe material and also with new materials to be obtained by improving the properties of adobe material. In this context, the availability of traditional adobe mortar in the restoration by improving its properties with lime, gypsum, cement and wool additives was investigated.

The registered Konya Türbeönü adobe houses were chosen as the subject of the thesis study. A literature review and experimental studies in laboratory environments have been performed.

In the first part of the thesis, the aim and importance of the thesis, the material and method and the hypothesis of thesis are explained.

In the second part of the thesis, the basic concepts related to the subject and the literature research are included.

In the third chapter, experimental study is included. Within the scope of the experimental work, firstly, in order to understand the Konya adobe tradition and the properties of the registered Konya Türbeönü adobe houses, chemical and petrographic laboratory material analyses were performed. According to the data obtained, re-mudbricks were produced. Reduced main and lamb mudbricks on a 1/2 scale, for originally 40x40x14cm sized main bricks' representation in 20x20x7cm sizes and for originally 20x40x14cm sized lamb bricks' representation in 10x20x7cm sizes were produced. Obtained bricks were used to build up the 13 pieces of wallettes which were produced to be used in diagonal shear experiments, represent a 1/2 scaled wall with 14 horizontal rows, have not horizontal and vertical beams and 34x125x134 cm in size. Physical and mechanical performance experiments were performed for adobe mortar, to be used to produce the mudbricks, and for mudbrick samples. In this context, according to TS 2514, standard consistency, modulus of rupture, compression stress, tensile stress and submersion tests were performed. And also for lime, gypsum, cement and wool-stabilized adobe mortars for use in the production of wallettes, compressive strength and bending strength tests were performed according to TS EN 1015-11. Finally, according to ASTM E519/E519M-15, the diagonal shear tests of 13 pieces of wallettes were performed.

In 4th chapter the test results were described and argued. As a result of the experiments, it was concluded that the lime additive was used as an additive in the mudbrick material used in the Çatalhöyük settlement, Kılıçarslan Mansion Palace ruins and the registered Konya Türbeönü adobe houses. In

diagonal shear experiments, the samples with wool added mortar were resistant to 2 times higher load than lime and cement mortar samples. According to the other samples, wool blended adobe mortar samples' axial displacement, maximum load level, diagonal shear strength and in-plane strength were found to be highest.

In the 5th, conclusion section, when the experimental results are evaluated in terms of restoration technique, it is stated that the registered Konya Türbeönü adobe houses are restored with lime-stabilized adobe mortar and also wool-stabilized adobe mortar can be used for the restorations to be made because of its superior performance and ecological material. By investigating the adobe material, which is becoming increasingly extant today, in the laboratory environment and reproducing it according to the data obtained, it should be replaced with the original material in the restoration applications if necessary.

Keywords: adobe, adobe degradation, mudbrick, wool added mudbrick, mudbrick structure restoration.



ÖNSÖZ

Doktora eğitimim süresince bilgi ve tecrübeleriyle her zaman yol gösterici olan danışmanım Prof. Dr. Mustafa Tosun'a, Doç. Dr. Serra Zerrin Korkmaz, Dr. Öğr. Üyesi Nazım Koçu, Prof. Dr. Gediz Uruk, Prof. Dr. Gülser Çelebi, Prof. Dr. Ali İhsan Ünay ve Dr. Öğr. Üyesi Süleyman Kâmil Akın'a, tez çalışmam kapsamındaki deneylerin gerçekleştirilmesinde emeği geçen Dr. Öğr. Üyesi Abdülkerim İlgün, Arş. Gör. Ahmad Javid Zia ve Rıza Elvan'a, Çatalhöyük kazısı kapsamındaki araştırmalarım yardımcı olan Prof. Dr. Ian Hodder'a, İstanbul KUDEB Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarına, her zaman yardımcı olan ve desteğini esirgemeyen aileme ve özellikle babam Ahmet Şakir Demirtaş'a teşekkür ederim.

Gülnehal DEMİRTAŞ
KONYA-2020

İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
ÖNSÖZ	viii
İÇİNDEKİLER	ix
SİMGELER VE KISALTMALAR.....	xi
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Tezin Amacı	2
1.2. Tezin Önemi.....	2
2. KAYNAK ARAŞTIRMASI	3
2.1. Türbeönü Kerpiç Yapıları	3
2.2. Kerpiç Stabilizasyon Katkı Maddeleri.....	4
2.3. Kerpiç Bozulmaları ve Onarımları	8
2.4. Deneylerde Kullanılan Yöntemler ve Standartlar	18
2.5. Kerpiç Yapılar, Yapısal Bozulmaları ve Deneysel Çalışmalar	21
2.6. Kerpiç Bloklar ve Deneyleri	27
2.7. Diyagonal Kayma Deneyleri.....	35
2.8. Literatür Özeti ve Hipotez.....	37
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	40
3.1. Killi Toprak Analizleri.....	43
3.2. Kimyasal ve Petrografik Analizler	44
3.2.1. Çatalhöyük numunelerinin kimyasal ve petrografik analizleri.....	45
3.2.2. Kılıçarslan Köşkü numunesinin kimyasal ve petrografik analizleri.....	61
3.2.3. Türbeönü evleri numunelerinin kimyasal ve petrografik analizleri.....	66
3.2.4. Türbeönü evi harç numunesinin kimyasal ve petrografik analizleri.....	78
3.2.5. Yeni imal edilen kerpiç numunesinin kimyasal ve petrografik analizleri.....	83
3.3. Kerpiç Tuğla Harcı	89
3.4. Kerpiç Tuğla Harcının Deneyleri	91
3.4.1. Standart kıvam deneyi.....	91
3.4.2. Rötire deneyi.....	92
3.4.3. Basınç mukavemeti deneyi.....	93
3.4.4. Çekme mukavemeti deneyi	95
3.4.5. Çamurlaşma deneyi.....	96
3.5. Kerpiç Tuğla İmalatı.....	97
3.6. Örgü Harçları.....	98
3.7. Örgü Harçlarının Deneyleri.....	100
3.7.1. Basınç ve eğilme mukavemeti deneyleri.....	100
3.7.2. Harçlı tuğlaların basınç mukavemeti deneyleri	106
3.8. Duvar Numuneleri Deneyleri	108
3.8.1. Duvar numunelerinin hazırlanması.....	108
3.8.2. Diyagonal kayma deneyleri.....	112

3.8.3. Diyagonal kayma deneyi hesap yöntemi.....	115
4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA	117
4.1. Ön Deneylerin Sonuçları.....	117
4.1.1. Kili toprak analizlerinin sonuçları	117
4.1.2. Kimyasal ve petrografik analizlerin sonuçları	117
4.1.3. Kerpiç tuğla harcı deneylerinin sonuçları	118
4.1.4. Örgü harcı deneylerinin sonuçları.....	120
4.2. Diyagonal Kayma Deneylerinin Sonuçları	122
5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	141
5.1. Sonuçlar	141
5.2. Öneriler	142
KAYNAKLAR	145
EKLER	157

SİMGELER VE KISALTMALAR

Simgeler:

A_n	: numunenin net alanı
at. %	: (atomic %) atom yüzde
C.	: (compound) bileşik
cm	: santimetre
dk.	: dakika
dm^3	: desimetreküp
$f_{s,s}$: kayma mukavemeti
g	: yatay ve düşey ipli ölçerin ilk uzunluğu, (mm)
g	: gram
g/cm^3	: gram/santimetreküp
g/dm^3	: gram/desimetreküp
g/ml	: gram/mililitre
G	: rijitlik modülü
$G_{0,s}$: kayma modülü
G_s	: (specific gravity) özgül ağırlık
h	: numunenin yüksekliği
kg	: kilogram
kg/m^2	: kilogram/metrekare
kg/m^3	: kilogram/metreküp
kgf/cm^2	: kilogramkuvvet/santimetrekare
kN	: kilo Newton
lt	: litre
m	: metre
m^3	: metreküp
mm	: milimetre
mm^2	: milimetrekare
mm^3	: milimetreküp
MPa	: megapaskal
MW	: moment büyüklüğü (deprem büyüklüğü)
n	: birimin katı cisim olan büyük alanının yüzdesi
N	: Newton
N/mm^2	: Newton/milimetrekare
P	: uygulanan yük
pp	: parts per (Karışımdaki eser miktardaki malzemeleri tanımlarken kullanılır.)
PH	: (Power of Hydrogen) Hidrojenin gücü (asitlik veya bazlık derecesini tarif eden ölçü birimi)
Shore D	: malzeme sertlik birimi
S_s	: net alan üzerindeki kayma basıncı
sa.	: saat
t	: numunenin toplam kalınlığı
w	: numunenin genişliği
W/mK	: ısı iletkenlik katsayısı
wt. %	: (weight %) ağırlıkça yüzde
γ_y	: y eksenini boyunca gerinim
Δ_x	: yüklemeye paralel yönde kısalma, (mm)

Δ_y	: yüklemeye dik yönde uzama, (mm)
μ	: mikron
μS	: mikrosiemens
σ	: gerilme
$^{\circ}$: derece
$^{\circ}C$: santigrad derece

Kısaltmalar:

3D	: (3 dimensional) 3 boyutlu
Alker	: alçılı kerpiç
ASTM	: (American Society for Testing and Materials) Amerikan Malzeme ve Test Derneği
ASTM C1314-14	: (Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms- 2014) Duvar Prizmalarının Basınç Mukavemeti için Standart Test Metodu-2014, (Amerikan Standardı)
ASTM E 519/E519M-10	: (Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages-2010) Duvar Uygulamalarındaki Diyagonal Gerilme (Kesme) Test Metodu- 2010, (Amerikan Standardı)
ASTM E519/E519M-15	: (Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages-2015) Duvar Uygulamalarındaki Diyagonal Gerilme (Kesme) Test Metodu-2015
CAS NO	: (Chemical Abstracts Servis Number) Kimyasal Kuramlar Servisi Numarası
Cd.	: Caddesi
CEM II/B-M(P-L)32,5R	: Portland kompoze çimentosu
CEN/TC	: (European Committee for Standardisation/Technical Committee) Avrupa Standardizasyon Komitesi/Teknik Komitesi
CFRC	: (carbon fiber reinforced concrete) karbon lifli çimento esaslı kompozit
CL 80-S	: Sönmüş kalker kireci
EC NO	: (Enzyme Commission Number) Enzim Komisyon Numarası
EDS	: (Energy Dispersive Spectroscopy) Enerji Dağılımı Spektroskopisi
EDX	: (Energy Dispersive X-Ray) Enerji Dağılımı X-Işını
Grubu Tİİ	: TSE İnşaat İhtisas Grubu
ICOMOS	: (International Council on Monuments and Sites) Uluslararası Anıtlar ve Sitler Konseyi
International A	: ASTM International
ISO	: (International Organization of Standardization) Uluslararası Standardizasyon Örgütü
ISO 9001	: Kalite Yönetim Sistemleri-Şartlar (ISO Standardı)
İTÜ	: İstanbul Teknik Üniversitesi
Komitesi CTKT	: CEN/TC 125 "Kagir" Teknik Komitesi
KUDEB KBB	: Konya Büyükşehir Belediyesi Koruma Uygulama ve Denetim Bürosu
KUDEB Lab.	: Koruma Uygulama ve Denetim Bürosu Laboratuvarı

Mh.	: Mahallesi
SEM	: (Scanning Electron Microscope) Taramalı Elektron Mikroskobu
Sk.	: Sokak
TGA	: (Thermogravimetric Analysis) Termogravimetrik Analiz
TS 537	: Çimentolu Kerpiç Bloklar–Duvarlar İçin, (Türk Standardı)
TS 825	: Binalarda ısı yalıtım kuralları (Türk Standardı)
TS 1900-1	: İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri- Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, (Türk Standardı)
TS 2514	: Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları, (Türk Standardı)
TS EN	: (Turkish Standard Europeane Norm) Türk Standardı Avrupa Normu
TS EN 196-2	: Çimento deney yöntemleri–Bölüm 2: Çimentonun kimyasal analizi, (Türk Standardı)
TS EN 196-6	: Çimento deney yöntemleri–Bölüm 6: İncelik tayini, (Türk Standardı)
TS EN 197-1: 2012	: Çimento- Bölüm 1: Genel çimentolar–Bileşim, özellikler ve uygunluk kriterleri (Türk Standardı)
TS EN 459-1	: Yapı Kireci–Bölüm 1: Tarifler, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, (Türk Standardı)
TS EN 459-2	: Yapı Kireci–Bölüm 2: Deney yöntemleri, (Türk Standardı)
TS EN 1015-11	: Kagir Harcı–Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini, (Türk Standardı)
TS EN 12407	: Doğal taşlar–Deney yöntemleri–Petrografik İnceleme, (Türk Standardı)
TS EN 12670	: Doğal taşlar– Doğal taşlar–Terimler ve tarifler, (Türk Standardı)
TS EN 13279-1	: Yapı ve sıva alçıları–Bölüm-1: Tarifler ve gerekler (Türk Standardı)
TSE	: Türk Standartları Enstitüsü
UNESCO	: (United Nations Educational Scientific and Cultural Organization) Birleşmiş Milletler Eğitim, Bilim ve Kültür Örgütü
yy	: yüzyıl
X-Ray	: X ışını
XRD	: (X-ray diffraction) X ışını kırınımı
XRF	: (X-ray fluorescence) X ışını floresan

1. GİRİŞ

Geleneksel yapıları yapım sistemleri bakımından değerlendirdiğimizde kerpiç malzemenin yapı sisteminde taşıyıcı eleman, duvar dolgusu, çatı örtüsü vb. gibi çeşitli işlevlerle kullanıldığını görmekteyiz. Bu yapıların restorasyonları yapılırken günümüzde özgün kerpiç malzeme genellikle dolu tuğla, taş, ağaç vb. gibi farklı malzemelerle yer değiştirilmektedir. Yapılan bu restorasyonlar yapıların özgün niteliğini yitirmesine neden olmakta, yapının ölü ağırlığının, yapı fiziğinin ve iç konfor şartlarının olumsuz yönde değişmesine neden olmaktadır. Yapılar aynı görünümle muhafaza etseler de yapım sistemlerinde yapılan değişikliklerle farklı yapılar haline gelmektedir. Yapıların strüktürlerinde ve fiziksel şartlarında yapılan bu değişiklikler, çağdaş restorasyon kuramlarına da uygun olmayan restorasyon örneklerini oluşturmaktadır. ICOMOS, (2003) “Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage (2003)” bildirgesi özellikle tarihi yapıların özgün strüktürleri muhafaza edilerek restore edilmeleri konusunu ele almaktadır.

Konya örneğini ele aldığımızda, Türbeönü semtinde yer alan kerpiç evlerin tescillenerek koruma altına alındığını görmekteyiz. Tez çalışması kapsamında bu yöredeki evlerin restorasyonun daha doğru yapılabilmesini sağlamak için öncelikle özgün kerpiç malzemenin özellikleri araştırılmıştır. Kerpiç malzemenin araştırılması ise ancak yörenin toprak özelliğinin araştırılması ile mümkün olmuştur. Konya yöresindeki kerpiç geleneğinin tarih öncesi zamanlara dayanması da araştırmanın arkeolojik ve tarihsel bir boyut kazanmasına yol açmıştır.

Restorasyon tekniğinde malzemelerin laboratuvar ortamında analiz edilerek özelliklerinin tespit edilmesi ve elde edilen verilere göre aynı ya da benzer malzeme ile yenilenmesi ve yer değiştirilmesi esastır. Çalışma kapsamında da özgün kerpiç malzemesinin içeriği araştırılmış ve restorasyonda yerine uygulanacak aynı nitelikte ve özelliği iyileştirilmiş kerpiç malzemesini elde etmek amaçlanmıştır.

Günümüzde toprak yapılar olarak adlandırabileceğimiz, özelliği iyileştirilmiş topraklar ve çeşitli katkı katılarak elde edilen toprak malzemeyle ileri teknoloji ürünü ekolojik yapılar inşa edilmektedir. Bu teknolojinin restorasyon tekniğine uyarlanıp uyarlanamayacağı da tez çalışması kapsamında araştırılmıştır.

Tarih öncesinden beri uygulanmakta olan kerpiç yapım tekniği emek yoğun işçilik gerektirmesi nedeniyle günümüzde terk edilmektedir. Kırsal kesimde kerpiç

yapım tekniğinin yerini betonarme yapım tekniği almaktadır. Geleneksel yapı restorasyonunda kerpiç malzemenin terk edilerek, kerpiç malzemenin ileri teknoloji yapılarda kullanılması yapı kültürü açısından bir tezat oluşturmaktadır. Geleneksel yapılarda yapay malzeme, ileri teknoloji yapılarda ise toprak malzeme tercih edilmektedir.

Yapıları öncelikle kendi özgün malzemeleriyle restore ederek korunmalarının sağlanması gerekmektedir. Yapıların kendi özgün malzemesiyle restore edilmesinin yanı sıra, restorasyonların özgün malzemeye benzer teknolojik, ekolojik malzemelerle yapılabilmesi de yapıların daha sağlam ve restorasyonların daha kalıcı olabilmelerini sağlayacaktır.

1.1. Tezin Amacı

Tez çalışması ile Konya Türbeönü tescilli yığma kerpiç yapılarının korunmasını sağlamak için, öncelikle bu yörenin toprağını kullanarak yığma kerpiç yapı duvarlarının özgün kerpiç harcını yeniden elde etmek ve kerpiç harcına alçı, çimento ve yün katkılarını katmak yoluyla yeni onarım harçları elde etmek amaçlanmaktadır. Elde edilen özgün harçla ve güçlendirilmiş onarım harçlarıyla da duvarlarda oluşan çatlama deformasyonlarının onarımını sağlayarak duvarlarda güçlendirme ve restorasyon yapmak amaçlanmaktadır.

1.2. Tezin Önemi

Konya kent merkezindeki geleneksel kerpiç yapılardan sadece kent merkezindeki az sayıdaki yapı ile Türbeönü semtindeki yapılar günümüze kadar ulaşabilmiştir. Bu yapılar, kentsel sit sınırları içine alınarak ve tescil edilerek koruma altına alınmışlardır. Bu yapıların korunabilmesi için kerpiç yapıları yok eden çatlama deformasyonunun restorasyonunun ve restorasyonu kapsamındaki güçlendirme ve yenileme uygulamalarının restorasyon tekniğine uygun özgün malzemelerle yapılması gerekmektedir. Az sayıdaki kerpiç kültür varlığı yapıyı korumak ve varlığını sürdürmek için bu çalışmaların yapılması önemlidir.

2. KAYNAK ARAŞTIRMASI

2.1. Türbeönü Kerpiç Yapıları

Mevlâna Dergâhı'nın ön tarafı “Türbeönü” diye anılmaktadır. Bu tabirden maksat, Dergâh'ın çevresi ise de daha çok ön, yani batı tarafındaki mahalle, sokak, çarşı ve pazarların bulunduğu kısımdır (bknz. EK-1). Diğer cephelerindeki mahalleler, “civar” şeklinde adlandırılmıştır (Özönder 2007).

Konya ili, Karatay ilçesinde yer alan Türbeönü semtinde;

- zemin katı kerpiç yığma olup üst katları ahşap karkas arası kerpiç dolgu sistemle,
- her katı kerpiç yığma ve ahşap hatıllı sistemle

inşa edilmiş kerpiç yapı örnekleri bulunmaktadır. Bu yapılar, tescillenerek ve kentsel sit sınırları içerisinde alınarak koruma altına alınmışlardır.

Konya Türbeönü semtinde yer alan, belirli tarihte Kurul kararı ile tescillenen yığma, kerpiç yapılar, EK-1’de verilmiştir. Bu konut yapılarının bazılarının, günümüzde tescil şerhi kaldırılmış, hasar görmüş, yıkılmış ya da yok olmuştur.

Berk, (1951) tez çalışmasında, Konya evlerini, plan tiplerini, yapım tekniğini, mekân özelliklerini, mimari elemanlarını vb. açıklayarak rölöve çizimleri ve fotoğraflarla belgeleyerek incelemiştir. İncelediği Konya evleri içerisinde Türbeönü semtinde yer alan konutlar da yer almaktadır. (bknz. EK-2)

Bakır, (1986) tez çalışmasında, Türbeönü semtinde, Mevlana Külliyesi'nin kuzeyindeki Celal Sokak örnek sokak seçilerek, konut planlarındaki farklılaşma, 1950 öncesi (geleneksel), 1950'ler (geçiş) ve 1970'ler (modern) olarak sınıflandırılarak ve anket çalışması yapılarak incelenmiştir. Bu kapsamda sokakta yer alan tescilli yapıların rölövelerine çalışmada yer verilmiştir. (bknz. EK-3)

Tozoğlu, (1995) tez çalışmasında, geleneksel Türk konut mimarisini Konya evlerini de irdeleyerek açıklamakta ve incelediği Konya evlerine yeni işlev önerileri getirerek yapıların korunarak yaşatılmalarını amaçlamaktadır. İncelediği Konya evleri içerisinde Türbeönü semtinde yer alan konutlar da yer almaktadır.

2.2. Kerpiç Stabilizasyon Katkı Maddeleri

Kerpiç harcına, gübre, hayvan kanı, kireç, alçı, lifli katkıları: saman, ot, kamış artığı, bitki sapları ile ağaç cinsinden katkıları: çam yaprakları (iğne), ağaç dalları, kuru fundalar olmak üzere iki grupta toplanan bitkisel artıklar; at, keçi, kümes hayvanı kılları gibi protein fiberler (hayvan kılı); çimento, granüle yüksek fırın cürufu, doğal puzolanlar, uçucu küller; silis dumanı, cam fiberler ve bitümlü malzemeler stabilizasyon amacıyla katkı yapılmaktadır. Bu malzemeler kerpicin mukavemetini, çekme direncini ve suya dayanımını artırmak amacıyla katkı malzemesi olarak kullanılmaktadırlar.

Kireç:

Bileşiminde %90'a kadar kalsiyum karbonat bulunan kayalar kalker olarak, çok saf halleri ise kireç taşı olarak adlandırılır. Kalsiyum karbonat doğada çok miktarda bulunmaktadır. Doğada kalker, kalsit ve aragonit kristallerinden oluşmuş bir kayaç olarak ya da çift karbonat $Ca.Mg(CO_3)_2$ şeklinde "dolomit" olarak bulunmaktadır (Yalçın ve Gürü 2006).

Söndürülmemiş kireç, doğal kireç taşının veya dolamitik kireç taşının 900–1000 °C sıcaklıklarda kızdırılması ile elde edilen parçalar halindeki kireç taşının öğütülerek belirli bir inceliğe getirilmesi sonucunda üretilmektedir. Su ile birleştiğinde, ısı çıkararak hidrat haline gelen (sönen) ve havada karbonatlaşarak sertleşen bağlayıcı bir malzemedir (Ekinci 2008).

Söndürülmüş kireç ise söndürülmemiş kalker veya dolamit kirecin su ile söndürülmesi ve toz haline getirilmesi sonucunda üretilmektedir (Ekinci 2008).

Tung, (2013) Çatalhöyük'teki kerpiç tuğlalarla ilgili yaptığı araştırma sonucunda; kırmızı ve sarı aşıboyası yüzeyi olan küçük agregalı erken kireç sıvasının tortu içerisinde bulunduğunu; yapıdaki harçların daha yapışkanlık kazandıran gübre katkısı yapılarak, genellikle kerpiç tuğlasında kullanılan aynı tabakadan yapıldığını, yapı döşemesinde dere çakılı ile zengin kireçli toprak kullanıldığını belirtmiştir (Hodder 2013).

Love, (2013) Çatalhöyük'teki kerpiç tuğlalarla ilgili yaptığı araştırma sonucunda; doğal organiklerle katkılı beyaz kireç harçlarına güney K katında rastlandığını; beyaz kireç harcı olan tabakalarda yüksek $CaCO_3$ içeriği ve düşük manyetik hassaslık, kırmızı tabakalarda yüksek manyetik hassaslık ve kum parçaları gözlendiğini belirtmiştir (Hodder 2013).

Eski Yunan, Roma ve onu izleyen dönemlerden, çimentonun bulunmasına kadar geçen sürede yapıların inşalarında, kireç kullanılarak elde edilen harç ve sıvalar kullanılmıştır. Kireç harcı ve sıvalarının üretiminde bağlayıcı olarak kireç, dolgu malzemesi olarak da agregalar kullanılmaktadır (Böke ve ark. 2004),(Tekin ve Kurugöl 2012).

İngiltere Hampshire’de kireç çamuru olarak adlandırılan yapım sisteminde 3 birim kireç, 1 birim kil içeren duvar malzemesi ile yapı inşa edilmektedir. Kireç içeren topraklar bu yapım tekniğinde kullanılmaktadır. Toprağın alt katmanındaki kireç ve kil baharda kazılarak ortaya çıkarılmakta ve kışın donmaya bırakılarak yeterli sağlamlıkta ve rijitlikte duvar malzemesi elde edilmektedir (Ashurst ve Ashurst 1989).

Alçı:

Alçı taşı, kalsiyum sülfat molekülü olarak doğada iki şekilde bulunur; “jips” ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ve susuz kalsiyum sülfat anhidrit minerali. Jips ve anhidrit minerali hiçbir zaman saf halde bulunmazlar. Alçı taşı yataklarının büyük bir bölümünü anhidrit oluşturmaktadır. Ancak anhidrit jipse oranla daha az ekonomik önemi ve daha az kullanım alanı olan bir mineraldir (Yalçın ve Gürü 2006).

Castrillo ve ark., (2017) tarih öncesini ve günümüzü kapsayan bir zaman dilimine ait Kıbrıs kerpiçleri üzerine yaptıkları çalışmada antik çağlarda kullanılan kerpiçler ve 19. ve 20. yüzyıllara ait geleneksel mimarlığa ait olanlar arasında büyük benzerlikler bulmuşlardır. Neolitik döneme ait Kalvasos bölgesi kerpiçlerinde yüksek oranlarda alçı içeriğini tespit etmişlerdir.

Işık ve Tülbentçi, (2008) alker yapı malzemesinin Türkiye’nin doğu bölgelerinde yapılan araştırmalarda alçı katkılı kerpiç kullanıldığının öğrenilmesi sonucunda kerpiç ve alçı karıştırılarak elde edilen, İTÜ’de keşfedilen ve 1978’den beri araştırmaları devam eden yeni bir malzeme olduğunu açıklamaktadır. Alker teknolojisine ilişkin; kullanılacak toprağın sadece %8 kil içermesi gerektiğini; alçı çabuk katılaştığı için alçı katılmadan önceki karışım suyuna kireç ilave edildiğini; alker üretiminin geleneksel kerpiç üretiminden daha hızlı olduğunu ve daha az hazırlık alanı gerektirdiğini belirterek, önerilen alker karışım oranlarını %2 kireç, %10 alçı ve %20–22 su olarak açıklamaktadır (Isik ve Tulbentci 2008).

Çimento:

Çimento, hidrolik bağlayıcı özelliği gösteren maddelerdir. En çok kullanılan çimento çeşidi olan, Portland çimentosu 130 yıldan beri üretilmekte olup, karışım içeriği hep aynı kalmıştır. Portland Çimentosu, killi ve kalkerli (kireç taşı) maddelerin uygun oranlarda karıştırılması ve yaklaşık 1400–1500 C° sıcaklıkta pişirilmesi sonucunda elde edilen katı parçacıklar halindeki klinkerin, uygun oranda alçı taşı ile öğütülmesi ile elde edilmektedir (Yalçın ve Gürü 2006).

Gürbüz ve Çelebi, (2006) çimentonun stabilize edilmiş kerpiç blok üretiminde en yaygın olarak kullanılan katkı malzemesi olduğunu; kerpiç harcına çimento katkısı yapılırken iyi bir karışım elde etmek için karıştırmanın homojen olarak yapılması ve çimento katılaşmadan kalıplama işlemi bitirilmesi gerektiğini açıklamaktadır (Gürbüz ve Çelebi 2006).

“... portland çimentosu iyi teknik özelliklerine ihtiyacı olmayan, hatta geleneksel malzemeler üzerinde bozulmalar ve yan etkiler meydana getiren tarihi yapılardaki harç ve sıvalarda kullanılmak üzere tasarlanmamıştır. Bu dezavantajlar aşağıdaki gibidir:

1. Kullanımı geri çevrilemez. Malzemeyi kaldırmak, bütün tarihi yapı malzemelerine hasar vererek, daha sonra tekrar işlenip kullanılamamalarına neden olur.
2. Malzeme basınç, aderans ve çekme yönünden çok güçlüdür, bu nedenle tarihi yapıların zayıf malzemeleri ile uyumlu değildir. Böyle zayıf malzemelerin en büyük durabiliteye sahip olmaları bir paradokstur.
3. Yüksek mukavemeti nedeniyle, kireç harcına kıyasla elastikliğini ve plastikliğini kaybetmektedir, böylece bitişindeki malzemelere daha büyük mekanik basınç iletmekte ve bozulmalarını hızlandırmaktadır.
4. Geçirimsizdir ve az gözeneklidir, bu nedenle buharı su kadar iyi çekmektedir ve buharlaşmayı engellemektedir. Sonuç olarak nem alan duvarların bakımında uygulanması iyi değildir. Aslında tersi doğrudur, çünkü tek başına kullanılırsa nemi yukarı doğru çeker. Harç olarak kullanılırsa geçirimsizliği, don hasarını hızlandırır ve içerideki yoğuşmayı artırır.
5. Prizini alırken rötre yapar, suyun girmesi için çatlaklar meydana getirir ve geçirimsiz olduğundan bu sular dışarı atılmakta zorlanır. Bu nedenle nemden meydana gelen bozulmaları artırır.
6. Prizini alırken, çözünebilecek ve gözenekli malzemelere ve değerli dekorasyona zarar verebilecek çözünebilir tuzlar üretir.

7. *Yüksek ısı iletkenliğe sahiptir ve duvarları takviye etmek için enjeksiyonda kullanıldığında ısı köprüleri meydana getirir.*
8. *Rengi soğuk gridir ve genellikle koyudur. Dokusu genellikle düzgün ve çelik gibidir. Bu özellikleri, genellikle estetik olarak geleneksel malzemelerle uyumsuz olarak kabul edilir.*

Portland çimentosu, tarihi yapılardaki harçlarda ve sıvalarda kullanılmamalıdır. Ancak son bir yöntem olarak Portland çimentosunun az bir oranı, tercihan beyaz çimento, daha pahalı olmasına rağmen, kirece katılarak, ancak kireç hacminin %10'undan fazla olmamak kaydıyla, uzman tavsiyesi olmadan katkı yapılabilir” (Feilden 2003).

Yün:

Galán-Marín ve ark., (2010) toprak malzemeye doğal polimer olarak kahverengi yosunun hücre duvarındaki aljinat maddesini ve doğal fiber olarak da koyun yünü malzemesini stabilize edici katkı maddesi olarak katarak toprak malzemenin mukavemet özelliklerini geliştirmişlerdir. Toprak malzemeye ağırlıkça % 0.25 kırılmış koyun yünü ve % 0.5 lignum karıştırılmıştır. (Galán-Marín ve ark. 2010). Aymerich, Fenu ve Meloni de toprak malzemeye koyun yünü malzemesini kırarak katarak yeni dayanıklı kerpiç malzemesini elde etmişlerdir. Kırılmış koyun yünü ağırlıkça %2 ve %3 oranlarında katılarak kerpiç malzeme elde edilmiştir (Aymerich ve ark. 2012).

Esin, (2008) yapı malzemelerini, hammaddelerinin elde edilmesi, üretilmesi, taşınması, yapıda uygulanması ve ömrünü tamamladıktan sonraki aşamalarda harcanan enerji miktarına göre; düşük enerji tüketen malzemeler, orta enerji tüketen malzemeler ve yüksek enerji tüketen malzemeler olarak 3 grupta sınıflandırmaktadır (Esin 2008).

“Yapı malzemesinin enerji etkin olabilmesi için öncelikle üretim sürecinin enerji etkin olması gerekmektedir. Bir yapı malzemesi üretim aşamasında çok fazla enerji tüketiyorsa ekolojik yönden olumsuz olarak değerlendirilmektedir. Genel olarak doğal ve basit işlemlerle üretilen yapı malzeme ve elemanları daha az enerji tüketmektedir. Bu durumun çevreye daha az zararlı madde yayması başta olmak üzere birçok çevresel ve ekonomik yararı olmaktadır” (Esin 2008).

Bu kapsamda kerpiç harcına yünün katkı yapılmasını değerlendirdiğimizde, kırsal kesimde kolaylıkla bulunabilen, nakliye gerektirmeyen ve geri dönüşebilir bir malzeme olması nedeniyle yün katkısı ekolojik ve ekonomik bir kerpiç stabilizasyon maddesi olarak kabul edilmektedir.

2.3. Kerpiç Bozulmaları ve Onarımları

Kerpiç yapılarda bozulmalar; malzeme problemleri, temeldeki problemler, yapısal bozulmalar, ısıl hareketler, su, bitki üremesi ve hayvan istilası, rüzgâr, deprem gibi nedenlere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Silva ve ark. 2009).

Çatlama Deformasyonu:

Yapılarda oluşan hasarlar genellikle çatlaklar olarak ortaya çıkmaktadır. Oluşan çatlaklar ile yüklerin dağılımı, olası toprak deformasyonları, depremler vb. gibi etkenler arasındaki ilişkiyi kurabilmek gerekmektedir (Crocı 1998).

“Çekmeye direnci olmayan, sadece yeteri kadar basınca dayanıklı kabul edilen yığma duvarlarda, çekme bölgelerindeki çatlaklar gözle görülür şekildedir ancak her zaman tehlikeli bir duruma da işaret etmezler.

Artan yüke veya bu yüklerin dağılımının değişimine bağlı olarak, denge dağılımının yeni durumuna malzemenin kendisini az da olsa uydurması sonucunda çatlaklar meydana gelir. Ancak bazı durumlarda basınç alanları oluşursa çökme de gerçekleşebilir.

Çatlakların ilk olarak ortaya çıktığı bölgeler, yapının ve malzemenin çeşidine, zayıf ve güçlü bölgelerin varlığına, yüklerin ve sonuç olarak basıncın dağılımına bağlıdır.

Çatlakların oluşum yönünü belirlemek için esas basıncın akış yönü olan izostatik hat esas alınmalıdır. Çatlaklar ilk olarak, basıncın mukavemet sınırını aştığı çekme izostatik hattına dik olarak ortaya çıkar. Artan basınçla birlikte bu hatlar, çatlaklar izostatik hattın yönünü değiştirene kadar, değişik yönlerde ilerler.

Yapının rijitliğindeki değişimlerin gelişimine bağlı olarak çatlak yönlerinin değerlendirilmesi sadece aşama aşama ve doğrusal olmayan bir yönde yapılabilirse de, yapının rijitliğindeki değişim nedeniyle ilk çatlakların izostatik hatları nasıl değiştirdiğinin kapsamlı bir değerlendirmesini yapmak mümkündür” (Crocı 1998).

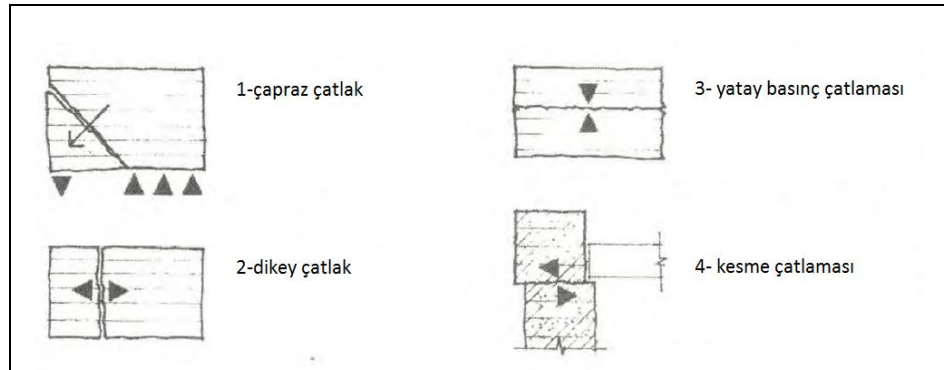
Oluşan basınçlar, kerpiç duvarın çekme kapasitesini aştığında, kesme ve eğilme basınçları kerpiç duvarın çatlmasına neden olmaktadır. Çatlamlar kerpiç duvarın monolitik özelliğini kaybetmesine yol açmaktadır. Kerpiç duvarların yapısal kısıtlılığı ve iflas etmesi, yapı elemanlarının iç yükleri, temeldeki oturmalar, sismik kuvvetler gibi sebeplere bağlı olarak ortaya çıkmaktadır (Iyer 2014).

Çatlamalar, binanın ömrü boyunca kaçınılmaz olarak, binanın çevresindeki hareketlere uyum sağlamaya çalışması nedeniyle mikro ve makro ölçekte meydana gelmektedir (Allen 2003). Çeşitli hareket sebeplerine bağlı olarak yapının bütün kısımlarında genleşme ve büzülme gibi devamlı ebat değişimleri oluşmaktadır. Çatlamaların sebebine bağlı olarak, çatlamaların geri döndürülebilir ya da döndürülemez olduğu belirlenebilir (Bonshor and Bonshor 1996). Zemin hareketi, temel iflası, üstyapı bozulması, nem hareketi, ısıl hareket, doğal bozulmalar, uygunsuz teknik özellikler, yük altında dönme gibi farklı hareket sebepleri değişik çeşitte çatlaklar meydana getirmektedir (Iyer 2014), (Şekil 2.1.).

“Çatlaklar genellikle boyutlardaki değişime bağlı olarak ortaya çıkmaktadır. Çatlama genellikle birimlerin malzeme içi gerilimlerine ya da binanın birleşim yerlerindeki gerilimlere bağlı olarak gerçekleşmektedir. Binadaki hasarın büyüklüğüne bağlı olarak; kılcal çatlaklar, ince çatlaklar, orta çatlaklar ve yapısal çatlaklar olarak sınıflandırılır” (Iyer 2014).

- 0.1mm’den az olan çatlaklar kılcal çatlaklardır. Müdahale edilmesi gerekmez.
- 1mm genişliğinde çatlaklar, genellikle iç duvar yüzeylerinde bitirme elemanlarında görülür, nadiren tuğla işçiliğinde görülür. Sıva ile kapatılabilecek çatlaklardır.
- 5mm’ye kadar olan çatlaklar kolaylıkla doldurulabilir. Uygun kaplama ve sıva ile örtülebilir, dışarıdan derzleme yapılabilir. Kapı ve pencerelere bitişik olarak görülürler. Müdahale edilmesi gerekir.
- 5 ile 15 mm arasındaki ve büyüklükleri 3mm’ye kadar olabilen çatlakların çevresi duvar ustası tarafından açılmalı ve yama yapılmalıdır. Tuğlaların bir kısmının değiştirilmesi gerekebilir. Kapı ve pencerelere bitişik olarak görülürler. Binadaki boru sistemi çatlar. Hava şartları sebep olabilir.
- 15 ile 25 mm arasında genişliği olan ve çok sayıda olan çatlaklar, büyük hasar oluştururlar. Kapı ve pencere üstlerinde duvarın bir kısmının kırılmasına ve yenilenmesinin gerekmesine neden olurlar. Pencere ve kapı çerçevelerinde dönme oluşur, döşemelerde gözlenebilir sehim oluşur. Duvarlar önemli derecede eğilir ve sehim yapar. Kirişler taşıyıcılığını kaybeder, boru sistemi kırılır.
- 25mm’den büyük ve çok sayıda olan çatlaklar, esaslı onarım gerektirirler. Kısmi ya da tamamen yeniden yapım gerektirirler. Kirişler taşıyıcılığını kaybeder,

duvarlar kötü şekilde eğilir, payandalama gerektirir. Pencereleer burkulmadan dolayı kırılır. Göçme tehlikesi vardır (Bonshor ve Bonshor 1996), (Iyer 2014).



Şekil 2.1. Yığma kerpiç duvarlarda meydana gelen çatlak tipleri. (Iyer 2014)

1. Tekil tuğlaların farklı oturmasına bağlı olarak ortaya çıkan çapraz çatlak.
2. Isıl genleşme ve büzülmeyle bağlı olarak ortaya çıkan dikey çatlak.
3. Yatay basınç çatlama, genellikle yapının duvarlarının emniyetsiz olduğunu gösterir. Bu tip çatlakların oluşma sebebi acil olarak belirlenmelidir.
4. Çatı döşemesi veya kirişinden gelen dış kaynaklı basınca bağlı oluşan kesme çatlama.

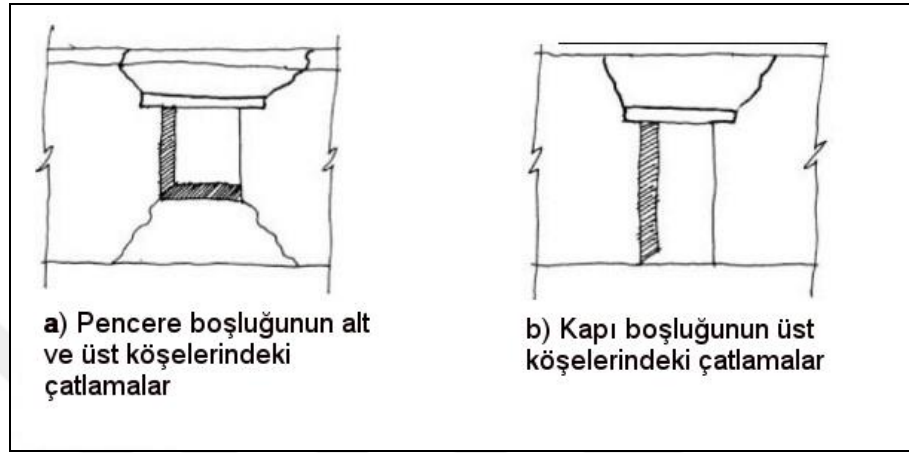
Kerpiç yığma yapı duvarları, kerpiç tuğlanın ve harcın aynı malzemeden yapılmış olması nedeniyle homojen yapıdadır. Ancak bu homojenliğe bağlı olarak, duvardaki herhangi bir tuğlada çatlama meydana geldiğinde, bu çatlak aynı özellikteki diğer malzemelere yayılması sonucunda, duvar çatlak meydana gelmektedir (Iyer 2014).

“Kerpiç yığma yapıların duvarları, bütün yükü taşıyan esas taşıyıcı elemanlardır. Toprağın içindeki kil, karışımın içindeki bütün elemanların birbirine bağlanmasını sağlar ve basınç yüklerini karşılamaya yardımcı olur. Duvarların kalınlığı, duvarlara verdiği rijitlikle yerçekimi kuvvetlerine karşı dayanma kabiliyeti sağlar. Ancak deprem esnasında, kerpiç duvarların kalınlığı, duvarlar içinde iç kuvvetler oluşturarak, çekme gerilmesi meydana getirir. Kerpiç tuğlaların kırılma yapısına bağlı olarak da malzeme iflası ve çatlama gerçekleşir” (Iyer 2014).

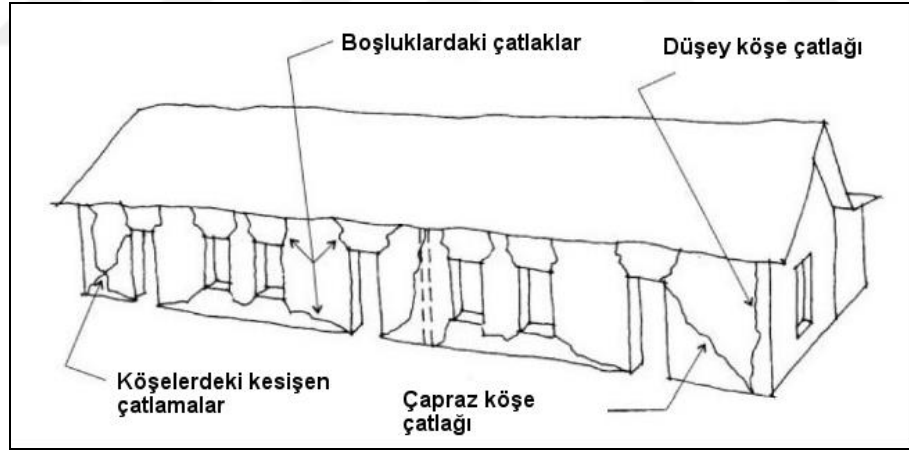
Kerpiç yığma yapılar deprem sırasında değişik çeşitte hasarlar oluşturan 3 çeşit kuvvete maruz kalırlar: çekme kuvveti, kesme kuvveti ve eğilme kuvveti (Dandona 2006). Her üç kuvvet de kerpiç duvarda çatlama deformasyonu oluşturmaktadır (Iyer 2014).

- Düzlemsel çekme gerilmeleri, çapraz çatlama, köşelerde çatlama, kapı ve pencerelerde oluşan çatlaklar meydana getirirler (Şekil 2.2., Şekil 2.3.).

- Düzlem dışı eğilme basınçları, dikey duvar birleşimlerinde hasara, kalkan duvarında çökmeye, ayrılma hasarına ve duvarın düşeyden ayrılmasına neden olur (Şekil 2.4.).
- Güçlü zemin hareketleri, kalkan duvarının devrilmesine neden olur (Tolles 2000), (Iyer 2014).



Şekil 2.2. Kerpiç yığma duvarlarda pencere ve kapı boşluklarında çatlama deformasyonu örnekleri (Tolles ve ark. 1996).

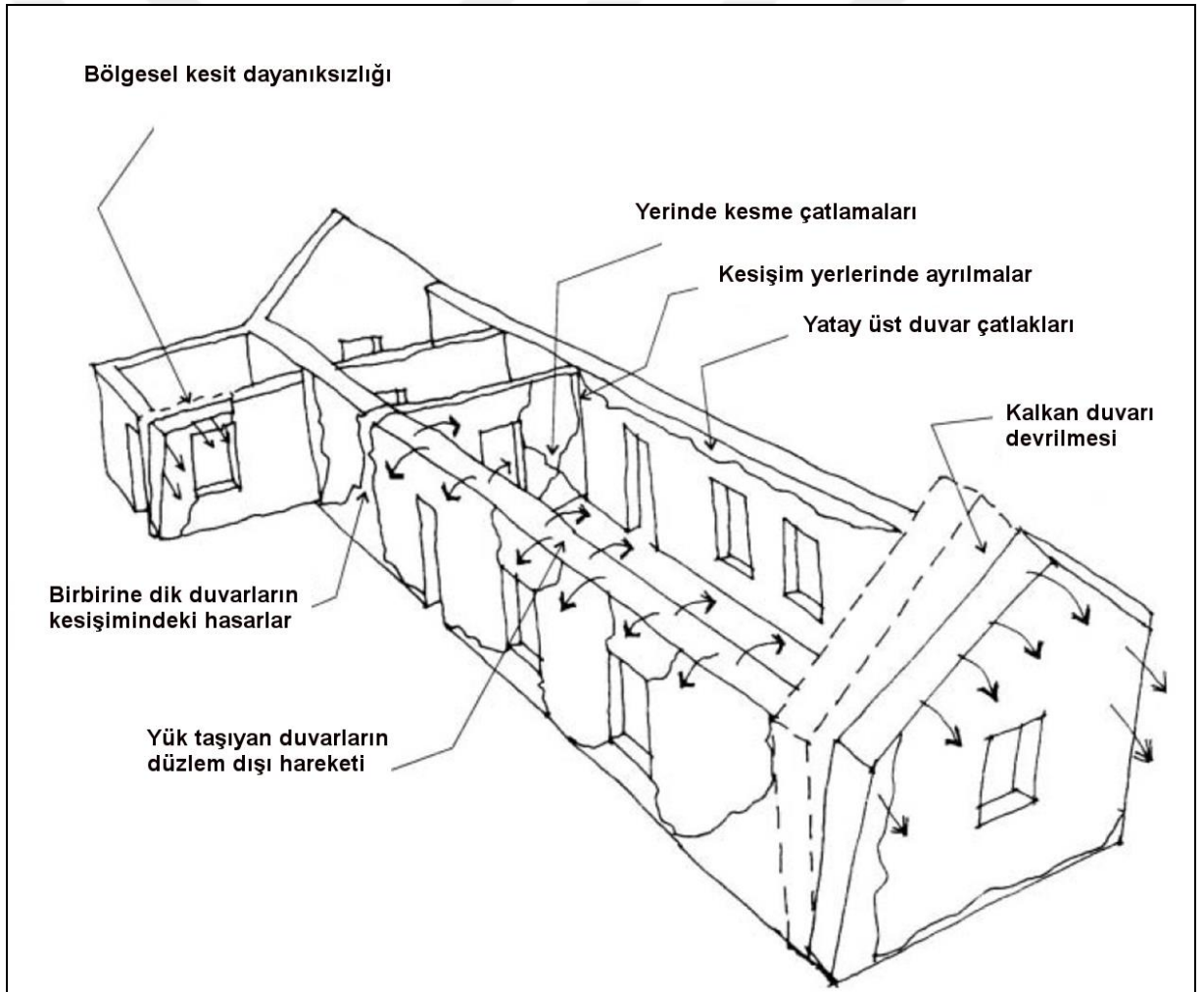


Şekil 2.3. Kerpiç yığma duvarlarda çatlama deformasyonu örnekleri (Tolles ve ark. 1996).

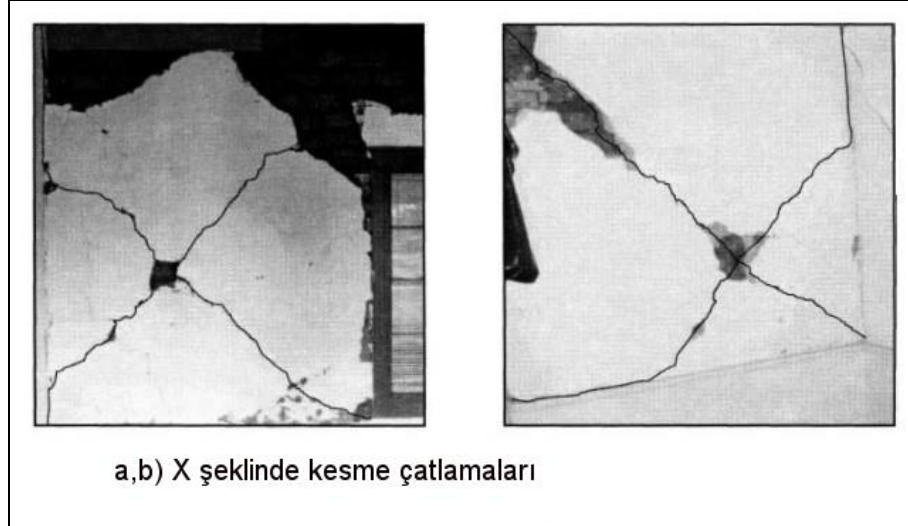
Kerpiç yığma duvarları çok zayıf çekme mukavemetine sahiptir. Bu nedenle yüksek çekme basıncına maruz kaldıklarında genellikle çatlama oluşmaktadır (Iyer 2014) (Şekil 2.5.).

Yığma kerpiç yapı duvarlarında;

- Temeldeki oturma ve mevsimsel yeraltı suyu hareketleri, yapı bütünlüğünü bozarak çatlaklara yol açar.
- Çatının yatay yükünü, kerpiç duvar absorbe edemez ve duvarda yapısal çatlaklar meydana gelir.
- Isıl hareketler, dikey çatlaklara yol açar. Bu çatlaklar duvar uzunluğunca ve duvarların birleşim yerlerinde meydana gelir. Yapının monolitik davranışı ve rijitliği bozulur.
- Yapıdaki kerpiç malzemedeki su içeriğinin rötre limitinden az seviyeye düşmesi ile yapıda rötre çatlakları meydana gelir (Silva ve ark. 2009).



Şekil 2.4. Kerpiç yığma duvarlarda yapısal deformasyon örnekleri (Tolles ve ark 1996).

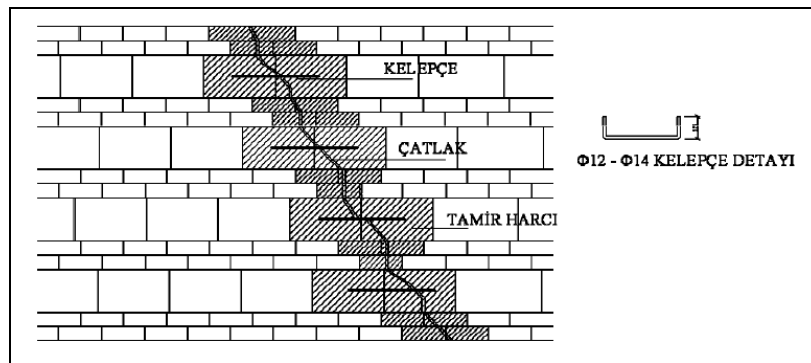


Şekil 2.5. Kerpiç yığma duvarlarda kesme çatlak deformasyonu örnekleri (Tolles ve ark. 1996).

Çatlak onarım yöntemleri:

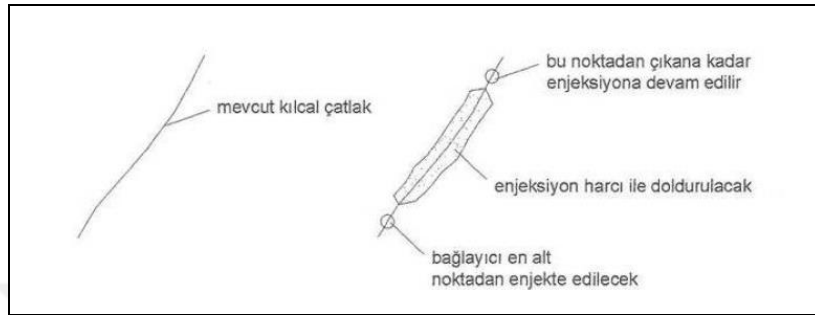
Kerpiç yığma yapılarda çatlak onarımı; dikiş yöntemi, kenetleme yöntemi ve enjeksiyon harcı uygulanması yoluyla yapılmaktadır (Zakar ve Eyüpgiller 2015), (Şekil 2.6.).

Kerpiç yığma duvarlardaki çatlaklar, diğer yığma yapılardaki gibi birleşim yerlerinde ve tuğlaların üzerinden çapraz olarak ilerleyerek gelişir. Bu çatlaklar, hidrolik kireç, tuğla tozu ve akrilik emülsiyonlu su karışımı kullanılarak enjeksiyon yapılarak onarılmalıdır. Parçalanmış ve elenmiş kil enjeksiyon harcında kullanılmamalıdır. Uygun karışım 1 birim hidrolik kireç, 3 birim tuğla tozu ve % 10 akrilik emülsiyon içeren su ile hazırlanmalıdır. Tuğlalardaki büyük çatlaklar kireç harcı ile doldurulmalı ya da daha iyi bir çözüm olarak tuğla çıkarılarak yenisi ile değiştirilmelidir. Çelik plaka ile duvar dikişi yapılmalıdır (Ashurst ve Ashurst 1989).



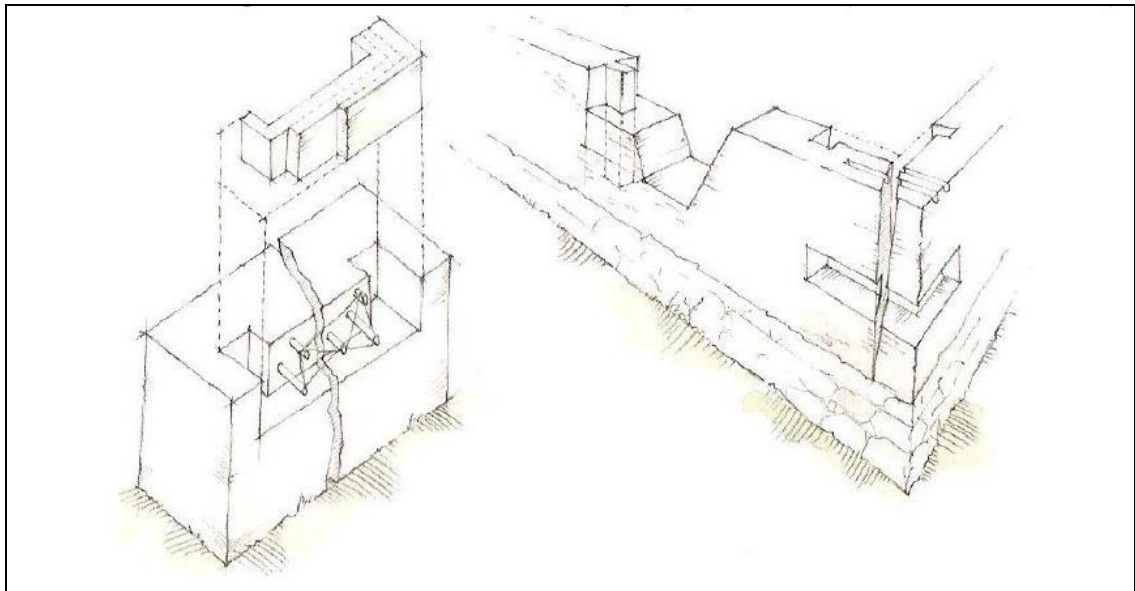
Şekil 2.6. Çatlak duvarın dikilerek onarılması (Aköz 2008).

Kerpiç yığma yapı duvarlarında enjeksiyon harcı uygulaması ile duvarın iç örgüsündeki sismik çatlakların ve harç, dolgu vb. boşalmalarının onarımı yapılabilmektedir. Böylece homojen bir duvar dokusu elde edilerek malzemenin sürekliliği sağlanabilmekte, orijinal yığma duvarın bütünlüğü yeniden kurulabilmekte ve ilerideki olası hasarlara karşı duvarın dayanımı arttırılabilmektedir (Şekil 2.7.).



Şekil 2.7. Kerpiç duvarda enjeksiyon ile çatlak onarımı (Zakar 2013).

“... kerpiç duvarlarda kenetleme işlemi için örgü içerisinde, ahşap veya metal çubuklar kullanılabilir. Kenet kullanımı ve kullanılacaksa kenedin türü, duvar bileşenlerine göre farklılık gösterir. Kenetler, çatlak boyunca, gerekli doğrultularda uygulanır. Çatlak onarımının yanı sıra duvarlarda köşe birleşimlerinin güçlendirilmesi amacıyla da kenetleme kullanılabilir” (Zakar 2013) (Şekil 2.8.).



Şekil 2.8. Kerpiç duvarda kenetleme ile çatlak onarımı (Zakar 2013).

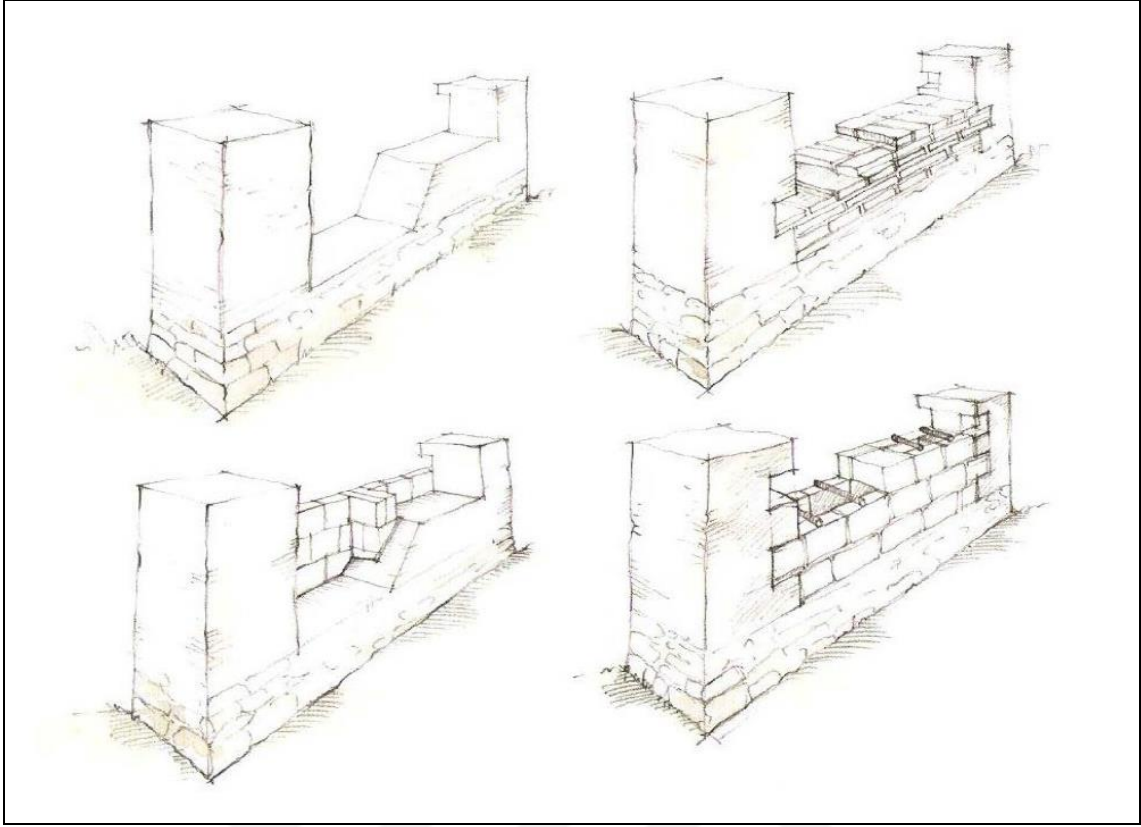
Güçlendirme yöntemleri:

Sudan, sıcaklık değişimlerinden, bitkilerden, hayvanlardan ve insanlardan kaynaklanan nedenlerle kerpiç malzemenin bozulması sonucunda duvar bünyesi çözülerek kısmen veya tamamen dağılabilmekte, duvar düzlemi düşeyden ayrılarak deforme olabilmektedir. Yüzeysel ve strüktürel çatlaklar, oyuklar ve delikler gibi bozulmalar oluşabilmektedir (Zakar 2013). Bu tip deformasyonların giderilmesi için yığma yapı duvarlarında yeniden derzleme yöntemi (*repointing*) uygulanmaktadır. Kerpiç yapı duvarlarında da derz yenilemesi, oyulmuş, hasarlanmış ve bitkisel oluşumlar olan derz yüzeyinin temizlenmesi sonrasında duvarın kendi özgün harcı ya da onarım harcının derz yerine doldurulması ile yapılabilmektedir. Nem problemi kerpiç yapı duvarlarına en büyük zararı veren dış etken olduğundan geleneksel kerpiç yapıların duvarlarının her sene onarımının yapılması ve sıvasının yenilenmesi kerpiç yapıyı korumak amacıyla yapılmaktadır.

Yenileme yöntemleri:

Kerpiç malzemenin düşük dayanımlı olması nedeniyle, bozulmuş duvar kısımlarının yeniden yapılması genellikle en rasyonel çözüm olmaktadır. Bozulan kısımların duvar bünyesinden uzaklaştırılmasından sonra, geride kalan yüzeylerin arası yeni malzeme örgüsü ile doldurulmaktadır. Örgünün yapılacağı duvar yüzeyleri, temizlenmeli ve tozdan arındırılmalıdır. Uygulamanın yapılacağı sıradaki hava şartları dikkate alınarak, kerpiç malzemenin hızlı kuruyarak çatlamasının engellenmesi için çok sıcak havalarda uygulama yapılmamalıdır (Incognita 2008), (Zakar 2013).

Kerpiç malzemenin onarımında işlevini yitirmiş olan kerpiç tuğlalarının yenileri ile değiştirilmesi esastır. Kerpiçle uyum gösteremeyen tuğla ve diğer yapı blokları, kerpiç yapının bozulmasını hızlandırıcı etkide bulunduğundan, çağdaş bir restorasyon yaklaşımı olarak kerpiç malzemenin yine kerpiç malzeme ile yenilenmesi kabul görmektedir. Günümüzde alker olarak bilinen, alçı katkılı kerpiç gibi çeşitli katkılarla güçlendirilmiş kerpiç bloklar tercih edilmektedir (Özgünler ve Gürdal 2011), (Zakar 2013), (Şekil 2.9.).

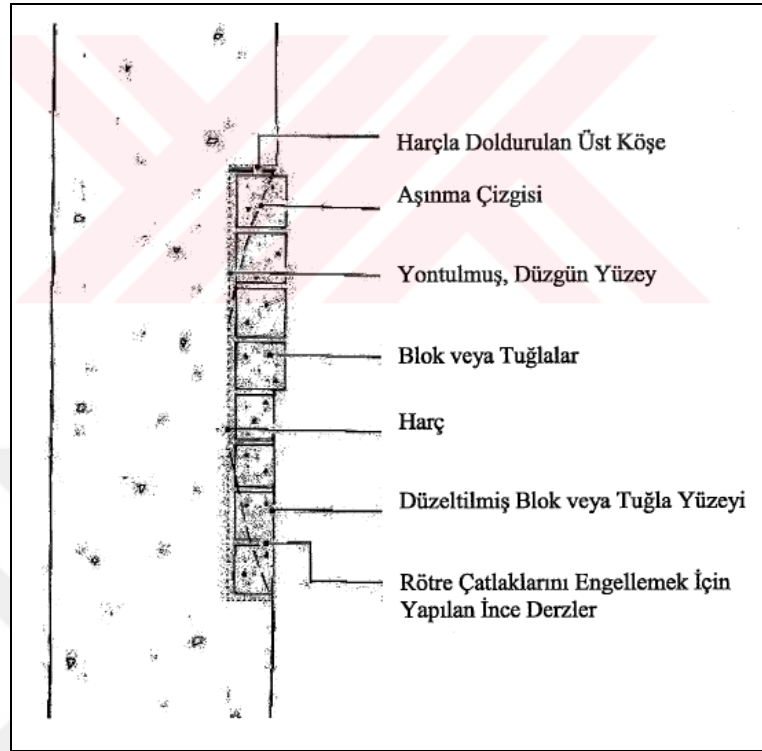


Şekil 2.9. Kerpiç duvarda tuğla ve toprak blok ile yeniden yapım (Zakar 2013)

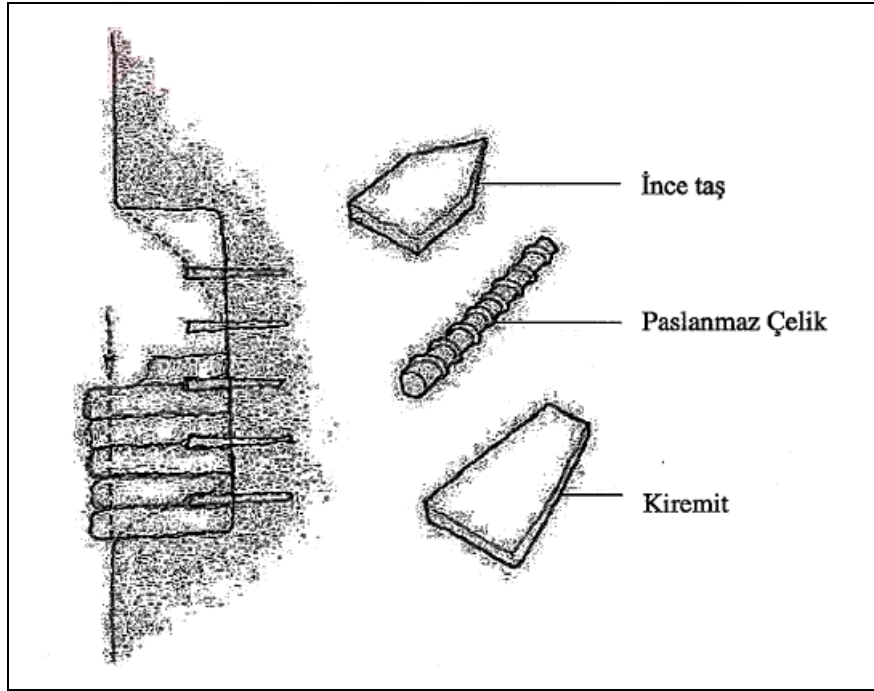
Tuğla ve bloklar kullanılarak yapılan kerpiç yapı onarımları, en sık rastlanan onarım şekillerinden biridir. Aşınan veya erozyona uğramış yüzey tuğla genişliğinin yarısı kadar oyularak, daha sonra elde edilen bölge pişmiş tuğla veya beton bloklar ve harçla beraber doldurulmaktadır. Ancak bu tip onarımda kullanılan tuğla ve blokların yoğunlukları, dayanımları, poroziteleri ve termal genleşmeleri kerpiç duvar malzemesinden farklı olduğu için bu tipte bir onarımda duvar malzemesinin özelliklerine sahip kerpiç tuğla ve bloklar kullanılmalıdır. Rötrelere çatlaklarının azaltılması amacıyla kerpiç tuğlalarının arasına konulan çamur harcının kalınlığı az olmalıdır (Almaç 2002), (Şekil 2.10.).

Harç kullanılarak yapılan onarımlarda, çatı kiremitleri, paslanmaz çelik çubuklar ve ahşap çubuklar gibi donatıların duvara, yüzeye dik bir şekilde saplanarak, bu şekilde oluşturulan desteklerin onarımın ağırlığını taşıması ve duvarla onarım arasında bağ oluşturması sağlanmaktadır. Bozulan bölgeyi içine alacak şekilde duvar bölgesel olarak oyulduktan ve çatı kiremidi, paslanmaz çelik çubuklar veya ahşap çubuklar duvar yüzeyine saplanarak yerleştirildikten sonra oyulan kısım tamir harcı ile doldurulur ve

duvar yüzeyiyle aynı seviyeye gelecek şekilde yüzeyi düzeltilir (Almaç 2002), (Şekil 2.11.).



Şekil 2.10. Tuğla ve bloklar kullanılarak yapılan kerpiç yapı onarımı (Almaç 2002)



Şekil 2.11. Harç kullanılarak yapılan kerpiç yapı onarımı (Almaç 2002)

2.4. DeneYlerde Kullanılan Yöntemler ve Standartlar

İstanbul KUDEB Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı İşletme İçi Yöntemi ile, kimyasal testler ve analitik kimya deneyleri kapsamında; tuz analizi, protein tayini, yağ tayini, kalsinasyon deneyleri ile enstrümantal analizler ve incelemeler kapsamında; SEM–EDX Analizi, XRD Analizi, yapılmıştır.

SEM–EDX Analizi: (Scanning Electron Microscope–SEM)

“Taramalı Elektron Mikroskobu (Scanning Electron Microscope–SEM), analizi yapılacak örneğin yüzeyini, yüksek enerjili elektron ışınlarıyla şeritler halinde tarayarak görüntüleyen bir elektron mikroskobudur. Elektronlar, örneği oluşturan atomlarla etkileşerek, sinyaller oluşturur ve bir görüntünün veya örneğin elemanlarının bileşiminin analizini yaparken, belirli değerdeki sinyalleri de algılayarak, görüntüleme yapar” (Alkan ve ark. 2011).

“Enerji Dağılımı X-Işını Spektroskopisi (Energy Dispersive X-Ray Spectroscopy EDX/EDS), ise bir örneği oluşturan bileşenlerin analizinde veya bir örneğin kimyasal karakterizasyonunda kullanılan bir analitik tekniktir. X-ray fluorescence (XRF)’in, yani X-ray veya gamma ışınlarıyla bombardıman edilerek uyarılmış bir maddeden, karakteristik ikincil (floresans) X ışınlarının emisyon tekniğinin, bir çeşididir” (Alkan ve ark. 2011).

“SEM–EDX (EDS) analizi, birleştirilmiş enstrümantal analiz metodu olup SEM’in olanakları kullanılarak yapılan EDX analizine verilen addır.” “SEM–EDX cihazında katı ve hidrate su içeren örneklerin analizi yapılmaktadır. Restorasyon–Konservasyon uygulamaları için harç, sıva, boya, ahşap, metal, kayaç gibi malzemelerin analizi mümkündür. Örnekler analiz edilebilecek sağlamlıkta ve tozuma yapmayacak durumda iseler herhangi bir ön hazırlık aşamasına tabi tutulmaksızın analiz edilebilirler. Dağılan veya kesitinden incelenmek istenen örnekler analiz öncesinde epoksiye gömülerek analize hazır hale getirilirler” (Alkan ve ark. 2011).

XRD Analizi:

“Tane büyüklüğü, dokusu ve mineralojik bileşimle ilgili makroskobik ve mikroskobik incelemelerden elde edilen veriler esas alınarak bir petrografik tanımlamada, TS 12670 kullanılarak taş örneği adlandırılır ve en azından kayaç grubu belirlenir.

Petrografik tanımlamayla elde edilen bilgi, petrografik tespit için yeterli değilse, kimyasal veya X ışını kırınımı (XRD) tayinleri yapılarak kayaç tanımlanır” (Alkan ve ark. 2011).

TSE, (1977) “TS 2514–Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları” yürürlükten kaldırılmış Türk Standardında, kerpiç blokların tarifine, sınıflandırma ve özelliklerine, yapım kurallarına, muayene ve deneylerine yer verilmiş olup; standardın kalıba dökülmüş basit kerpici kapsadığı, standartta çimento, reçine, bitümlü maddeler, katran, kireç, puzolan vb. ile stabilize edilmiş kerpiçlere, tepme ve dövme kerpice, kil veya başka malzemeye batırılarak dış yüzeyi yalıtılmış kerpice ve kil dolgu duvarlara yer verilmediği, belirtilmektedir.

TS 2514–Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları standardı kapsamında kerpiç numuneleri üzerinde standart kıvam deneyi, rötre deneyi, basınç mukavemeti deneyi, çekme mukavemeti deneyi ve çamurlaşma deneyi yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre kerpiç harcı hazırlanarak, kerpiç tuğlaları ana ve kuzu olarak seri olarak imal edilmiştir.

TSE, (1985) “TS 537–Çimentolu Kerpiç Bloklar-Duvarlar İçin, Türk Standardı” isimli standartta, çimento ile stabilize edilmiş kerpiç blok imalatı ve elde edilmiş mekanik deney sonuçları açıklanmaktadır.

TS 537–Çimentolu Kerpiç Bloklar–Duvarlar İçin, Türk Standardına göre, diyagonal kayma deneylerinde kullanılan 3 adet duvar numunesi hazırlanırken uygulanan çimento katkılı kerpiç örgü harcı karışım oranları belirlenerek, üretilmiştir.

TSE, (2000) “TS EN 1015-11 Kagir Harcı–Deney Metodları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini” isimli standartta, kalıba dökülerek hazırlanmış, sertleşmiş harç numunelerin basınç ve eğilme dayanımının tayini metodu, kullanılan cihaz ve aletleri, numune alma işlemi, deney numunelerinin hazırlanması ve muhafazası, eğilme ve basınç dayanımlarının tayininde kullanılan cihaz, hazırlama ve yükleme işlemleri, buna bağlı hesaplama ve sonuçların gösterilmesi ve son olarak da rapor oluşturulması açıklanmaktadır.

TS EN 1015-11 Kagir Harcı–Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini standardı kapsamında kireç, alçı, çimento ve yün katkılı harçların basınç ve eğilme dayanımı deneyleri yapılmıştır.

TSE, (2006) “TS 1900-1 İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri–Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini” isimli standartta, inşaat mühendisliği ile ilgili, laboratuvarda yapılacak zemin deneylerinden, su muhtevasının tayini, likit ve plâstik limitlerin tayini, büzülme limitinin tayini, bağıl yoğunluğun (özgül ağırlık)

taini, dane çapı dağılımının tayini, sıkıştırma deneyleri ile zeminin kuru birim hacim ağırlığının yerinde tayini için uygulanacak metotlar açıklanmaktadır.

TS 1900-1 İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri–Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini standardı kapsamında Türbeönü killi toprak numunesinde dane çapı dağılımı (elek analizi) deneyi, özgül ağırlık deneyi ve standart sıkıştırma deneyi yapılmıştır.

TSE, (2012) “TS EN 459-1 Yapı Kireci–Bölüm 1: Tarifler, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standardı” isimli standart, harç hazırlanmasında (örneğin kâgir, ince ve kaba sıva için) bağlayıcı olarak, diğer yapı malzemelerinin imalatında (örneğin kireç kumtaşı briketler, gazbeton ve beton vb.) ve inşaat mühendisliği uygulamalarında (örneğin zemin iyileştirmesi, asfalt karışımları vb.) kullanılacak yapı kireçlerinin tarifini ve sınıflandırmasını içermektedir. Yapı kireçlerinin tiplerine bağlı olarak sahip olması gereken kimyasal ve fiziksel özelliklerine ilişkin gerekler ve uygunluk kriterleri standartta yer almaktadır.

TS EN 459-1 Yapı Kireci–Bölüm 1: Tarifler, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standardında belirtilen uygunluk kriterleri esas alınarak, deney çalışmalarında kullanılan sönmüş kaymak kirecin kimyasal analizleri yapılmıştır.

ASTM, (2014) “ASTM C1314-14 Duvar Prizmalarının Basınç Mukavemeti için Standart Test Metodu” (*ASTM C1314-14 Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms*) isimli standartta, uygulanmış duvardan numune olarak ya da sahadan alınmış duvar prizmalarının standartta belirtilen “prizmaların elde edilmesi, nakliyesi, kürlenmesi, kaplanması” gibi aşamalardan geçirildikten sonra test cihazına alınarak yükleme yapılması sonucunda elde edilen gözlemlerin kayıt edilmesi ve hesaplama yoluyla duvar prizmalarının basınç mukavemetinin ve duvarın basınç mukavemetinin elde edilmesi ve deneyin raporlanması bölümlerini içermektedir. Standartta göre prizmaya yükleme yapıldıktan sonra maksimum yüke ulaşıldığında iflas modu gerçekleşmediğinde, iflas modu gerçekleşene kadar numune yük yüklenmeye devam edilir, maksimum yük kaydedilir ve iflas modu not edilir. Yapılan gözlemler, iflas modunu kapsamlı olarak tarif ederek, çatlama örnekleri ve çapaklanma örnekleri çizimle anlatılarak ya da fotoğrafla tanımlanarak kaydedilir.

ASTM C1314-14 Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms isimli standarda göre iki adet kuzu numunesi arasına kireç, alçı, çimento ve yün katkılı harçlar ayrı ayrı olarak uygulanarak, numunelerin kuruması sonucunda basınç deneyleri yapılmıştır.

ASTM, (2015) ASTM E519/E519M-15 “Duvar Uygulamalarındaki Diyagonal Gerilme (Kesme) Test Metodu” (ASTM E519/E519M-15 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages) isimli standartta,

- Önerilen test metodu ile çapraz doğrultuda basınç yüklemesi yaparak duvar numunesinin çapraz çekme ve kesme mukavemetini belirlemek, böylece yükün yönüne paralel olarak numuneyi parçalayarak çapraz çekme iflasını sağlamak amaçlanmaktadır.
- Bu metot ile diğer mevcut metotlardan daha doğru olarak çapraz çekme (kesme) mukavemetini belirlemek amaçlanmaktadır.
- Test numunesi için 1.2x1.2 m ebatlarında duvar kalınlığınca duvar numunesi hazırlanması esastır.
- Ancak daha küçük ve büyük numunelerin kullanılması durumunda sonuçlar arasında korelasyon oluşturulmasına yönelik deney bilgisinin mevcut olmadığı belirtilmektedir.
- Kullanılacak test makinasının yükü kesik kesik yüklemesinin tercih edilmediği, yükü sürekli yüklemesi gerektiği ve şok yapmadan yükleme kabiliyetinde olması gerektiği belirtilmektedir.

ASTM E519/E519M-15 Standardı kapsamında 13 adet duvar numunesinin diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirilmiştir.

2.5. Kerpiç Yapılar, Yapısal Bozulmaları ve Deneysel Çalışmalar

Kerpiç Yapılar:

Akdemir Z, Limoncu S, Ekşi Akbulut D, (2005) “Application of the adobe materials according to regional differences in Anatolia Settlements” isimli makalede, kerpiç yapının Anadolu’da ortaya çıkışı, tarihsel gelişimi ve Anadolu’nun farklı bölgelerinde mevcut olan farklı kerpiç yapı sistemleri açıklanmaktadır.

Arpacıoğlu Ü, (2006) “Geçmişten günümüze kerpiç malzeme üretim teknikleri ve güncel kullanım olanakları” isimli makalede, kerpiç yapıların ekolojik yapı özellikleri, çeşitli kerpiç yapı sistemleri, kerpiç yapıların duvar, köşe, saçak, pencere vb. detayları ile çeşitli kerpiç yapı uygulamaları açıklanmaktadır.

Atalan Ö, (2005) “Traditional Sığacık houses” isimli makalede, İzmir’in Seferihisar ilçesi, Sığacık Mahallesi’nin tarihi, buradaki arkeolojik sit alanı olan Teos

antik kenti ve kalıntıları, Sığacık kale yerleşimi, cami, hamam, çeşme, türbe yapıları ve geleneksel Sığacık evleri anlatılmaktadır. Sığacık evlerinin genellikle iki katlı olduğu, kerpiç, taş, tuğla ve ahşap malzemelerden yapıldığı ve değişik plan tiplerine bağlı yapı tipolojileri açıklanmaktadır.

Eres Z, (2005) “Mud-brick domed construction tradition in the Suruç Plain” isimli makalede, Şanlıurfa ilinin, Suruç ilçesi pilot bölge olarak seçilerek TÜBA tarafından 2001–2002 yıllarında Türkiye Kültür Envanteri çalışmasının gerçekleştirildiği belirtilmektedir. Suruç ovasındaki eski yerleşimin tarihi, Suruç ovasının doğal özellikleri ile yerleşim özellikleri, rastlanılan kubbeli kerpiç yapı formları, bu yapıların mekân özellikleri, yapım sistemleri, işlevsel faydaları, kubbeli ev sistemleri, kerpiç tuğla imalatı, kubbeli evlerin bakımı, bu yapıların 20. yy’da geçirdiği evrim, günümüzdeki ve gelecekteki durumları açıklanmaktadır.

Fodde E, (2005) “The vernacular earthen building tradition of Sardinia (Italy): cultural and conservation questions” isimli makalede, İtalya’nın Sardinia Adası kerpiç yapı geleneği, arkeolojik, antropolojik ve tipolojik çalışmalar aktarılarak açıklanmaktadır. Sardinia’daki güncel koruma uygulamaları açıklanarak, kerpiç yapı konservasyonunun geliştirilmesi için çeşitli öneriler getirilmektedir.

KUDEB KBB, (2010), “Konya İl Merkezi Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Envanteri” isimli kitapta, Konya ilinin tarihi ve şehrin gelişimi açıklanmakta, Konya kent merkezindeki tescilli kültür ve tabiat varlıklarının envanterleri yer almaktadır.

Rghei A, Abufayed A, (2005) “The joy of living in earthen cities: A 21st century assessment and prospects with special reference to historic city of Ghadames” isimli makalede, kerpiç Sahara mimarlığı nedeniyle UNESCO Dünya Mirası Listesi’ne alınan Ghadames’in yerleşim özellikleri ile kerpiç yapılarının özellikleri açıklanmakta, kerpiç şehir örneği olarak Sahara Modeli tanımlanmakta ve bu şehir modelinin karakteristikleri ile karşı karşıya olduğu zorluklar açıklanmakta, şehrin gelecekteki durumu için çeşitli değerlendirmeler yapılmaktadır.

Yapısal Bozulmalar:

Ashurst J, Ashurst N, (1989) “Practical Building Conservation, Brick, Terracotta and Earth” isimli kitapta kerpiç duvar sistemleri açıklanarak, bu duvar sistemlerinde oluşan bozulma tipleri ve onarım yöntemleri açıklanmaktadır.

Bayülke N, (2001) “Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı” isimli kitapta, yığma yapıların deprem davranışı açıklanmaktadır.

Blondet M, Vargas J, Tarque N, (2005) “Building Codes for earthen buildings in seismic areas: The Peruvian Experience” isimli makalede, kerpiç evlerin deprem davranışları, kerpiç yapıların ilk yapım aşamasında bambu kafes örgüsü ile depreme karşı güçlendirilebildiği ancak mevcut yapıların güçlendirilemediği, mevcut yapıların ahşap panolar, halat, tavuk kafes teli ve eklemeli kafes telleri ile güçlendirilebildiği ve bu sistemlerin dezavantajları açıklanmaktadır. Peru kerpiç yapı deprem yönetmeliğindeki kerpiç yapıların yapılaşma şartlarına ilişkin getirilen düzenlemeler açıklanarak, son depremlerden öğrenilenlere göre yönetmeliğin güncellenmesi gerektiği belirtilmektedir.

Chapagain NK, (2005) “Living in Lomanthang: An earthen walled settlement in the Trans-Himalayan region of Nepal” isimli makalede, Nepal’in yukarı Mustang bölgesinin sembolik ve kültürel başkentinin Lomanthang olduğu, kentte çok eski zamanlardan beri kerpiç evler yapıldığı ve günümüzde de çok sayıda kerpiç ev bulunduğu belirtilmektedir. Kerpiç evlerin çatı, döşeme ve duvar yüzeylerinde nasıl bakım yapılması gerektiği, modernle geleneksel arasında yer alacak yeni ara malzemelerin araştırılarak korumacılık ve geliştirme amaçlı olarak, kerpiç yapım teknolojisi için yeni teknolojilerin geliştirilmesi gerektiği açıklanmaktadır.

Çelebi R, (2002) “Afyon depremi ve düşündürdükleri” isimli makalede, bölge yerleşiminde kerpiç yapılarda gözlenen yapım tekniğindeki tasarım, imalat ve uygulama hataları açıklanarak bu yapıların can ve mal kaybına sebep oldukları, bölgede tekniğine uygun yapılmış, yığma sistemli, tarihi yapılarda hasar görülmediği açıklanmaktadır.

D’Aragon J, (2005) “Considering the vernacular, the traditional and the modern (houses) in front of the Earthquake” isimli makalede, F. Lloyd Wright’ın Japon geleneksel yapılarının depreme karşı koyabilecek ve depreme uyum sağlayabilecek esneklikte, depreme karşı etkin yapılar olduğunu açıkladığı aktarılmaktadır. Japon geleneksel konutlarında taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların birbirinden ayrı hareket mekanizmasına sahip olurken aynı zamanda bir bütün olarak çalışması esasına göre yapı sistemi tasarlandığı, deprem sırasında taşıyıcı ve taşıyıcı olmayan elemanların kılcallık etkisi ile gerilimi absorbe ettiği, yapının dış yüzeyindeki toprak sıvada ise samanla ve küspe ile güçlendirilmiş olması nedeniyle kısıtlanmış bir çatlama deformasyonu gözlemlendiği belirtilmektedir.

Fathy AM, Planas J, Sancho JM, (2009) “A numerical study of masonry cracks” isimli makalede, bilgisayar ortamında oluşturulan çeşitli duvar modelleri üzerinde sonlu elemanlar analiz yöntemiyle yükleme yapılarak duvar elemanlarında oluşan çatlama

deformasyonu gözlemlenmekte ve deformasyon sonuçları çizim olarak aktarılarak, analiz sonuçları yorumlanmaktadır.

Feilden BM, (2003) “Conservation of Historic Buildings” isimli kitapta, toprak yapıların özellikleri, bozulmaları ve onarımları ile tarihi yapılarda uygulanan çeşitli onarım teknikleri açıklanmaktadır.

Gürbüz G, Çelebi G, (2005), “Consideration of earth construction techniques in the context of earthquake resistance” isimli makalede, kerpiç yapıların suya karşı direnç ve depreme etkilerine karşı direnç konusunda olmak üzere iki zayıf yönünün olduğu; kerpiç bloklar, dövme kerpiç duvar ve sıkıştırılmış kerpiç bloklar olmak üzere üç farklı kerpiç yapım sistemi bulunduğu; Türk standartlarında sadece çimento kerpiç katkısı ile dik köşeli kerpiç yapılara yer verildiği ancak dairesel ve köşesi kırık yapı formlarının deprem yüklerine karşı daha dayanıklı olduğu, alçı katkılı kerpicingin mekanik performansı açısından kullanıma daha uygun olduğu, bu kapsamda kerpiç konusundaki Türk standartlarında bazı revizyonlar yapılması gerektiği belirtilerek, bu konuda öneriler getirilmektedir.

ICOMOS, (2003) “Recommendations for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage (2003)” isimli bildiri; tarihi yapılarda oluşmuş sütrüktürel hasarlara yaklaşım ve bu hasarların onarım yaklaşımları, tarihi yapının “güvenlik değerlendirmesi” kavramı ile analizi ile bu analiz içinde tarihi yapının sütrüktürel modelinin yapılması durumunda yapının eleman ölçeğinde modellenmesi gerektiği, bina ölçeğinde modellenmesinin tercih edilmemesi gerektiği açıklanmaktadır.

Korkmaz SZ, Koçu N, Turer A, Korkmaz HH, (2005) “Earthquake damage characteristics of earthen-adobe houses” isimli makalede, Türkiye’de uygulanan kerpiç yapım sisteminin özellikleri ve deprem etkilerine karşı gösterdiği çatlama deformasyonları örneklerle açıklanmaktadır. Son depremler sonucunda Türkiye’nin kırsal bölgelerinde mühendislik yoluyla inşa edilmemiş yapılarda oluşan hasarların yapı göçmesine neden olduğu belirtilerek kerpiç yapılarda depremde hasar oluşturan tasarım ve uygulama hataları açıklanmakta ve kerpiç yapıların depremde hasar oluşturmalarını önlemek için çözüm önerileri getirilmektedir.

Mavuşoğlu Nİ, (2008) “Savranşah köyü camisi restorasyon projesi” isimli yüksek lisans tezinde yığma kerpiç yapım tekniği ile inşa edilmiş Savranşah Köyü camisinin restorasyonu kapsamında kerpiç yapı analizi, oluşan hasarlar ve onarım teknikleri açıklanmaktadır.

Shahnoori S, (2005) “Reconstruction of the desert City of Bam in respect to seismic aspects” isimli makalede, İran’ın güneydoğusunda, Kerman ilinde yer alan, 2000–2500 yıllık eski kale içerisinde kerpiç antik yapıları bulunan Bam şehrinde 26.12.2003 tarihinde 6.5MW büyüklüğünde bir deprem meydana geldiği, depremin şehirde faciaya yol açtığı belirtilerek, depremin bu kadar şiddetli olmasının nedenleri açıklanmaktadır. Şehirdeki kentleşme hiyerarşik olarak açıklanarak, yapı, malzeme ve teknik tasarımda dikkate alınması gerekli esaslar ele alınmakta, deprem ve tropik iklim özelliklerinin verdiği hasarları önleme konusunda çeşitli öneriler getirilmektedir.

Tolles EL, Webster FA, Crosby A, Kimbro EE, (1996) “Survey Damage to Historic Adobe Buildings after the January 1994 Earthquake” isimli kitapta, 1994 Northridge California’da meydana gelen 6.4 Richter büyüklüğündeki depremde hasar gören 8 ayrı kerpiç yapı, tarihi, mimarlık tarihi, bina ve çevre ilişkileri, yapının maruz kaldığı yerel deprem şiddeti, oluşan hasarın tanımlanması ve genel yapısal performans başlıkları altında incelenmektedir. Bu 8 yapı haricinde depremde hasar gören diğer kerpiç yapılar da incelenmektedir. Sonuç bölümünde incelenen yapılardaki hasarlar ve durum değerlendirmeleri yapılarak bu hasarların neme bağlı hasarlar, onarılmamış çatlaklar ve daha önceki onarımlara bağlı olarak ortaya çıktığı belirtilerek, tarihi kerpiç yapıların gelecekteki performansı hakkında yorum yapılmaktadır.

Ünay Aİ, (2002) “Tarihi Yapıların Deprem Dayanımı” isimli kitapta, tarihi yığma yapıların deprem davranışı ve bilgisayar destekli deprem analizi açıklanmaktadır.

Weaver ME, Matero FG, (1993) “Conserving Buildings, Guide to Techniques and Materials” isimli kitapta, tarihi yapılarda oluşan hasarların gözlemlenmesi ve teşhis edilmesi yöntemleri açıklanmaktadır.

Zabickova I, (2005) “The earthen architecture in Czech Republic 2005” isimli makalede, Çek Cumhuriyeti’nde kerpiç yapım tekniğinin çok eski bir geleneği olduğu, en yaygın olarak 17. ve 18. yüzyıllarda uygulandığı, bu yapım tekniğinin 20. yy’ın başlarında terk edildiği belirtilmektedir. Ülkede, 100 ve 250 yıllık binlerce kerpiç yapı bulunduğu, bu yapıların özellikleri, karşılaşılan yapısal sorunlar açıklanmakta ve sorunlar için çözüm önerileri getirilmektedir.

Zakar L, Eyüpgiller KK, (2015) “Mimari Restorasyon Koruma Teknik ve Yöntemleri” isimli kitapta, kerpiç yapılarda uygulanan restorasyon teknikleri açıklanmaktadır.

Çözüm Önerilerine İlişkin Deneysel Çalışmalar:

Illampas R, Charmpis DC, Ioannou I, (2014) “Laboratory testing and finite element simulation of the structural response of an adobe masonry building under horizontal loading” isimli makalede, 1/2 ölçekli güçlendirilmemiş yığma bir kerpiç yapı modeli üzerinde monotonik yanal yükleme deneyi gerçekleştirilmiştir. Yapıdaki hasar gelişimi ve yapının iflas modu gözlenmiş, deneysel veri esas alınarak yapının 3D sonlu elemanlar modeli ile iflas modu analizi yapılmıştır. Deney çalışması sonucunda, kerpiç yapıların duvar elemanları ve harç derzleri arasındaki zayıf bağ yapısı ve çatı seviyesinde yapının diyafram özelliği göstermemesi nedeniyle yatay yüklere karşı zayıf oldukları tespit edilmiştir. Sonlu elemanlar makro modelinin yeterli doğrulukta analiz gerçekleştirebildiği ancak daha doğru sonuçlar elde etmek için sonlu elemanlar analizinde makro modelin kaydedilmiş gerçek deprem verilerine tabi tutulması gerektiği belirtilmektedir.

Korkmaz SZ, (2007) “Kırsal konutların deprem güvenliğinin artırılması” isimli doktora tezinde, atık oto lastiklerinin kullanılması ve birbirine eklenerek oluşturulacak lastik şeritle yığma yapı duvarlarına ard-germe verilmesi yoluyla yeni bir güçlendirme tekniği tez projesi kapsamında geliştirilmiş, tek hacimli kırsal konut odasını ifade edebilecek, 1/10 ölçekli model ve sarsma masası imal edilerek sarsma masası deneyleri gerçekleştirilmiştir. Önerilen güçlendirme metoduyla yapının yatay yük taşıma kapasitesinin 2.2 kat attığı ve ekonomik olarak değeri daha düşük olan kırsal konutların, kullanılmış oto lastikleri ile depreme karşı güçlendirilebileceği belirtilmektedir.

Tolles EL, Kimbro EE, Webster FA, Ginell WS, (2000) Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures” isimli kitapta, “Getty Seismic Adobe Project” isimli araştırma projesinin sonuç raporu açıklanmaktadır. Kitapta proje kapsamında 1/5 ve 1/2 ölçekli güçlendirmesiz ve güçlendirmeli olarak farklı tipte imal edilmiş kerpiç yapı modelleri üzerinde yapılmış sarsma masası deneylerinin sonuçlarına yer verilmiştir. Deneyler sonucunda, deforme olmuş model duvarlarının fotoğrafları ve çizimleri üzerinde oluşan yapısal çatlakların gelişimleri gösterilmiştir. Sonuç bölümünde projenin bir değerlendirmesi yapılarak, güçlendirme önlemleri ve modellerin performansları konularında değerlendirme yapılmıştır.

2.6. Kerpiç Bloklar ve Deneyleri

Kerpiç Bloklar:

Arslan N, (2013) “Using Mudbrick at Çatalhöyük” isimli makalede, Çatalhöyük yerleşiminin iki farklı höyükten oluştuğu, bu höyüklerden doğu höyüğünün Neolitik döneme, batı höyüğünün ise Kalkolitik döneme ait olduğu, yerleşimdeki çamur ve kerpiç kullanımının doğal kaynaklarla ilgili olduğu ve Çatalhöyük’ün zengin kil kaynağı olan eski bir dere yatağı olduğu açıklanmaktadır. Kerpiç yapımında, erken dönemlerde sel çamurunun kilinin, orta ve geç dönemlerde ise ince taneli kolüvyum kullanıldığı, kil esaslı malzemeye kömür, deniz kabuğu ve ezilmiş kerpiç tuğla, sıva parçaları gibi yapı malzemeleri katıldığı belirtilmektedir.

Beall C, (2004) “Masonry Design and Detailing” isimli kitapta, kerpiç duvar sistemlerinin özellikleri, bu duvar tipinin imalatı, fiziksel özellikleri ve karakteristikleri ve kerpiç harçları konuları “kerpiç duvarlar” başlığı altında incelenmektedir. “Harç ve derz malzemeleri” başlığı altında ise çimento, kireç, duvar çimentoları ve harç çimentoları, kum, su, harç katkı malzemeleri, harç renkleri, derz harcı katkı malzemeleri vb. gibi malzemeler açıklanmaktadır.

Costi de Castrillo M, Philokyrou M, Ioannou I, (2017) “Comparison of adobes from pre-history to-date” isimli makalede antik çağdan günümüze kadar olan bir zaman dilimine ait Kıbrıs yöresi kerpiçlerinin malzeme içeriklerini araştırmak amacıyla alınan örnekler üzerinde tane büyüklüğü dağılımı analizi, nitel ve/veya nicel minerolojik ve kimyasal analizler, metilen mavisi ve Atterberg Limits testlerini gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonucunda günümüzdeki kerpiçler, antik çağa ait olanlar ve 19. yy ve 20. yy’a ait olan geleneksel yapı kerpiçleri arasında çok fazla benzerlikler bulduklarını açıklamışlardır. Kalsit, kuartz ve albit minerallerinin fazla oranda bulunduğunu tespit etmişlerdir. Kalvasos bölgesi neolitik çağ kerpiçlerinde yüksek oranda alçı ve Khirokitia bölgesi kerpiçlerinde ise stronyum (Sr) bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Çelebi R, (2012) “Anadolu Kerpiç Mimarlığı” isimli kitapta, kerpiç yapımı ve kerpiç yapım sistemleri açıklanmıştır. Kitapta ülkemizde kullanılan kerpiç tuğlaların boyutları ve duvar örgü sistemleri yer almaktadır.

Elizabeth L, Adams C, (2005) “Alternative Construction” isimli kitabın “Adobe” isimli 5. bölümünde (Moquin, M.) kerpiç yapım tekniğinin tarih içindeki gelişimi, dünyada rastlanılan kerpiç yapılarda kullanılan kerpiç tuğla ebatları, kerpiç tekniğinin günümüzdeki kullanım şekli, tasarım yöntemleri, yönetmeliklerde nasıl yer aldığı,

kerpiç üretiminde kullanılan toprağın içerdiği maddeler, kerpicingin asfalt emülsiyonu ile stabilizasyonu, kerpiç yapı temellerinin tasarımı, kerpiç yapım tekniğinde kullanılan ahşap kirişler, kerpiç yapıların deprem dayanımı, güçlendirilmiş kerpiç yapılar üzerinde yapılan tabla sarsma deneyi gibi mühendislik analizleri, kerpiç yapım tekniğiyle yapılan kemer, beşik tonoz ve kubbe uygulamaları ve kerpiç malzemesi konusunda yapılan güncel araştırmalar açıklanmaktadır.

Gürbüz G, Çelebi G, (2006) “Toprak malzeme ve binaların “sürdürülebilir yapı” ölçütlerine göre irdelenmesi” isimli makalede, kerpiç yapılarda kullanılan toprak malzemelerdeki karışım oranları ve katkı malzemeleri; kerpiç, dövme duvar ve sıkıştırılmış toprak blok şeklindeki yapım teknikleri; toprak binaların doğa ile uyumluluğu, enerji etkinliği, yeniden kullanılabilirliği, geri dönüşümü ve iç ortam çevre kalitesi açıklanmaktadır.

Gürdal E, Özgünler Acun S, (2011) “Dünden Bugüne Toprak Yapı Malzemesi: Kerpiç” isimli makalede, kerpiç malzemesi, kerpiç malzemesinin stabilizasyonu, alçılı kerpiç malzemesi (alker) ve kerpiç blok ve duvar imalatı konuları açıklanmaktadır.

Hall MR, Lindsay R, Krayenhoff M, (2012), Modern Earth Buildings” isimli kitabın “Modern earth building codes, standards and normative development” isimli 4. bölümünde (Schroeder H) son 30 yıl içerisindeki kerpiçle ilgili hazırlanmış standart ve normatif belgeler ele alınmaktadır. “Soil stabilisation and earth construction: materials, properties and techniques” isimli 9. bölümde (Hall ve ark.) toprak stabilizasyonunun avantaj ve dezavantajları açıklanmaktadır. “Conservation of historic earth buildings” isimli 16. bölümde (Calabrese G) Suudi Arabistan’ın Atturaif bölgesinde ve UNESCO Dünya Miras Listesi’nde yer alan kerpiç yapıların bulunduğu Diriyah şehrinin ve İtalya’nın Abruzzo bölgesinde yer alan Casa Patacca kerpiç evlerinin korumacılık ve restorasyon uygulamaları açıklanmaktadır. “Natural disasters and earth buildings: resistant design and construction” (Morris HW) isimli 19. bölümde kerpiç yapıların, deprem, tropik fırtına, fırtına ve sel etkilerine karşı dayanıksız oldukları ve diğer tabii afetlerin kerpiç yapılara nasıl etkilediği açıklanmaktadır.

Hejazi SM, Sheikhzadeh M, Abtahi SM, Zadhoush A, (2012) “A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers” isimli makalede, toprak güçlendirmesinde kullanılan doğal ve sentetik fiberler açıklanmaktadır.

Isik B, Tulbentci T, (2008) “Sustainable housing in island conditions using Alker-gypsum-stabilized earth: A case study from northern Cyprus” isimli makalede,

alke yapı malzemesinin imalat yöntemi, teknik ve mekanik özellikleri, sağlığa faydaları ve Kuzey Kıbrıs'ta da uygulanması gerekli bir yapı malzemesi olduğu açıklanmaktadır.

Kafesçioğlu R, (2017) "Çağdaş yapı malzemesi toprak ve alke" isimli kitapta, yapıda kullanılacak toprak çeşitleri açıklanarak, farklı çeşit toprakların su, asit, hava, kireç, çimento vb. malzemelerle işlem gördüğünde farklı sonuçlar elde edildiğini ve toprağa yapı malzemesi niteliği kazandırılabilirdiği açıklanmaktadır. Toprak malzemenin iyileştirme ve stabilizasyonu, toprak yapıların yapım teknikleri, ülkemizdeki geleneksel toprak yapılar, alke yapı malzemesinin özellikleri ve avantajları ve alke yapı malzemesine ilişkin ileride yapılabilecek çalışmalara ilişkin öneriler açıklanmaktadır.

Kafesçioğlu R, Gürdal E, (2018) "Çağdaş yapı malzemesi-alke "alçılı kerpiç" isimli makalede, alkerin, uygun kerpiç toprağına % 10-20 arasında alçı katılmasıyla elde edilen bir kerpiç türü olduğu, fizik ve mekanik özelliklerinin normal kerpice göre iyileştirilmiş olduğu belirtilerek alkerin avantajları, imalat metodu; çimento, kireç ve saman katkılı kerpiç imalatı, kerpiç yapım sistemi ve kerpiç yapıların bakımı açıklanmaktadır.

Tayla H, (2007) "Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem ve Elemanları" isimli kitapta, tarihi kerpiç duvarlarda kullanılan kerpiç tuğla boyutları ile Orta Asya'daki ve Anadolu'daki tarihi kerpiç yapı duvarları örneklerle açıklanmaktadır.

Thomas K, (1996) "Masonry Walls" isimli kitapta, "Harçlar" başlığı altında, harçlarda kullanılacak çimento, kireç, kum, katkı malzemeleri ve suyun çeşitleri ve özellikleri açıklanmaktadır. Tuğla ve blok işçiliğinde, doğal taş duvarlarda, birleşim yerlerinde, derz onarımı ve eskimiş tuğla işçiliğinin onarımında kullanılacak harçların özellikleri açıklanmaktadır. "Duvarların onarılması ve yenilenmesi" başlığı altında, don etkisi, sülfat etkisi, dayanıksız malzeme kullanımı, tuzlanma, metalde korozyon oluşumu, ısı ve nem hareketlerine bağlı çatlama, zemin hareketleri, ateş, çatı ayrılması, bozulan duvar bağlantı elemanlarının yenilenmesi konuları incelenmektedir.

Türkçü Ç, (2004) "Yapım" isimli kitapta, kerpiç tuğla boyutları ve kerpiç duvar örgü sistemleri açıklanmaktadır.

Zhang H, (2011) "Building Materials in Civil Engineering" isimli kitapta, "Yapı harcı" isimli bölümde, harç karışımı hazırlama, harcın başlıca teknik özellikleri, duvar harcı, diğer yapı harcı çeşitleri ve özel harçlar konu başlıkları altında konu incelenmektedir.

Fiber Katkıları ile Kerpiç Stabilizasyonuna İlişkin Deneysel Çalışmalar:

Gül T, (2011) “Cam elyaf ve hava sürükleyici katkı kullanılarak geliştirilmiş kerpiç”, isimli yüksek lisans tezinin birinci bölümünde kerpiç harcına cam elyaf ve hava sürükleyici katkı katılarak, kerpicing özellikleri geliştirilmeye çalışılmış ve elde edilen numuneler üzerinde basınç ve suya dayanıklılık deneyleri yapılmıştır. Deneyler sonucunda, lif katkısı yapılan kerpiç numunelerin sünek davranış göstermiş, lif katkısı yapılmayan numunelerin ise gevrek davranış göstermiştir. Cam lifi ve hava sürükleyici oranının artması ile basınç dayanım değerinin de arttığı, hava sürükleyici katkı bulunan numunelerde kılcal kanalların sürekliliğinin engellendiği, böylece suyun iç kısımlara ilerlemesinin önüne geçildiği gözlenmiş ve kerpicing en önemli zayıf yönü olan suya karşı dayanıksızlığının hava sürükleyici katkı kullanılarak önemli ölçüde azaltılabileceği sonucuna varılmıştır. Çalışmanın ikinci bölümünde ise kerpicing sağladığı finansal kâr incelenerek yapılan maliyet araştırmasında kerpiç duvar kullanılmasının tuğla duvar kullanılmasına göre %17.02 oranında bir maliyet kârına neden olduğu belirtilmektedir.

Millogo Y, Morel J-C, Aubert J-E, Ghavami K, (2014) “Experimental analysis of Pressed Adobe Blocks reinforced with Hibiscus cannabinus fibers” isimli makalede, özel bir bitki türü olan Hibiscus cannabinus lifleri ile stabilize edilmiş kerpiç malzemenin mekanik ve fiziksel deneyleri ile malzemenin mikro yapısını anlamak için XRD, TGA, SEM ve video mikroskopi analizleri yapılmıştır. Ağırlıkça %0.2–0.6 ve 30mm uzunluğunda lif katkısı yapılan numunelerde gözenek boyutlarının küçülerek, mekanik özelliklerin geliştirilebildiği, ancak ağırlıkça %0.8 ve 60mm uzunluğunda lif katkısı yapılmasının basınç mukavemetini olumsuz etkilediği, üretilen malzemelerin ısı konfor açısından uygun şartları sağladığı belirtilmektedir.

Oruç ŞE, Işık B, (2006) “Kerpiç duvarlarda uygulanan kil bağlayıcı sıvanın fiziksel özelliklerinin araştırılması” isimli makalede, deneysel çalışma kapsamında Diyarbakır ili, Bismil ilçesi, Yuvacık köyünde 1967 yılı yapımı tek katlı kerpiç bir yapının saman katkılı sıva ile iç ve dış sıvasının yapılarak, 3 farklı ebat ve yoğunlukta numune alınarak, elek analizi, birim hacim kütlesi, komposite-porozite, özgül ağırlık, kılcal etkiye bağlı su emme ve zamana bağlı su emme deneyleri yapılmıştır. Su emme deneyleri sonucunda numuneler 121. ve 169. dakikalarda suda dağıldığından ve bir adet numune 2sa. 49 dakikada suda dağılma göstermediğinden, TS2514’e göre numunelerin 45 dakikadan önce suda dağılmama şartını sağlamaları nedeniyle su emmeye bağlı

dağılımlarının az olduğu, zamana bağlı fazla su emme görülen cephelerde sıvanın katkı malzemesiyle güçlendirilmesi gerektiği açıklanmaktadır.

Alçı Katkısı ile Kerpiç Stabilizasyonuna İlişkin Deneysel Çalışmalar:

Aghazadeh E, (2011) “Kireç ve alçı içeren toprak yapı elemanlarının fiziksel ve mekanik özellikleri” isimli yüksek lisans tezi kapsamında granülometrisi düzeltilen toprak ile %10 alçı – %2.5 kireç katkılı, %10 alçı – %5 kireç katkılı, %10 alçı katkılı ve katkısız olarak 4 farklı tip numune üretilmiştir. Üretilen bu numuneler üzerinde kuruma sürecinde rötre deneyi, kuruduktan sonra basınç dayanımı deneyi, su emme deneyi, ısı iletkenlik deneyi, kayma dayanımı deneyi, eğilme deneyi ve kırılma enerjisi hesabı yapılmıştır. Sonuç olarak tüm performanslara göre %10 alçı–%2.5 kireç içeren karışımın hem dayanım hem dayanıklılık açısından optimum çözüm olabileceği sonucuna varılmıştır.

Almaç U, (2002) “Alçı bağlayıcılı hazır sıva ile toprak karışımının hasarlı kerpiç yapılarında onarım harcı olarak kullanılabilmesi için deneysel araştırma” isimli yüksek lisans tezi kapsamında ağırlıkça %25, %40 ve %60 toprak katkılı 3 farklı tip, alçı bağlayıcılı hazır sıva ve toprak karışımından oluşan numune üretilmiştir. Gerçekleştirilen taze harç hava muhtevası, yaş birim ağırlığı, eğilmede çekme dayanımı, basınç dayanımı, kılcal su emmesi ve alt tabakaya yapışma (aderans) deneyleri sonucunda harcın içine katılması gereken toprak miktarının ağırlıkça %25 oranında olmasına karar verilmiştir. Laboratuvar ortamında üretilen onarım harcının hasarlı örnek yapıda yedi sene içinde oluşan hasarın onarılması için uygulanması ile günümüz teknolojisi ile kerpiç yapıların onarımının mümkün olduğu açıklanmaktadır. Onarım harcının mala ile uygulanmasının yanı sıra püskürtme makinası ile uygulanması da önerilmektedir.

Pekmezci BY, Kafesçioğlu R, Agahzadeh E, (2012) “Improved performance of earth structures by lime and gypsum addition” isimli makale kapsamında katkısız, %10 alçı, %10 alçı+%2.5 kireç ve %10 alçı+%5 kireç katkılı olmak üzere 4 farklı tipte kerpiç numunesi hazırlanarak, ısıl iletkenlik, kılcal su emme ve rötre deneyleri, SEM ve XRD analizleri, basınç mukavemeti deneyleri ve kayma analizi gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda, tüm alçı ve kireç katkılı numunelerin rötre değerlerinin, katkısız veya sadece alçı katkılı numunelerin rötre değerlerinden daha düşük olduğu belirtilmektedir. Alçı ve kireç katkılı numuneler ile sadece alçı katkılı veya katkısız numunelerin basınç dayanımları arasında dikkate değer bir fark tespit edilemediği, alçı ve kireç katkılı

numunelerin kayma dayanımları ve rijitlik modüllerinin dikkate değer derecede yüksek olduğunun belirlendiği açıklanmaktadır. 1984'ten itibaren alker kullanılarak inşa edilen 2 adet deneme yapısının gözlemlenmesi sonucunda ise, yapıların uzun yıllar dış etkenlere karşı dayanıklı olduğu, herhangi bir bakıma gerek duymadan yıllar boyunca sağlam kalabildiği açıklanmaktadır.

Yün Katkısı ile Kerpiç Stabilizasyonuna İlişkin Deneysel Çalışmalar:

Aymerich F, Fenu L, Meloni P, (2012) "Effect of reinforcing wool fibres on fracture and energy absorption properties of an earthen material" isimli makalede, toprak malzemeye fiber katkısı ile çatlak başlangıcı ve çoğalması ve büyük deformasyon durumunda enerji depolama kapasiteleri konularında deneysel veri eksikliği olduğu belirtilerek, toprak malzemeye koyun yünü katkısı yapılarak mukavemet, çatlama direnci ve son-kırılma davranışı deneysel çalışma ile araştırılmaktadır. Deneysel çalışmada kullanılacak yün katkılı toprak numuneler, Sardinya beyaz koyun yünü 1, 2 ve 3 cm uzunluğunda kırılarak ve %2 ve %3 oranlarında katılarak elde edilmiştir. Eğilme yükleri altında deneyler gerçekleştirilmiştir ve sonucunda yün fiber katkısı yapılmasının başlangıç elastik davranışını ve ilk çatlama mukavemetini etkilemediği, aksine sonraki mukavemet davranışını, kılcallığı ve ilk çatlamadan sonraki enerji depolamasını arttırdığı, fiberin etkisinin en fazla makro çatlaklar ortaya çıktıktan sonra görüldüğü belirtilerek, fiber uzunluğunun ise malzemenin sonraki kırılma davranışı üzerinde büyük deplasman seviyeleri için etkili olduğu açıklanmaktadır.

Galán-Marín C, Rivera-Gómez C, Petric J, (2010) "Clay-based composites stabilized with natural polymer and fibers" isimli makalede, kompozit, sürdürülebilir, toksik olmayan ve yerel olarak temin edilebilen yapı malzemesi elde etmek amacıyla araştırma yapıldığı, kerpiç malzemesine kompozitin bağ yapmasını kuvvetlendirmek için aljinat (ağırlıkça % 0.5 lignum) (kahverengi yosunun hücre duvarından elde edilen doğal bir polimer) ve güçlendirme amaçlı olarak da ağırlıkça % 0.25 kırılmış koyun yünü katıldığı, yapılan deneyler sonucunda bu katkıların yapılarak toprağın basınç mukavemetinin iki katına çıkarıldığı, daha iyi sonuçların daha az yün miktarının katkı yapılmasıyla gözlemlendiği açıklanmaktadır.

Puzolan Katkıları ile Kerpiç Stabilizasyonuna İlişkin Deneysel Çalışmalar:

Binici H, Aksoğan O, Shah T, (2005) “Investigation of fibre reinforced mud brick as a building material” isimli makaleye konu olan çalışma kapsamında, kerpiç malzemeye çimento, bazaltik pomza, kireç ve alçı katkılarına ilave olarak plastik fiber, saman ve polistren kumaş katkıları ayrı ayrı katılarak ve fiber malzemeler ara yüzeylere farklı geometrilere serilerek 3x3=9 farklı tip kerpiç numune hazırlanmıştır. Elde edilen numune örnekleri üzerinde basınç mukavemeti, su emme ve ağırlık kaybı deneyleri gerçekleştirilmiştir. Basınç mukavemeti değerlerinin en yüksek olarak çimento, bazaltik pomza, kireç, alçı, plastik fiber katkıları kullanılarak üretilen numunelerde gözlemlendiği, ara yüzey olarak fiber malzemelerin değişik ve belirli geometriyle uygulanmasının basınç mukavemetini arttırdığı açıklanmaktadır.

Çakır K, (2010) “Doğal puzolan katkılı kireç harcı ile toprak karışımının kerpiç yapılarda dış sıva olarak kullanılabilmesi üzerine deneysel bir araştırma” isimli yüksek lisans tezinde, günümüzde önemi daha da fazla algılanan kerpiç yapıların, mekanik ve fiziksel özelliklerine uyumlu, yapı yüzeyini dış etkilere karşı koruyan, kireç bağlayıcılı sıva malzemesini araştırmak amaçlanmıştır. Toprak karışımı deneyleri, ön deneyler ve numune deneyleri kapsamında, nem oranı belirleme, elek analizi, birim hacim kütle belirleme, özgül kütle belirleme, taze harç kıvamı belirleme, taze harç birim hacim kütlesi, doluluk ve boşluk oranları belirleme, kılcal su emme, atmosfer basıncı altında su emme, buhar geçirgenliği, eğilmede çekme dayanımı, basınç dayanımı, ultra ses hızı ve sertleşmiş harcın alt tabakaya yapışma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Kireç harcının doğal puzolanla iyileştirilmesinin, normal kireç harcına göre mukavemet değerleri (2,58N/mm²) ve suya dayanımı (3 gün boyunca suda dağılmama) önemli ölçüde artırılmış sıva harcının elde edilmesini sağladığı sonucuna varılmıştır.

Çelik MH, Küçük N, Vural M, (2012) “A study on the production of adobe with the addition of silica fume” isimli makaleye konu olan çalışma kapsamında, silis dumanı malzemesinin kerpiç malzemeye katkı yapılmasıyla elde edilecek malzemenin kullanılabilirliğini ve dayanıklılığını araştırmak amacıyla %0, 5, 10 ve 15 oranlarında çimento ve silis dumanı katkısı kerpiç harcına katılarak kerpiç tuğlaları dökülmüştür. Hazırlanan numuneler, basınç mukavemeti, suya dayanım ve rüzgâr direnci deneylerine tabi tutulmuştur. Deneyler sonucunda silis dumanı katkısının basınç mukavemetini ve suya dayanımı arttırdığı, plastik boya ile boyanan numunelerde rüzgâr direnci değerlerinde bir değişme gözlenmediği ve kireçle boyanan numunelerde ise kılcal çatlaklar ve yer yer dökülmeler gözlemlendiği, açıklanmaktadır. %0, 5, 10 ve 15

oranında silis dumanı katkı yapılan numunelerin suda dağılma süreleri en fazla olarak sırayla 60, 63, 65 ve 64 dakika olarak, ortalama basınç mukavemetleri ise sırayla 14.72 kgf/cm², 16.79 kgf/cm², 19.56 kgf/cm² ve 19.85 kgf/cm² olarak ölçülmüştür.

Değirmenci N, (2008) “The using of waste phosphogypsum and natural gypsum in adobe stabilization” isimli makalede, kerpiç malzemesinin fosfo-alçıtaşı ve doğal alçıtaşı katkıları ile güçlendirilmesi sonucunda elde edilen numuneler üzerinde basınç ve eğilme mukavemeti, suda dağılma, kuruma rötresi ve birim ağırlık deneyleri gerçekleştirilmiştir. Fosfo-alçıtaşı ve doğal alçıtaşı katkıları ile kerpiç numunelerin güçlendirilmesi sonucunda basınç mukavemetlerinde artış gözlemlendiği, en iyi suda dağılmaya karşı direnci %25 fosfo-alçıtaşı katkılı numunelerin gösterdiği, fosfo-alçıtaşı katkı miktarını arttırmakla kuruma rötresinde azalma gözlemlendiği, fosfo-alçıtaşının kerpiç güçlendirmesinde ekonomik ve ekolojik bir malzeme olarak tercih edilebileceği açıklanmaktadır.

Gürfidan A, (2006) “Safranbolu evlerinde kullanılan kerpiç malzemenin yüksek fırın cürufu ile iyileştirilmesi” isimli yüksek lisans tezinde, Safranbolu’nun Bulak köyü mevkiinden alınan toprak malzemeye belirli oranlarda yüksek fırın cürufu eklenerek üretilen kompozit numuneler üzerinde basınç ve su emme deneyleri yapılmıştır. Deney çalışması sonucunda, en uygun karışım oranı belirlenerek, Safranbolu evlerinin iyileştirilmesi, tamirat ve tadilatı için hazırlanacak harçların bileşiminin Alker + %30 yüksek fırın cürufu bir karışımdan oluşturulmasının en iyi sonucu vereceği sonucuna varılmıştır.

Kıvrak J, (2007) “Silis dumanı katkılı kerpiçlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması” isimli yüksek lisans tezinde; kerpiç toprağına, kütlece %0, %5, %10, %15, %20, %25 oranında silis dumanı eklenerek ve saman ile karıştırılarak, kerpiç üretilmiştir. Üretilen numuneler üzerinde, birim hacim ağırlık deneyi, basınç dayanımı deneyi, suya dayanıklılık deneyleri yapılmıştır. Katkı yapılan silis dumanı oranlarındaki değişimin kerpiçler üzerindeki mekanik ve fiziksel özelliklerine etkisi değerlendirilmiştir. Sonuç olarak, silis dumanı katkı yapılması, numuneler üzerinde gerçekleştirilen bütün deneylerde olumlu sonuç vermiştir. %25 silis dumanı katkısının birim hacim kütle deneyinde, %10 silis dumanı katkısının basınç mukavemeti deneyinde ve %15 silis dumanı katkısının ise suya dayanıklılık deneyinde en iyi sonucu verdiği görülmüştür.

Reman O, (2002) “Toprağın, bağlayıcı ve diğer katkı malzemeleri ile kullanımı üzerine bir araştırma” isimli makalede, Balıkesir Üniversitesi’nde yapılan araştırma

kapsamında toprak malzemeye tf, ucucu kl, kireç, alçı ve imento katkıları katkı yapılarak üretilen kerpiç numunelerinin basınç mukavemeti ve su kulesi deneyi sonuçları açıklanmaktadır. Çalışma kapsamında Afyon toprağı ve Turgutlu toprağının kullanıldığı, kullanılan toprak cinsine bağlı olarak aynı karışım oranlarında farklı basınç mukavemetleri elde edildiği, yapılan katkıların basınç mukavemeti özelliğini geliştirici yönde etki yaptığı, su kulesi deneyindeki su yükselme değerinin som malzemeye göre drlm bir değerde olsa da yeterli bir seviyede olmadığı, sonuçta malzemelerin bitüm emülsiyonu ile suya karşı güçlendirilmesinin çalışma kapsamına alındığı açıklanmaktadır.

2.7. Diyagonal Kayma Deneyleri

Aydınay B, (2002) “Donatılı ve donatısız alker duvarların kayma dayanımı üzerine deneysel bir araştırma” isimli yüksek lisans tezinde; ikisi geogrid malzeme barındırmayacak şekilde, 3. numune ise 18–20cm’lik sıkıtırılmı alker hamurundan sonra geogrid donatı serilerek üretilen alker duvar numuneleri üzerinde diyagonal kayma deneyleri gerekletirmitir. Deneyler sonucunda yer değiştirme okumalarına göre, göçme şekillerine göre ve yükleme-yer değiştirme grafiklerine göre değerlendirmeler yapılmıştır. Geogrid i derzlere yerletirildiğinden, önce ve sonra dökülen katmanlar arasındaki bütünlüğü azaltarak bu bölgelerde kaymayı kolaylaştırdığı, diğer yandan da geogridin bir aę gibi sararak malzemeyi bir bütün halinde tuttuğu açıklanmaktadır. Geogridin malzemenin parçalanmasını engelleyerek numunenin bütünlüğünün korunmasında önemli rol oynadığı, bundan sonraki yapılacak benzer deneylerde homojen formlarda duvar numuneleri ile daha başarılı sonuçlar alınabileceği belirtilmektedir.

Miccoli L, Garofano A, Fontana P, Müller U, (2015) “Experimental testing and finite element modelling of earth block masonry” isimli makalesinde, kerpiç blok yığma duvarın değişik yüklemeler altında davranışını sayısal olarak modellemek amacıyla tek eksenli basınç deneyleri ve ASTM E519-10’a göre diyagonal basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneysel veriler kullanılarak, çatlama davranışını tanımlamak için mikro modelleme ve makro modelleme yapılmıştır. Makro modellemede, genel basınç-gerinim davranışının başarılı olmasına rağmen, çatlama modelinin başarılı olarak gözlemlenemediği, mikro modellemenin ise kerpiç yığma duvarın asal basınçların dağılımının analizi, bloklar ve harç derzleri arasındaki mevcut yük transferi hakkında

bilgi verdiği ve duvarın göçme mekanizmasını tanımlamak için daha doğru bir yöntem olduğu belirtilmektedir.

Ökten MS, (2013) “Lifli çimento esaslı kompozitlerle güçlendirilmiş dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin deneysel incelenmesi” isimli doktora tezinde; 4’ü karbon lifli çimento esaslı kompozitler (CFRC) ile değişik şekillerde güçlendirilen ve bir grup ise güçlendirilmeyerek kontrol seti olarak bırakılan 15 adet duvar numunesi üzerinde ASTM E 519/E519M-10 (2010)’a göre diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda CFRC ile güçlendirilen tüm numunelerin kayma dayanımı değerlerinde güçlendirilmeyen kontrol numunelerine göre belirgin bir artış elde edildiği, güçlendirilen numunelerde maksimum kayma dayanımına karşılık gelen kayma şekil değiştirmelerinde azalmalar görülse de göçme anındaki şekil değiştirmelerin kontrol numunelerinkine göre daha fazla olduğu açıklanmaktadır.

Pradhan PM, Timalisina SP, Bhatt MR, (2018) “Determination of shear strength of bambu panel” isimli makale çalışması kapsamında Nepal’de bambu duvar panellerinin depreme dayanıklı, ekonomik konut uygulamalarında kullanılabilmesi için malzemenin kayma mukavemetini belirlemek amaçlanmıştır. Çimento sıvalı ve sıvasız olmak üzere iki tip 600x600x150–75 mm ebatlarında bambu duvar paneli numuneleri üzerinde monotonik yük uygulayarak diyagonal basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda çimento sıva uygulanan numunelerin daha yüksek yük seviyelerine karşı direnç gösterdiği ve rijtilik modülünün daha fazla olduğu, ancak sıvanın strüktürel yapı elemanı olmaması nedeniyle, tasarım aşamasında sıvasız numunelerin basınç deneylerinin esas alınması gerektiği açıklanmıştır.

Vargas J, Blondet M, Cancino C, Ginocchio F, Iwaki C, Morales K, (2008), “Experimental results on the use of mud-based grouts to repair seismic cracks on adobe walls” isimli makaleye konu olan yaptıkları deneysel çalışma kapsamında; kare formda olacak şekilde ve kerpiç blokları kerpiç harcıyla örülerek üretilen kerpiç duvar numunelerinde, çimento: %5, %7 ve %10 oranlarında; kireç: %5, %7 ve %10 oranlarında; alçı: %5, %10 ve %20 oranlarında katkı yapılan toprak esaslı enjeksiyon harçlarını çatlama deformasyonu sonrasında uygulayarak diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirmişlerdir. Deneyler sonucunda, en iyi sonucun alçı katkılı harçla alındığını, alçı oranını arttırarak %20 ile %30 arasında katkı yapmanın daha iyi sonuç vereceğini, çimento ve kireç katkısının iyi sonuç vermediğini açıklamışlardır.

2.8. Literatür Özeti ve Hipotez

Yapılan kaynak araştırması sonucunda, geleneksel kerpiç yapılarda sudan, sıcaklık değişimlerinden, bitkilerden, hayvanlardan, insanlardan, zemin hareketlerinden ve depremden kaynaklı yapısal deformasyonlar olduğu tespit edilmiştir. Bu deformasyonlar genellikle çatlama deformasyonu şeklinde ortaya çıkmaktadır. Oluşan deformasyonların onarımı için dikiş, enjeksiyon, kenetleme, harçla doldurma, yenileme vb. gibi çeşitli teknikler kullanılmaktadır. Tescilli kerpiç yapılarda oluşan bu tür deformasyonların restorasyon tekniğine uygun nitelikte malzeme ve yöntemlerle onarılması gerekmektedir.

Konya yöresinde tescilli kerpiç yapıların Türbeönü semtinde yer aldığını görmekteyiz. Bu yapılarda da diğer geleneksel kerpiç yapılarda oluşan yapısal deformasyonlar oluşmakta ve onarımlarının restorasyon tekniğine uygun olarak yapılması gerekmektedir.

Kaynak araştırması sonucunda kerpiç malzemeye çeşitli katkıları katılarak kerpiç malzemenin özelliklerinin iyileştirilmeye çalışıldığı makale ve tezlere ulaşılmıştır. Bu yayınlardan fiber, alçı, yün, çimento, puzolan ve bitüm katkılarıyla kerpiç malzemenin özelliklerinin iyileştirilebildiğini öğrenmekteyiz. Ancak kerpiç malzemenin güçlendirilerek iyileştirilmesi genellikle daha dayanıklı kerpiç ve kerpiç sıva üretimi için araştırılmıştır.

Kerpiç harcına çeşitli katkıları katılması yoluyla güçlendirilerek onarım harcı olarak kullanılması ve restorasyon çalışmalarında kullanılabilirliğinin araştırılması hem bir ihtiyaç hem de araştırılmamış bilimsel bir konu olarak karşımıza çıkmaktadır.

Restorasyon tekniğinde yapıdaki özgün malzemelerin özelliklerini laboratuvar çalışması ile tespit edip, yeniden bu özgün malzemeleri elde ederek yerine koymak esastır. Ancak geleneksel yapıların özgün malzemelerine uyumlu, güçlendirilmiş kerpiç harçları ile onarılması, güçlendirilmesi ve gereğinde yapıda kısmi olarak yenileme yapılması, daha kalıcı restorasyon uygulamalarına yol açacaktır.

Alçı, çimento ve yün katkıları, kerpiç katkıları olarak alçı ve çimentonun yaygın olarak kullanılması, yün katkısının ise ekolojik ve daha dayanıklı kerpiç malzemesinin elde edilmesini sağlaması nedeniyle tez çalışması kapsamında onarım harcına katılacak kerpiç katkıları olarak araştırılmak için seçilmişlerdir.

Konya Türbeönü semti tescilli kerpiç yapıları, Konya'daki günümüze ulaşabilmiş, az sayıdaki kerpiç yapı stoğunu oluşturduğundan, bu yapıların

korunabilmesi için araştırma yapılması öncelik arz etmektedir. Alçı, çimento ve yün katkılarının kerpiç onarım harcına katılarak elde edilecek malzemelerin restorasyon tekniği açısından uygunluğunun araştırılması için Konya Türbeönü semti tescilli kerpiç yapıları araştırma alanı olarak seçilmiştir. Konya Türbeönü semti tescilli kerpiç yapılarının özgün kerpiç malzemesinin özelliklerinin belirlenmesi ve bu kerpiç malzemenin yeniden elde edilmesi, restorasyon uygulamaları konu edinildiğinden tez çalışması kapsamına alınmıştır. Bu kapsamda kireç katkısı, kerpiç harcına katkı yapılarak özellikleri araştırılmıştır. Konya Türbeönü evlerinin hem özgün kerpiç malzemesiyle hem de güçlendirilmiş yeni kerpiç malzemelerle restore edilebilirliğini araştırmak amaçlanmıştır.

Kerpiç malzemelerin performansını ölçmek için laboratuvar ortamında çeşitli mekanik ve fiziksel harç deneylerinin, duvar numuneleri üzerinde diyagonal kayma ve tek eksenli basınç deneylerinin ve minyatür numuneler üzerinde tabla sarsma deneylerinin yapıldığını kaynak araştırmasından öğrenmekteyiz.

Tez çalışması kapsamında Konya Türbeönü semti tescilli kerpiç yapılarının özgün malzemesini yeniden elde etmek ve yapıların restorasyonunda alçı, çimento ve yün katkılarının kerpiç onarım harcı olarak kullanılmasının uygunluğunu ölçmek için laboratuvar çalışması yapılması öngörülmüştür.

Konya Türbeönü evlerinden numuneler alarak, kimyasal ve petrografik analizlerini yaparak özgün malzeme özelliklerini belirlemek ve özgün malzemeyi yeniden elde etmek, bu elde edilen malzemedan üretilecek kerpiç tuğlalarla alçı, çimento ve yün katkılı örgü harçlarını kullanarak duvar numuneleri örerek diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirmek deneysel çalışma kapsamına alınmıştır. ASTM E 519/E519M-15'e göre gerçekleştirilen diyagonal kayma deneyleri duvar numunelerinin kayma dayanımı ölçmek için daha doğru bir metot olduğundan, tez çalışması kapsamında diğer metotlara karşı tercih edilmiştir. Ayrıca mekanik ve fiziksel harç (tuğla harcı ve örgü harçları) deneyleri de deney çalışmaları kapsamına alınmıştır.

Bu kapsamda tezin amacı, araştırılmak istenen problem ve hipotez belirlenmiştir.

Amaç: Alçı, çimento ve yün katkılı kerpiç harçlarının günümüzdeki Türbeönü semti kerpiç yığma yapılarının çatlama deformasyonu onarımında, duvarın güçlendirilmesinde ve yenilenmesinde kullanılmasının uygunluğunu laboratuvar ortamında ölçmek.

Problem: Alçı, çimento ve yün katkıli kerpiç harçlarının çatlama deformasyonu onarımında, duvar güçlendirmesinde ve yenilenmesinde kullanımı ile Türbeönü semti yığma kerpiç yapıları korunabilir mi?

Hipotez: Alçı, çimento ve yün katkıli kerpiç harçları ile Türbeönü semti kerpiç yığma yapılarının çatlama deformasyonu onarılabilir, duvar güçlendirmesi ve yenilemesi yapılarak yapıların restorasyonu yapılabilir.



3. MATERYAL VE YÖNTEM

Deneysel çalışma kapsamında, kireç, alçı, çimento ve yün katkılı kerpiç harçlarının kayma mukavemeti performanslarını birbirleriyle karşılaştırmak amacıyla kireç, alçı, çimento ve yün katkılı kerpiç harçları örgü harçları olarak kullanılarak üretilen duvar numuneleri üzerinde diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Diyagonal kayma deneylerinin gerçekleştirilebilmesi için ise killi toprak temini, kerpiç tuğla harcı ve örgü harçları imalatları, kerpiç tuğla imalatı ve duvar numunelerinin imalatları malzeme temini ve ön etüt ve çalışmalar kapsamında gerçekleştirilmiştir. Deneylerde kullanılacak kerpiç tuğlası, örgü harcı vb. gibi malzeme üretiminde kullanılacak toprak hammaddesinin analizi, yöreye ait özgün kerpiç malzemenin özelliklerinin araştırılması için kimyasal ve petrografik analizler ile kerpiç tuğla ve örgü harçlarının imalatları için gerekli fiziksel ve mekanik performans deneyleri, ön deneysel çalışma kapsamında gerçekleştirilmiştir.

Geleneksel kerpiç yapıların üretiminde kullanılacak, materyali olan kerpiç tuğlasının temini için genellikle yapının yapılacağı yere yakın bir yerde veya yapının kendi bahçesinde o yerin kendi toprağı kullanılarak kerpiç imalatı yapılmaktadır. Tez çalışması kapsamında, Konya Türbeönü semti tescilli kerpiç yapılarının restorasyonun yapılması amaçlandığından deneysel çalışmada kullanılacak kerpiç tuğlalar ve kerpiç duvar örgü harçlarının imalatı için bu yörenin toprağı kullanılmıştır.

Diyagonal kayma deneylerinde kullanılacak kerpiç tuğlasını üretebilmek için öncelikle Konya Türbeönü toprağı kullanılarak saman katkılı kerpiç numuneleri deneme amaçlı olarak üretilmiştir. Bu numunelerin üretiminde toprak, 16 kg/m^3 saman, su karışım oranları kullanılmıştır.

Ayrıca geleneksel kerpiç malzemenin içeriğini anlamak ve yeni kerpiç imalatını da buna uygun olarak yapabilmek için Çatalhöyük yerleşimi, Kılıçarslan Köşkü kalıntısı ve tescilli ve tescilsiz Konya Türbeönü kerpiç evlerinden numuneler alınarak malzeme analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda kireç katkısının geleneksel kerpiç imalatında katkı maddesi olarak kullanıldığı görüldüğünden yeni üretilecek kerpiç tuğlaların imalatında, Kayseri Kalaba Bölgesi sönmemiş kirecinin söndürülmesi yoluyla elde edilen sönmüş kaymak kireç kullanılmıştır. Kireç katkılı kerpiç harcı üretiminde toprak, 8 kg/m^3 saman, toprağın 1/6'sı kadar sönmüş kaymak kireç, su karışım oranları kullanılmıştır. Bu karışım oranları kullanılarak 1920 adet (10x20x7cm) kuzu ve 1200 adet (20x20x7cm) ana kerpiç tuğlası seri olarak imal edilmiştir.

Kerpiç tuğlalarını kullanarak, diyagonal kayma deneylerinde kullanılacak duvar numunelerinin imalatını sağlamak için kireç, alçı, çimento ve yün katkılarını kerpiç harcına katarak örgü harçları elde edilmiştir. Kireç katkılı örgü harcında kerpiç tuğla imalatında kullanılanla aynı malzeme içeriğine sahip harç kullanılmıştır. Alçı katkılı kerpiç harcında toprak, %10 perlitli sıva alçısı, %2 sönmüş kaymak kireç, %20–22 su karışım oranları kullanılmıştır. Çimento katkılı kerpiç harcında toprak, karışımın ağırlığına göre %10 CEM II/B-M(P-L)32.5R tipi Portland kompoze çimentosu, su karışım oranları kullanılmıştır. Yün katkılı kerpiç harcında toprak, karışımın ağırlığına göre %1 oranında 3–4cm'lik kırılmış koyun yünü, su karışım oranları kullanılmıştır.

Duvar numunelerinden sıvalı üretilenlerin sıvaları da yine kerpiç tuğla imalatında kullanılan kireç katkılı kerpiç harcıyla aynı karışım oranlarında üretilmiştir.

Çeşitli standartlar ve deney yöntemleri kapsamında, laboratuvar ortamında yapılan deney çalışmaları, tez çalışmasının yöntemini oluşturmaktadır (Çizelge 3.1.). Deneylerde takip edilecek yöntem aşamaları EK-4'te verilmiştir.

Çatalhöyük yerleşimi, Kılıçarslan Köşkü kalıntısı ve tescilli ve tescilsiz Konya Türbeönü kerpiç evlerinden numuneler alınarak yapılan kimyasal ve petrografik analizler kapsamında; tuz analizi, protein tayini, yağ tayini ve kalsinasyon deneyleri, asitte kalan agregaların stereo mikroskopla görsel analizleri, örnek kesitlerinin petrografik analizi, XRD Analizi ve SEM–EDX Analizi yapılmıştır. Karşılaştırma yapmak amacıyla yeni üretilen kerpiç numunesinin de kimyasal ve petrografik analizleri yapılmıştır.

Deneyisel çalışmada kullanılacak kerpiç tuğlalar ve kerpiç duvar örgü harçlarının imalatı için kullanılacak Konya Türbeönü semti toprağının özelliklerini belirleyebilmek için TS 1900–1 standardına göre; dane çapı dağılımı (elek analizi), özgül ağırlık ve standart sıkıştırma deneyleri yapılmıştır.

Kerpiç tuğlası imalatı için saman katkılı ve saman-kireç katkılı kerpiç harçları hazırlanarak alınan numuneler üzerinde TS 2514'e göre standart kıvam deneyi, rötre deneyi, basınç mukavemeti deneyi, çekme mukavemeti deneyi, çamurlaşma deneyi yapılmıştır. Deney sonuçlarına göre karşılaştırma yapıldığında saman-kireç katkılı kerpiç harcı daha iyi performans gösterdiğinden ve geleneksel kerpiç malzemeye daha uygun malzeme özelliği gösterdiğinden saman-kireç katkılı kerpiç harcıyla seri olarak kerpiç tuğlası imalatı yapılmıştır.

Çizelge 3.1. Deney yöntemi.

	Toprak	Bağlayıcı harç ve onarım harçları	Tuğla	Duvar numunesi
İstanbul KUDEB Lab. İşletme İçi Yöntem*			Kimyasal Testler ve Analitik Kimya Deneyleri; 1. Tuz analizi, 2. Protein tayini, 3. Yağ tayini, 4. Kalsinasyon deneyleri, Enstrümantal Analizler ve İncelemeler; 1. SEM-EDX Analizi 2. XRD Analizi	
TS 1900-1	1. Dane çapı dağılımı (elek analizi) deneyi 2. Özgül ağırlık deneyi 3. Standart sıkıştırma deneyi			
TS EN 12407*			Petrografik analiz	
TS EN 1015-11		1. Basınç dayanımı deneyi 2. Eğilme dayanımı deneyi		
TS 2514			1. Standart kıvam deneyi 2. Rötire deneyi 3. Çamurlaşma deneyi 4. Çekme dayanımı deneyi 5. Basınç dayanımı deneyi 6. Tuğla imalatı	
ASTM C1314-14			Basınç mukavemeti deneyi	
ASTM E519/E519M-15				Diyagonal kayma dayanımı deneyi

(*) : tuğla numunesi için yapılan (*) ile belirtilen deneyler aynı zamanda arkeolojik kerpiç kalıntılarına ve Türbeönü yığma kerpiç yapılarından alınan kerpiç numunelerine de yapılmıştır.

1/2 ölçekte küçültülmüş ana ve kuzu kerpiç tuğlaları, ana için 40x40x14cm orijinal boyutu temsilen 20x20x7cm ebatlarında, kuzu için 20x40x14 orijinal boyutu temsilen 10x20x7cm ebatlarında olarak imal edilmiştir. 14 yatay sıralı duvarı temsil eden, yatay ve düşey hatlıları bulunmayan 1/2 ölçekte küçültülmüş duvar numuneleri imal edilmiştir. 34x125x134 cm ebatlarında 2 adet sıvasız olarak kireç katkılı harçla, 2 adet sıvalı olarak kireç katkılı harçla, 3 adet sıvalı olarak alçı katkılı harçla, 3 adet sıvalı olarak çimento katkılı harçla ve 3 adet sıvalı olarak yün katkılı harçla, (bu harçlar örgü harcı olarak kullanılarak) toplam 13 adet duvar numunesi üretilmiştir.

Kireç, alçı, çimento ve yün örgü harçları üzerinde TS EN 1015-11'e göre basınç ve eğilme dayanımı deneyleri yapılmıştır.

ASTM E519/E519M-15'e göre duvar numuneleri üzerinde diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda kireç, alçı, çimento ve yün örgü harçlarının performansı, diyagonal kayma gerilmesindeki etkinliği açısından, duvar iflasını oluşturan maksimum yük seviyesi ve duvarlarda oluşan deformasyonların sayı, şekil ve büyüklüğü esas alınarak karşılaştırılmıştır.

3.1. Killi Toprak Analizleri

Türbeönü semtinde, kerpiç yapım tekniğine uygun olarak, toprağın bitki örtüsü alındıktan sonra organik bitki kökü içermeyen toprak derinliğinden, en fazla 2.5m derinliğe inilerek deneylerde kullanılacak toprak alınmıştır (Şekil 3.1.).

Türbeönü semtinden deneylerde kullanılmak üzere alınan toprak numune üzerinde TS 1900-1 standardına göre; dane çapı dağılımı (elek analizi) (Çizelge 3.2.), özgül ağırlık ve standart sıkıştırma deneyleri yapılmıştır.



Şekil 3.1. Deneyde kullanılan toprak

Çizelge 3.2. Elek Analizi Sonuçları

	Çakıl (%)	Silt+Kil (%)	Kum (%)
Numune1	7.52	64.65	26.95
Numune 2	2.88	70.69	26.42
Numune 3	4.83	68.93	26.25

Yapılan deneyler sonucunda; seçilen toprağın %70 oranında kil ihtiva ettiği tespit edilmiştir. Özgül ağırlık deneyi sonucunda, toprağın özgül ağırlığı 1.81Gs (20°C) bulunmuştur. Standart sıkıştırma deneyi sonucunda; kuru birim ağırlığı 1.73g/cm³, su içeriği %16.9 bulunmuştur (bkz. EK- 7). Seçilen toprağın %70 oranında kil ihtiva ettiği tespit edilmiştir. TS 2514'e göre %70 kil ihtiva eden çok yağlı toprak sınıfına girmektedir, 1 m³ toprak için 15–20kg arasında bitkisel madde katkısı yapılması gerekmektedir.

3.2. Kimyasal ve Petrografik Analizler

Konya yöresinin kerpiç yapı özelliği tarih öncesi zamanlardan günümüze ulaşan bir yapı kültürü olduğundan, Konya yöresinin kerpiç özelliklerini tarihöncesini de kapsayan geniş kapsamlı bir çerçevede değerlendirmek amacıyla Çatalhöyük yerleşimi ve Konya Alaaddin tepesinde yer alan Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı kerpiçlerinin kimyasal ve petrografik analizleri yapılmıştır.

Konya Türbeönü semtinden biri tescilli diğeri tescilsiz olmak üzere iki adet kerpiç yapım tekniği ile inşa edilmiş konut yapısından kerpiç tuğla numuneleri alınarak kimyasal ve petrografik analizleri gerçekleştirilmiştir. Daha sonra bu evlerin tescilli olanından harç örneği de alınarak analizleri gerçekleştirilmiştir. Analiz sonuçları incelenerek tescilli evin kerpiç malzeme içeriği dikkate alınarak duvar deneylerinde kullanılacak tuğlaların imalatında kullanılacak kerpiç harcının karışım içeriği ve oranları belirlenmiştir. Bu karışım oranlarına göre seri imalat olarak kerpiç tuğlalar üretilmiştir. Yeni imal edilen kerpiç tuğlasının da ayrıca kimyasal ve petrografik analizleri gerçekleştirilerek kerpiç malzemenin özelliklerini arkeolojik, geleneksel ve yeni imalat kerpiçleri arasında karşılaştırma imkânı sağlanmıştır.

Alınan kerpiç örneklerinin tanımı yapılmış, protein, yağ ve suda çözünebilir tuzları basit spot testlerle araştırılmış, nitelikleri, bağlayıcı/agrega/katkı maddesi

içerikleri ve oranları, kızdırma kaybı, petrografik ve asit kaybı analizleri ile asitle reaksiyona girmeyen agregaların stereo mikroskop altında görsel analizleri ve sonuçları ilgili başlıklar altında verilmiştir.

Örneklerin içeriğinde bulunan suda çözünebilir tuzların niteliklerini (klorür, sülfat, karbonat ve nitrat tuzları) ve miktarlarını belirleyebilmek, sabunlaşabilir yağ, protein gibi katkı maddelerinin katılıp katılmadığını anlayabilmek üzere basit spot testler yapılmış ve ilgili analiz sonuçları, “Suda Çözünebilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri” başlığı altında çizelgelerle verilmiştir.

Örneklerin 105 ± 5 °C, 550 ± 5 °C ve 1050 ± 5 °C’de yapılan kalsinasyon (kızdırma kaybı) analiz sonuçları ile asitle muamele sonucunda reaksiyona girmeyerek parçalanmadan kalmış olan silikatlı agregaların oranı ve bu agregaların boyut dağılımları “Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizleri” başlığı altında çizelgelerle verilmiştir.

Asitle muamele edilerek parçalanan örneklerin, asitle reaksiyona girmeyen silikatlı agregaları, elek analizi ile boyutlarına ayrıldıktan sonra, stereo mikroskop altında incelenmiş ve görünür özellikleri “Asitte Kalan Agregaların Stereo Mikroskopla Görsel Analizleri” başlığı altında verilmiştir. Tanımlarda %1’den az miktarlar için “çok az”, %1–2 miktarları için “az” terimleri kullanılmıştır.

Örneklerin mineral içerikleri ve yaklaşık olarak oranları, epoksiye gömülerek hazırlanan ince kesitleri, polarizan mikroskop (çift nikol) ve stereo mikroskop altında incelenerek tespit edilmiştir. Sonuçları “Örnek Kesitlerinin Petrografik Analizi” başlığı altında verilmiştir.

Örneklerin incelenmesi amacıyla, farklı bölgelerinden SEM görüntüleri alınmış ve bu görüntüler üzerinde işaretlenen alanlarda EDX analizleri yapılmıştır. Tüm sonuçlar karşılaştırılarak uyumlu oldukları görülmüş ve analiz sonucu bir SEM görüntüsü ve örneğin genel yapısını temsil eden bir EDX spektrumu ile verilmiştir.

3.2.1. Çatalhöyük numunelerinin kimyasal ve petrografik analizleri

Çatalhöyük Neolitik kenti, Konya’nın Çumra ilçesinde yer almakta ve iki höyükten oluşmaktadır. Doğu höyüğü (büyük höyük) M.Ö. 7400 ve 6200 yılları arasındaki Neolitik yerleşim katmanıdır. Batı höyüğü (küçük höyük) ise M.Ö. 6200 ve 5200 yılları arasındaki Kalkolitik dönemi özelliklerini taşıyan katmandır (Arslan 2013).

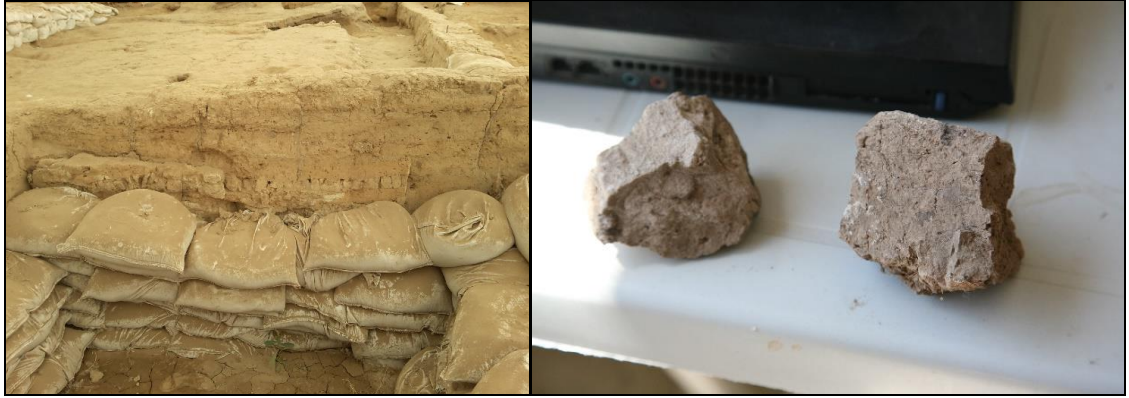
Çatalhöyük doğu höyüğü, bina 119'dan Numune 1 (Örnek 1, Örnek 2), batı höyüğü, bina 2'den ise Numune 2 (Örnek 3, Örnek 4) alınmıştır (Şekil 3.2., Şekil 3.3.).

Örnek 1: Kahverengi renkli, içerisinde 1 mm boyutlu agregaları ve önemsenmeyecek kadar az miktarda siyah cürüfları bulunan, sağlam yapıda kerpiç harcı örneğidir.

Örnek 2: Kahverengi renkli, içerisinde 1 mm boyutlu agregaları bulunan, sağlam yapıda kerpiç harcı örneğidir.

Örnek 3: Koyu kahverengi renkli, içerisinde 1 mm boyuta ulaşan agregaları bulunan, sağlam yapıda kerpiç harcı örneğidir.

Örnek 4: Koyu kahverengi renkli, içerisinde 1 mm boyuta ulaşan agregaları bulunan, sağlamca yapıda kerpiç harcı örneğidir.



a) b)
Şekil 3.2. a), b) Numune 1 (Örnek 1, Örnek 2)–bina 119'dan alınmıştır. 08.07.2017



a) b)
Şekil 3.3. a), b) Numune 2 (Örnek 3, Örnek 4)–bina 2'den alınmıştır. 08.07.2017

Numunelere uygulanan kimyasal testlerin ve analitik kimya deneylerinin sonuçları aşağıda verilmiştir (Çizelge 3.3., Çizelge 3.4.).

Çizelge 3.3. Suda Çözünebilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri

Örnek No	TUZ						PROTEİN	YAĞ
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	İLETKENLİK (µS)	% Tuz Miktarı		
1	+	+	-	-	159	1,00	-	-
2	+	+	-	-	207	1,30	+	-
3	++	-	-	++	854	5,38	-	-
4	++	-	-	+	768	4,84	-	-

-: Yok; +: Az var; ++: Var; +++: Fazla var; ++++: Çok Fazla var

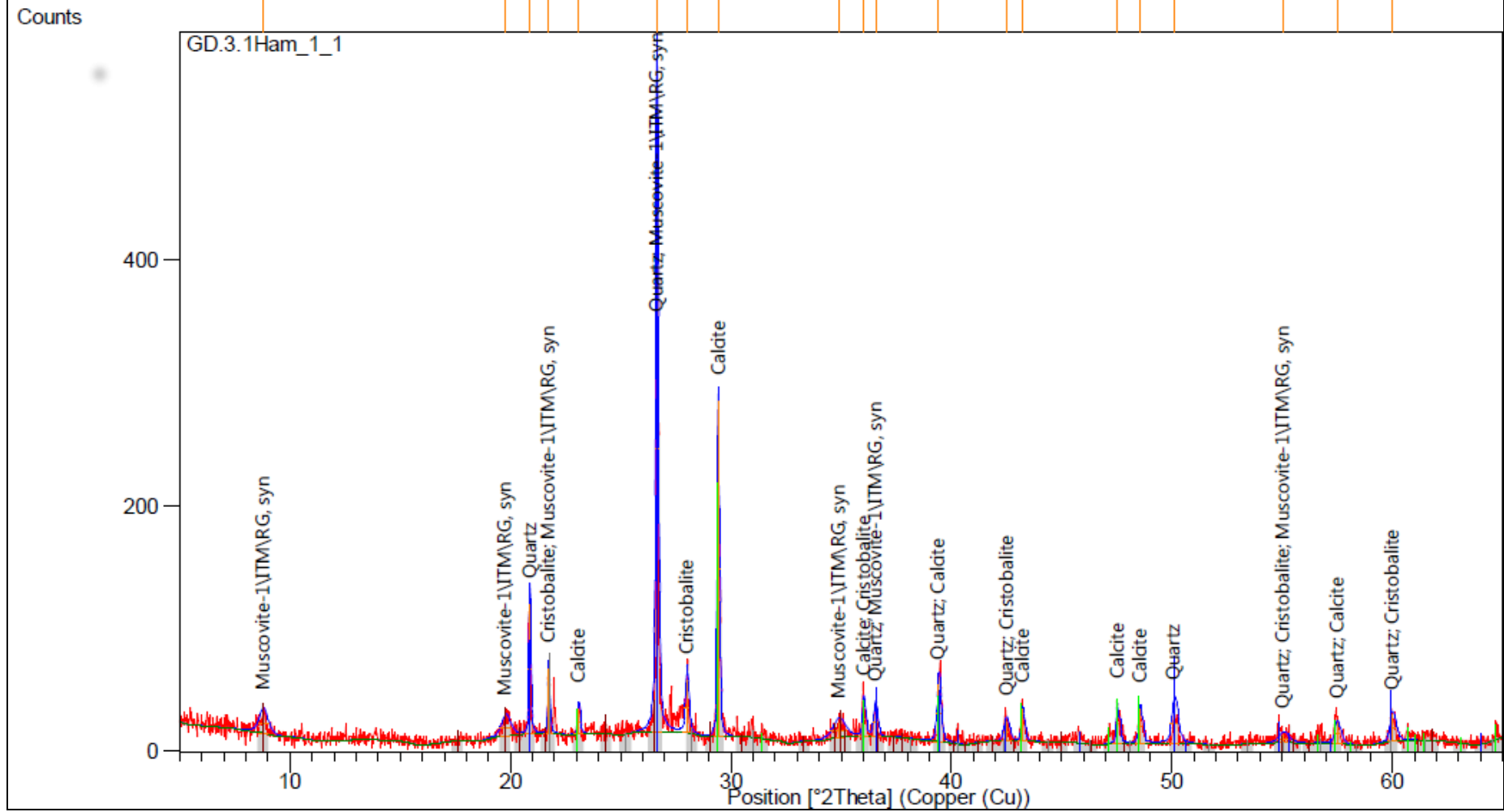
Çizelge 3.4. Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizleri

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)			Asitle (%)		Elekte Kalan (%)							
	Nem	550 °C	CaCO ₃	Kayıp	Kalan	5000 µ	2500 µ	1000 µ	500 µ	250 µ	125 µ	63 µ	<63 µ
1	2,38	4,24	26,12	24,05	75,95	0,00	0,00	0,01	0,07	0,28	0,38	0,93	13,10
2	1,60	2,30	23,63	21,90	78,10	0,00	0,00	0,01	0,03	0,16	0,41	3,48	11,37
3	3,55	7,44	18,23	24,82	75,18	0,00	0,00	0,05	0,37	1,58	1,16	2,93	9,27
4	4,06	7,44	16,80	22,21	77,79	0,00	0,00	0,03	0,33	1,61	1,27	3,43	8,05

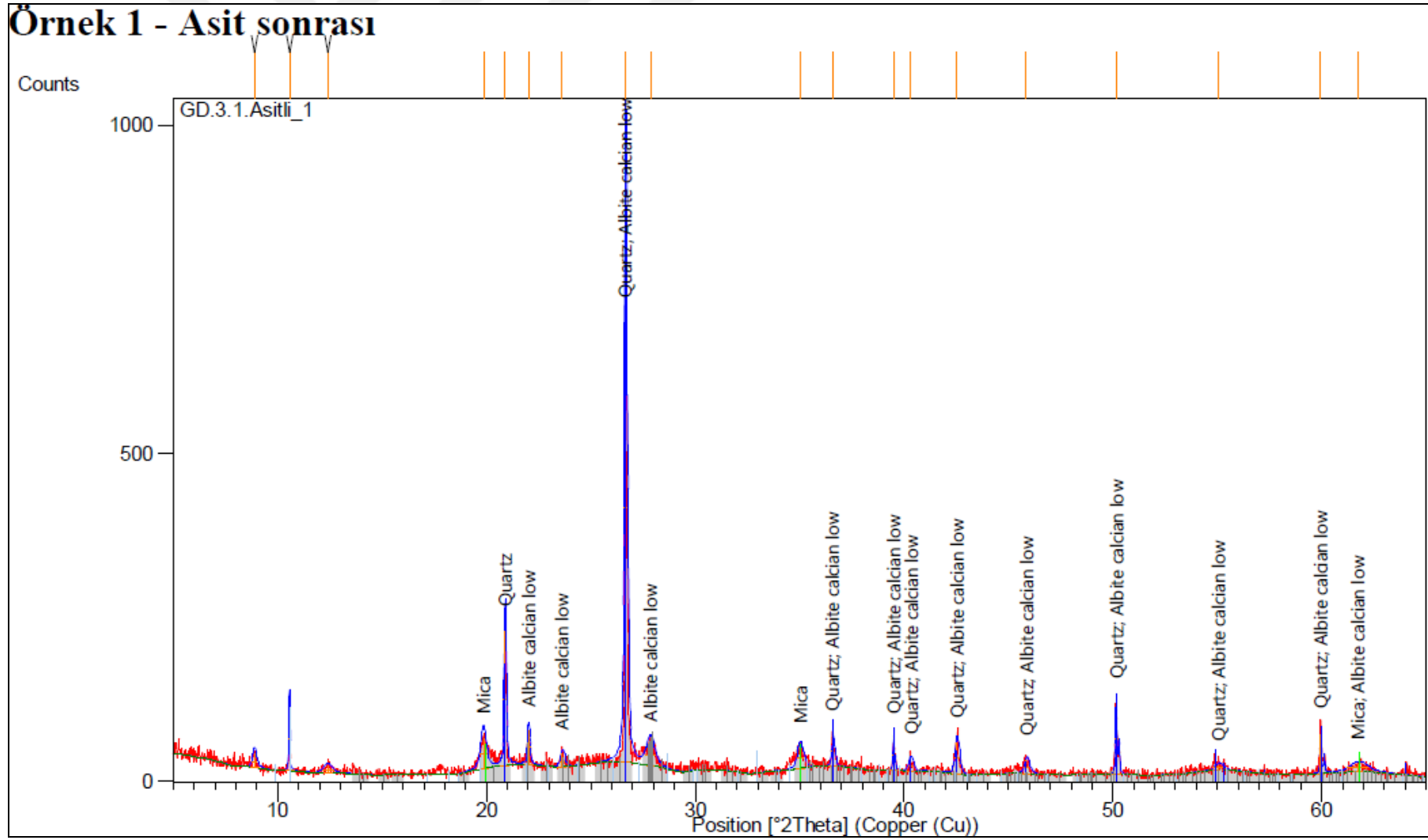
XRD Analizi sonucu:

4 adet kerpiç harcı örneğinin XRD analiz sonuçlarının incelenmesi neticesinde; 4 adet örneğin asitle muamele sonucunda kalanları incelendiğinde: İllit, Muskovit, Kaolinit, Amfibol (Cummingtanite) minerallerinin tüm örneklerde mevcut olduğu, asitle muamele görmemiş ham örneklerinin incelenmesi sonucunda da aynı minerallerin varlıkları tespit edilmiştir (Şekil 3.4.- Şekil 3.11.).

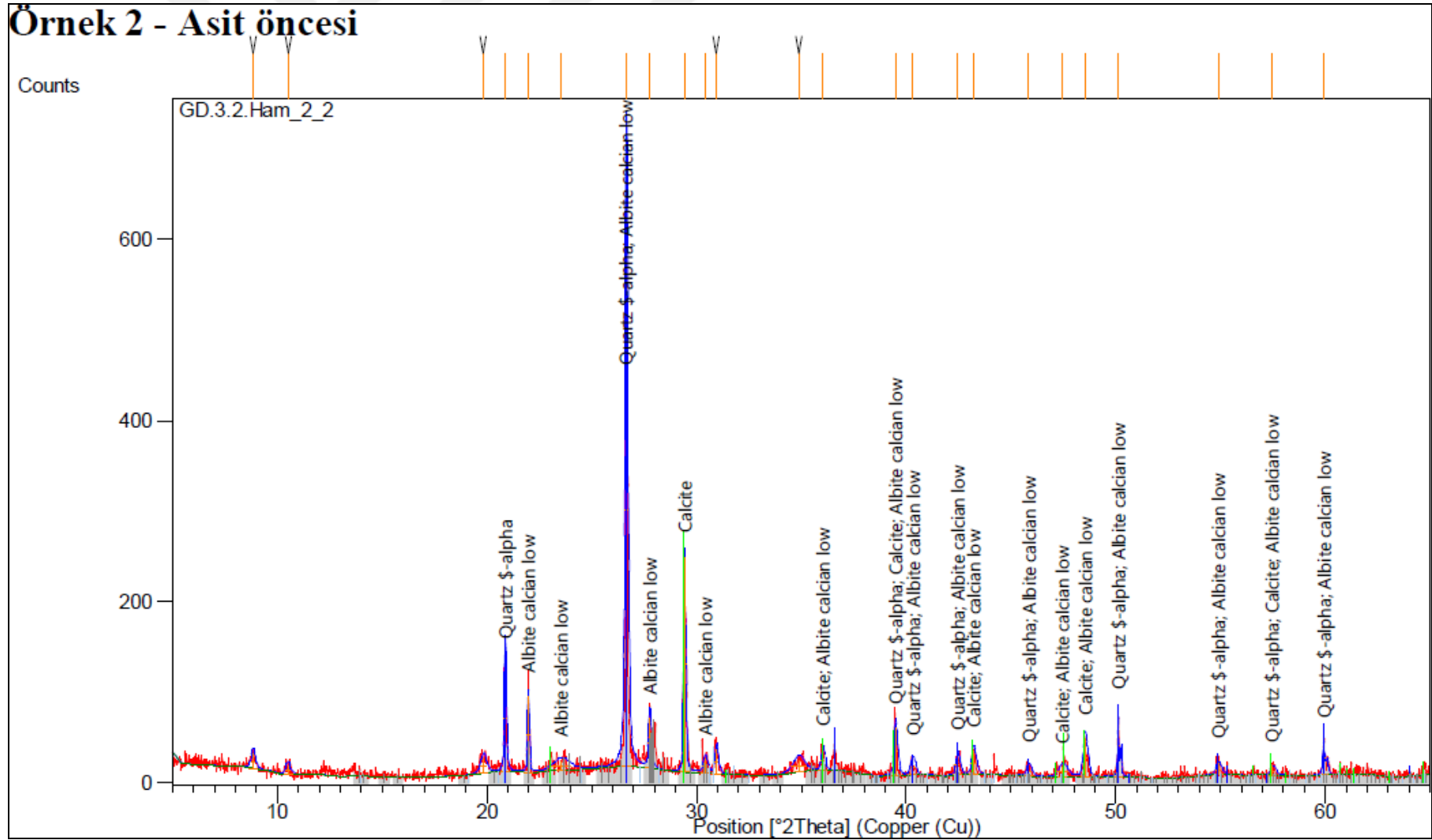
Örnek 1 - Asit öncesi



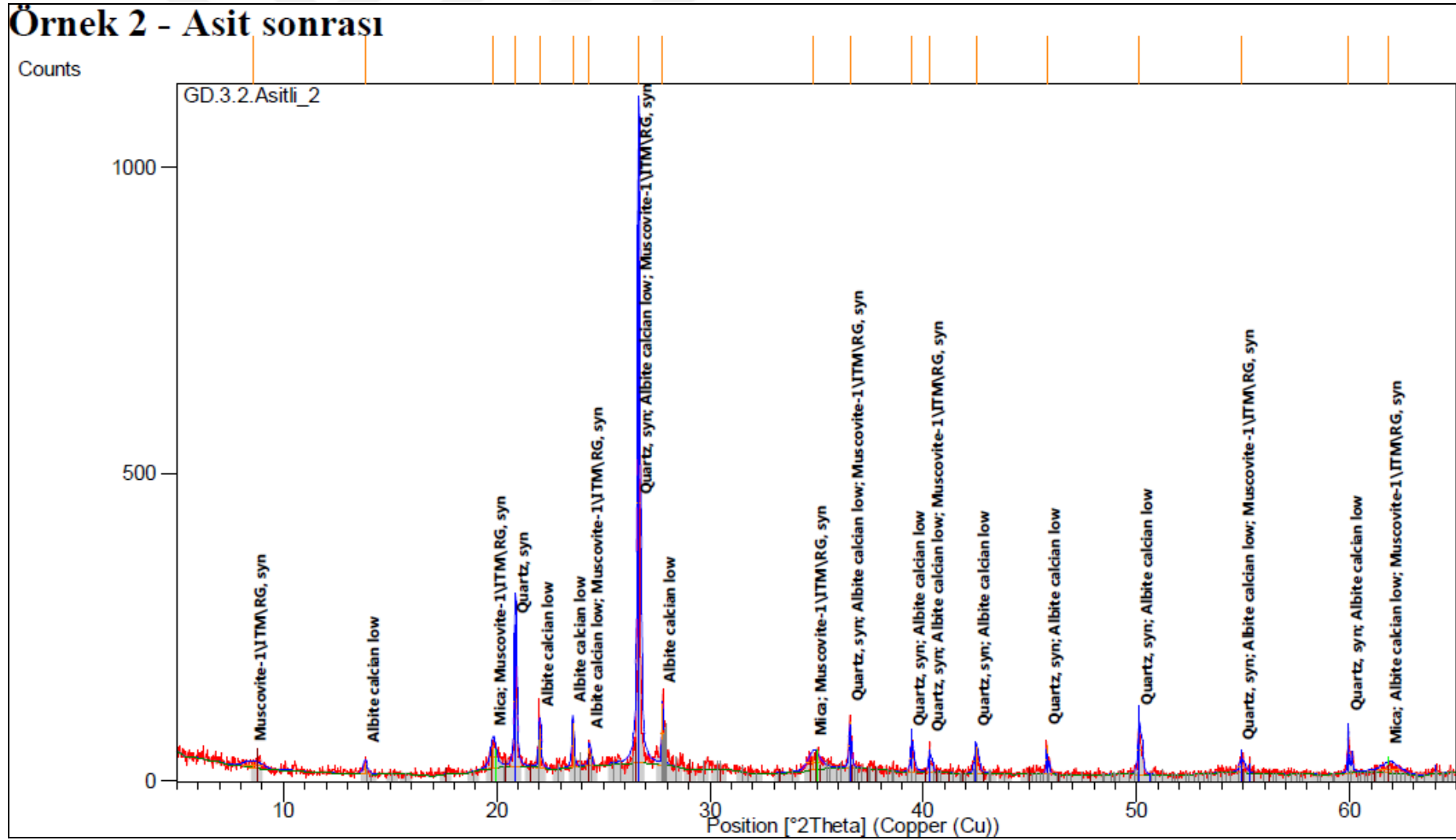
Şekil 3.4. XRD analiz grafiği (Örnek 1–Asit öncesi)



Şekil 3.5. XRD analiz grafiği (Örnek 1–Asit sonrası)

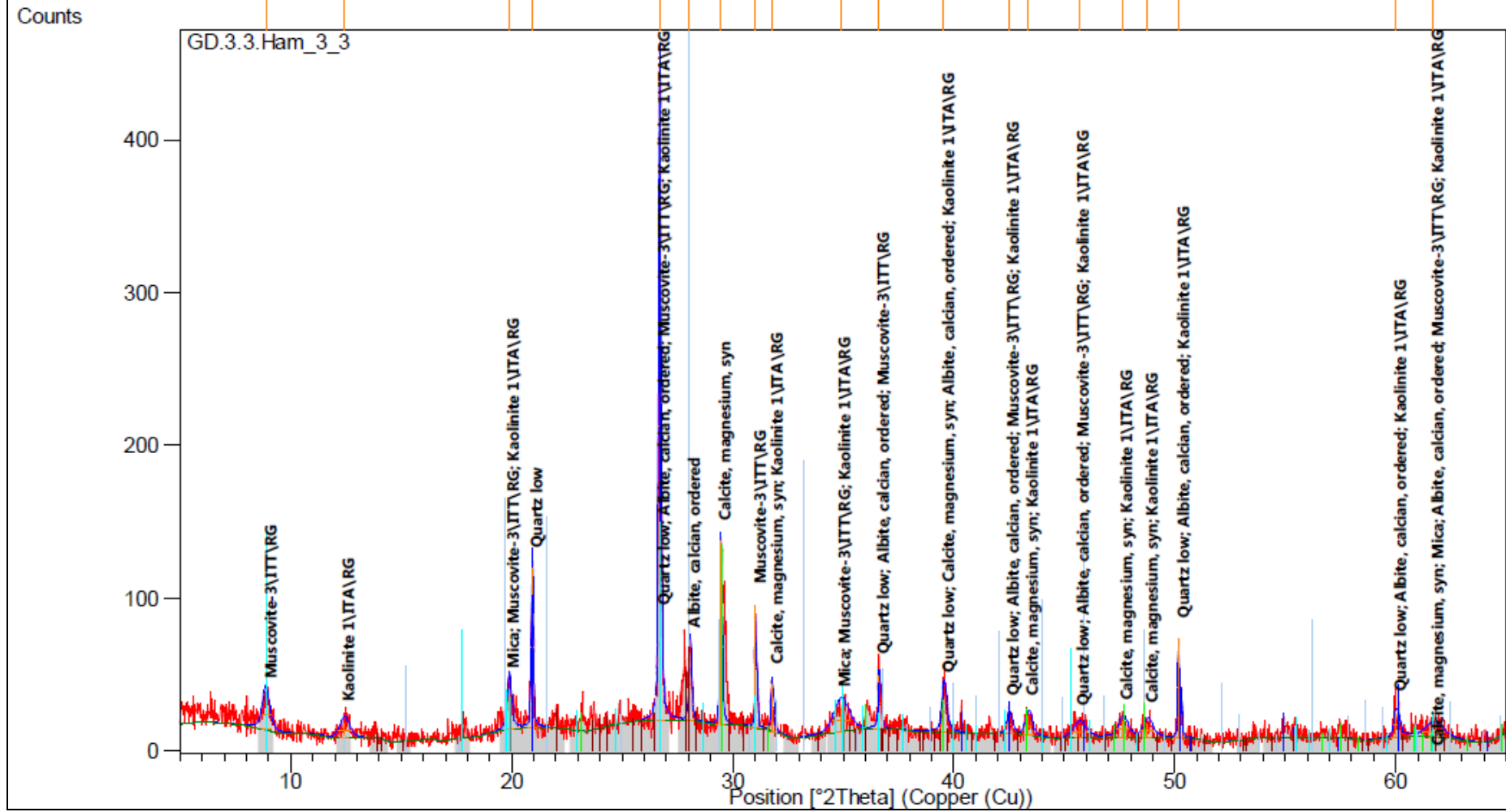


Şekil 3.6. XRD analiz grafiği (Örnek 2–Asit öncesi)

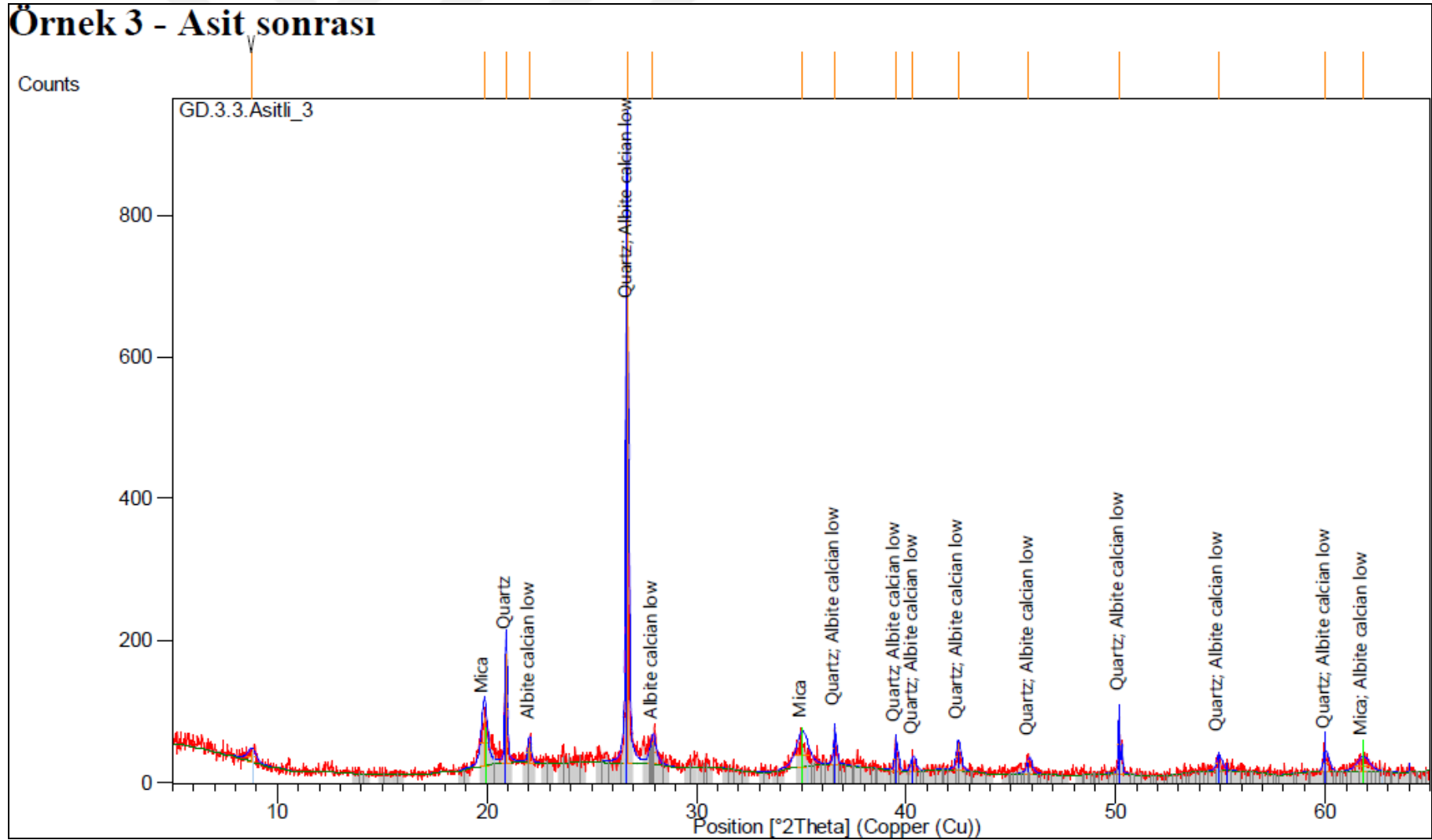


Şekil 3.7. XRD analiz grafiği (Örnek 2–Asit sonrası)

Örnek 3 - Asit öncesi

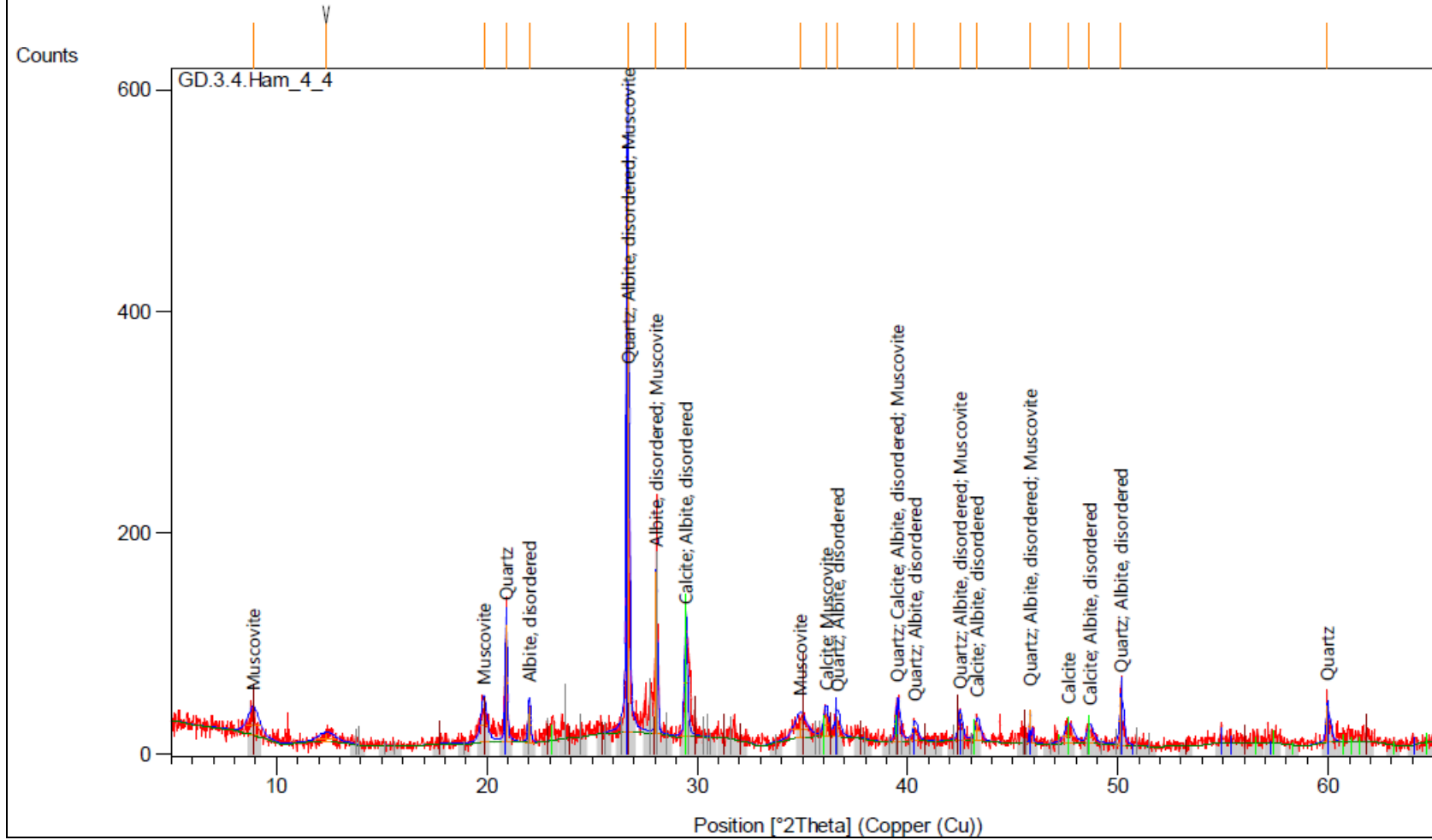


Şekil 3.8. XRD analiz grafiği (Örnek 3–Asit öncesi)

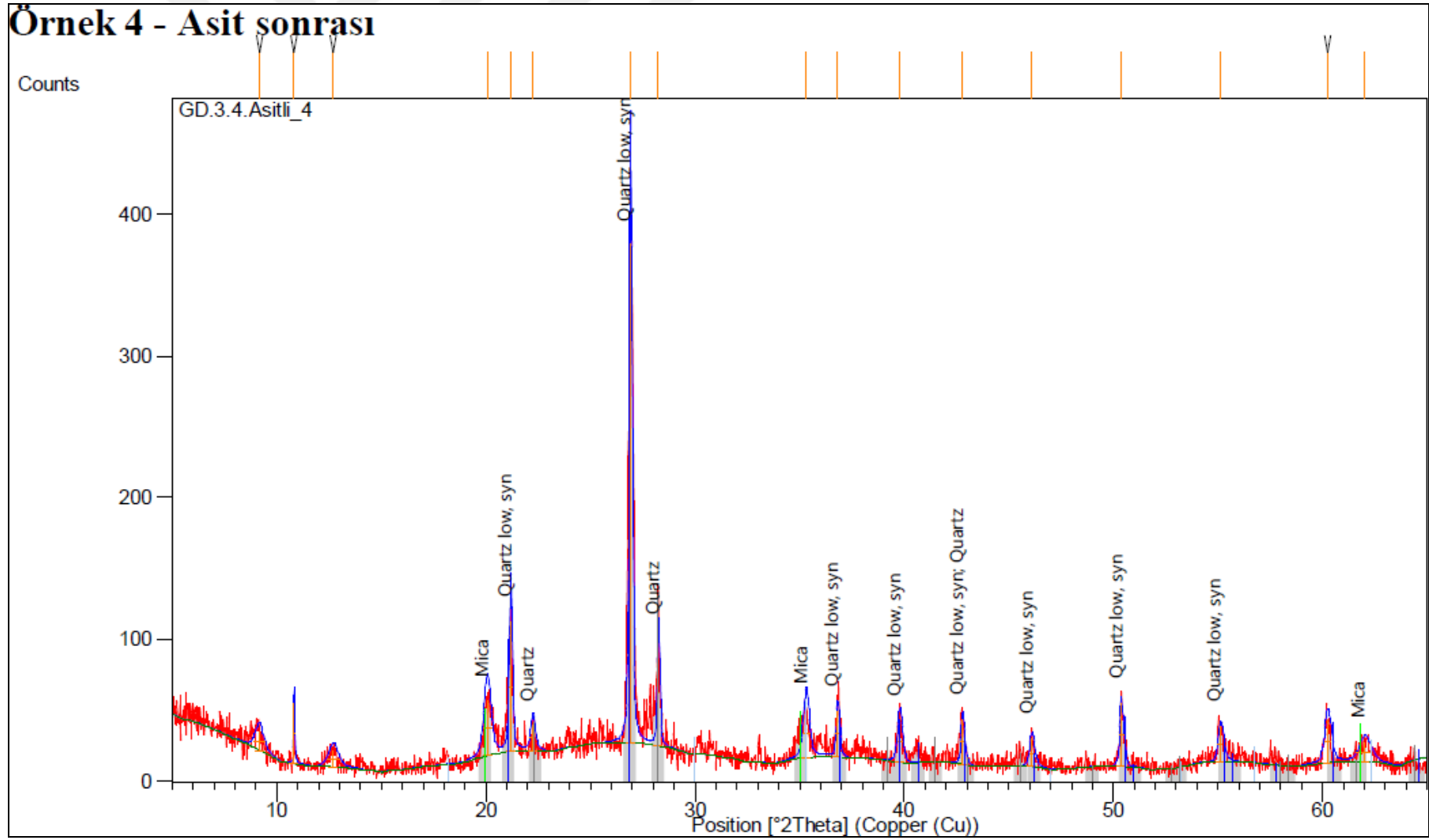


Şekil 3.9. XRD analiz grafiği (Örnek 3–Asit sonrası)

Örnek 4 - Asit öncesi



Şekil 3.10. XRD analiz grafiği (Örnek 4–Asit öncesi)



Şekil 3.11. XRD analiz grafiği (Örnek 4–Asit sonrası)

Asitte Kalan Agregaların Stereo Mikroskopla Görsel Analizleri:

Örnek 1: Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının az miktarı siyah cüruf tozu, yaklaşık %5'i mineral ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının az miktarı siyah cüruf tozu, yaklaşık %5'i mineral ve kalanı kahverengi ve bej renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının yaklaşık %10'u mineral ve kalanı kahverengi ve bej renkli dağılmamış kütlelerdir. Agregalar 1 mm elek altıdır.

Örnek 2: Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının az miktarı siyah cüruf tozu, yaklaşık %5'i mineral ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının çok az miktarı siyah cüruf tozu, %2–3'ü mineral ve kalanı bej renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının yaklaşık %10'u bej renkli dağılmamış kütleler ve kalanı mineral ve kayaç parçalarıdır. Agregalar 1 mm elek altıdır.

Örnek 3: Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf tozu ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf tozu ve tuğla tozu, %2–3'ü mineral ve kalanı bej renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf parçası, %5–10'u mineral ve kayaç parçaları olup kalanı bej renkli dağılmamış kütlelerdir. Agregalar 1 mm elek altıdır.

Örnek 4: Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf tozu ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf tozu ve tuğla tozu, %2–3'ü mineral ve kalanı bej renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının az miktarı mineral ve kayaç parçaları ve kalanı bej renkli dağılmamış kütlelerdir. Agregalar 1 mm elek altıdır.

Örnek Kesitlerinin Petrografik Analizi:

Örnek 1: Toprak harcı olan örneğin fazı zayıftır. Örnekte yer yer siyah cüruf parçası, %10–15 oranında kalsit ve yoğun olarak mineral vardır. Minerallerin geneli kuvarstır. Yer yer mika, amfibol ve alkali feldspat vardır. Agregaları az köşeli–az yuvarlak formdadır (Şekil 3.12., Şekil 3.13.).

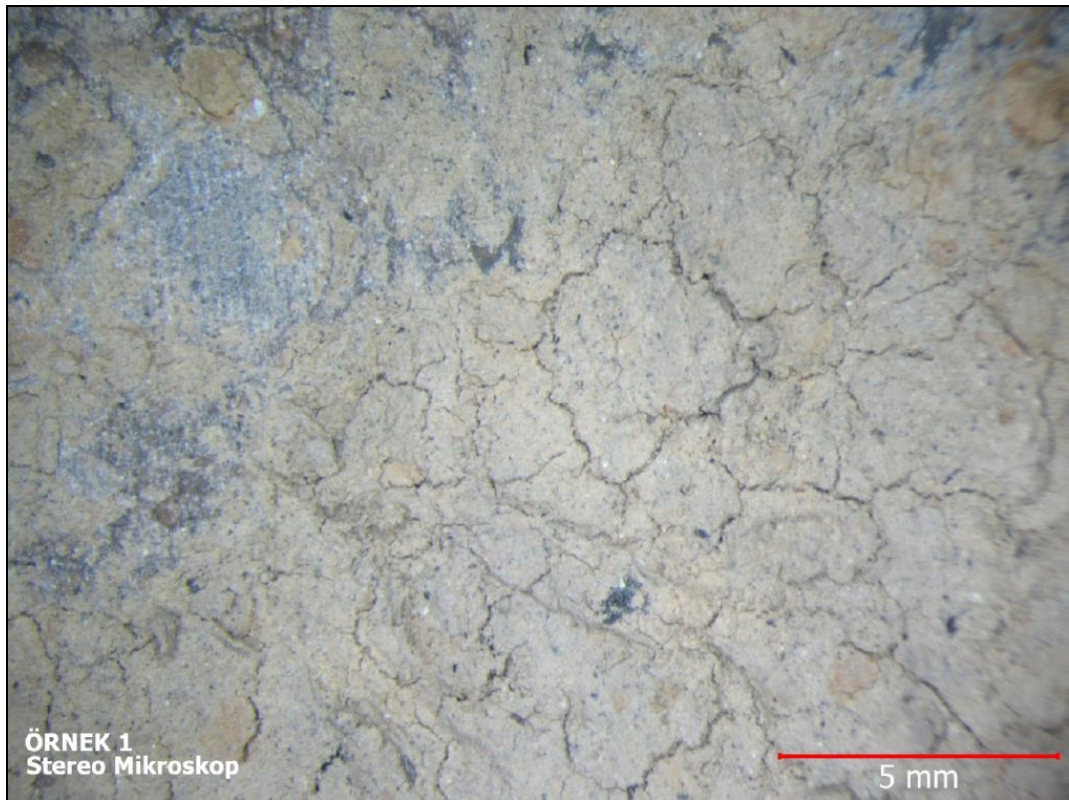
Örnek 2: Toprak harcı olan örneğin fazı zayıftır. Örnekte yer yer kireç topakları, %10–15 oranında kalsit ve yoğun olarak mineral vardır. Minerallerin geneli kuvarstır. Yer yer mika, amfibol ve alkali feldspat vardır. Agregaları az köşeli–az yuvarlak formdadır (Şekil 3.14., Şekil 3.15.).

Örnek 3: Toprak harcı olan örneğin fazı zayıftır. Örnekte yer yer çört parçaları, %15–20 oranında kireçtaşı parçaları (1 mm'den küçük) ve genel olarak mineral vardır. Minerallerin geneli kuvarstır. Yer yer mika vardır. Agregaları az köşeli–az yuvarlak formdadır (Şekil 3.16., Şekil 3.17.).

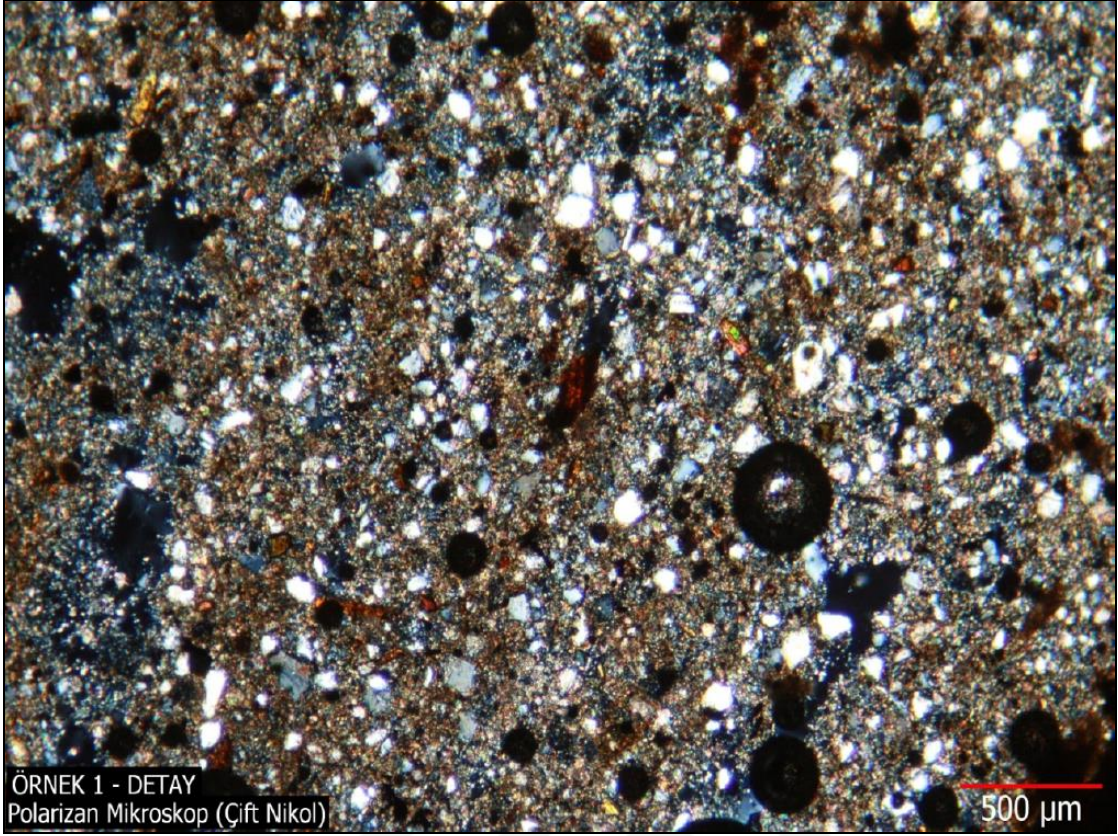
Örnek 4: Toprak harcı olan örneğin fazı zayıftır. Örnekte yer yer çört ve metamorfik kayaç parçaları, %15–20 oranında kireçtaşı parçaları (1 mm'den küçük) ve genel olarak mineral vardır. Minerallerin geneli kuvars ve alkali feldspattır. Yer yer mika ve amfibol vardır. Agregaları az köşeli–az yuvarlak formdadır (Şekil 3.18., Şekil 3.19.).

Tüm bu sonuçlar bir araya getirildiğinde;

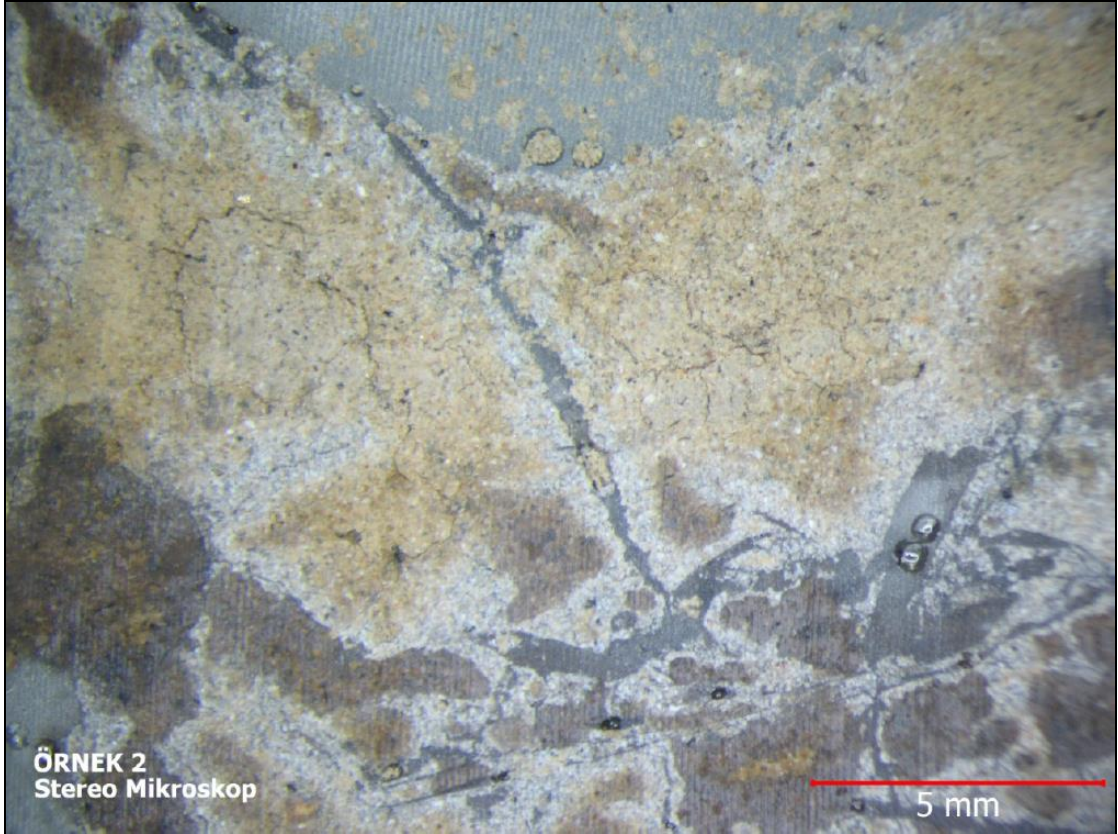
- 1 ve 2 numaralı örneklerin yaklaşık %10–15 aralığında söndürülmüş kaymak kireç katkılı, %5–10'u 1 mm elek altı karbonatlı kayaç parçacıkları (kireçtaşı parçacıkları) olan ve kalan %75–80'lik bölümü ise killi topraktan oluşan kerpiç harcı olduğu tespit edilmiştir.
- 3 ve 4 numaralı örneklerin yaklaşık %10–15 aralığında söndürülmüş kaymak kireç katkılı, %5–10'u 1 mm elek altı karbonatlı kayaç parçacıkları (kireçtaşı parçacıkları), %5'i kül olan ve kalan %70–75'lik bölümü ise killi topraktan oluşan kerpiç harcı olduğu tespit edilmiştir.



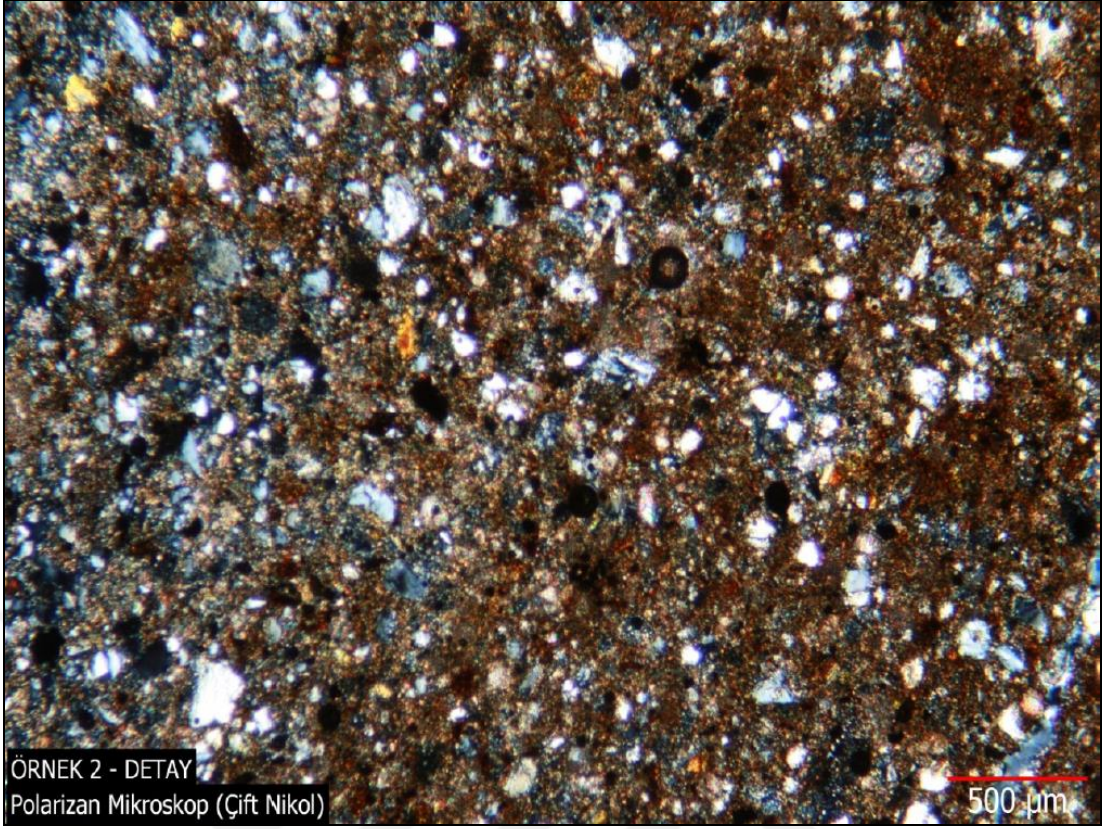
Şekil 3.12. Örnek 1–Stereo mikroskop görüntüsü



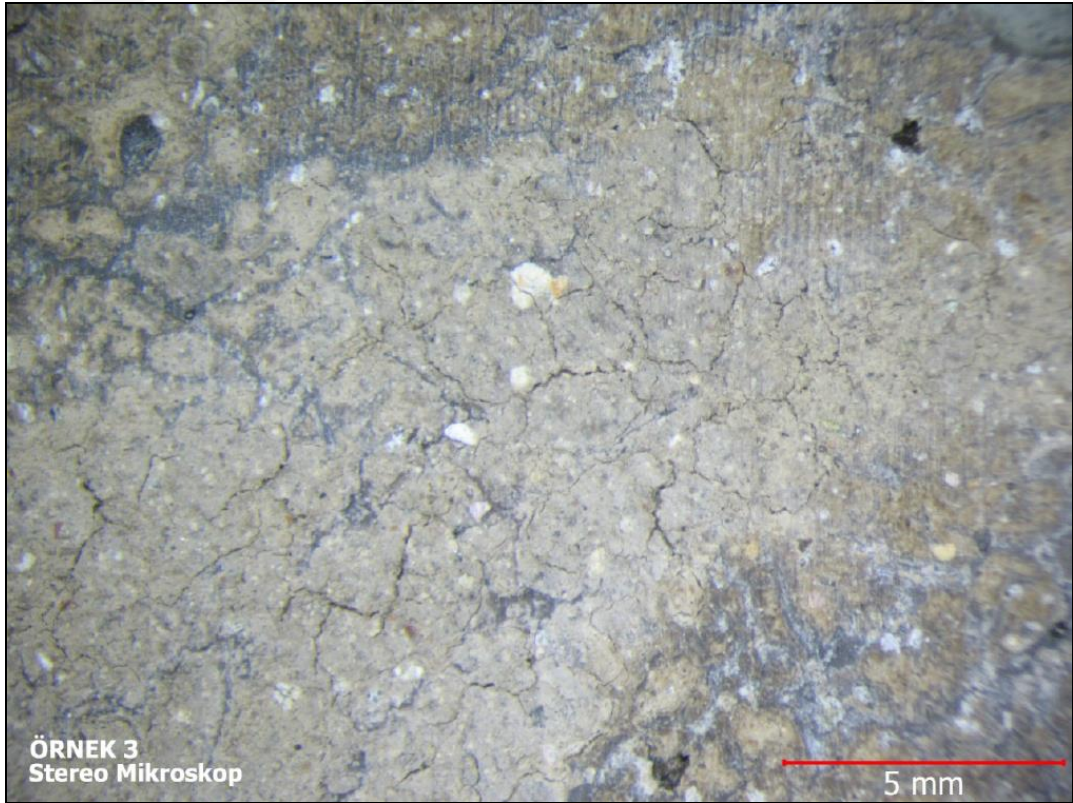
Şekil 3.13. Örnek 1–Polarizan mikroskop görüntüsü



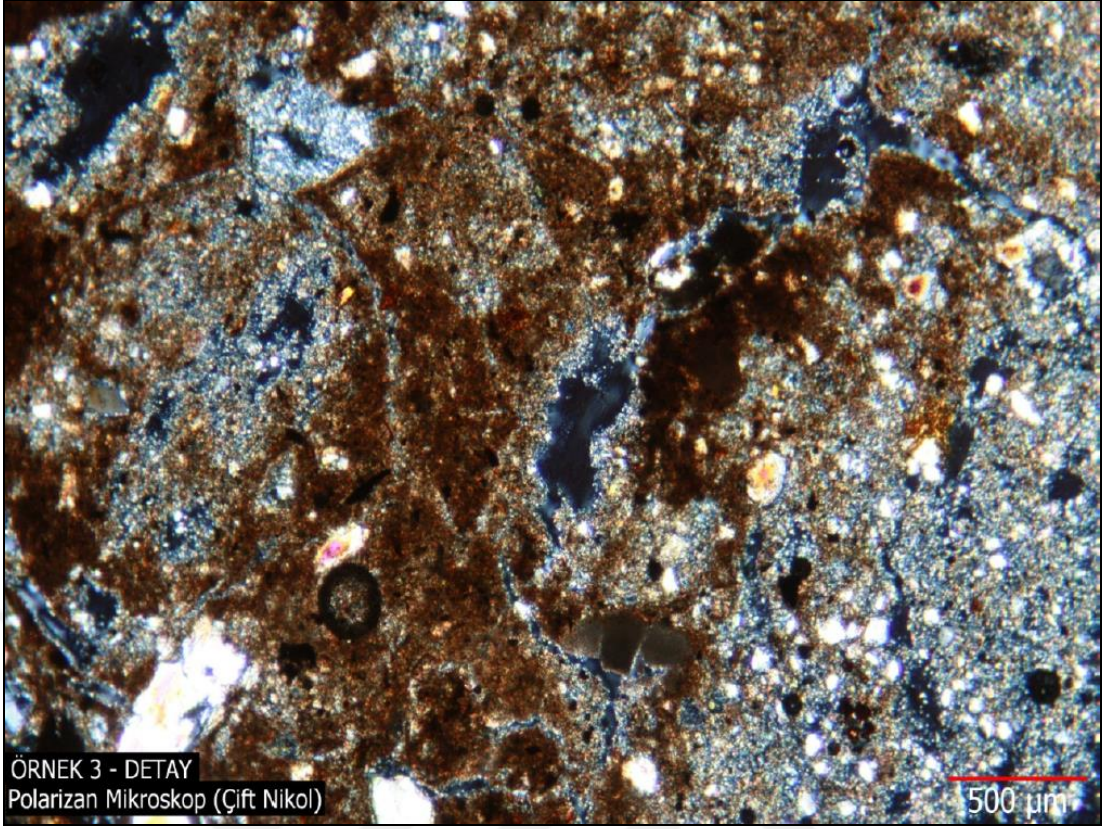
Şekil 3.14. Örnek 2–Stereo mikroskop görüntüsü



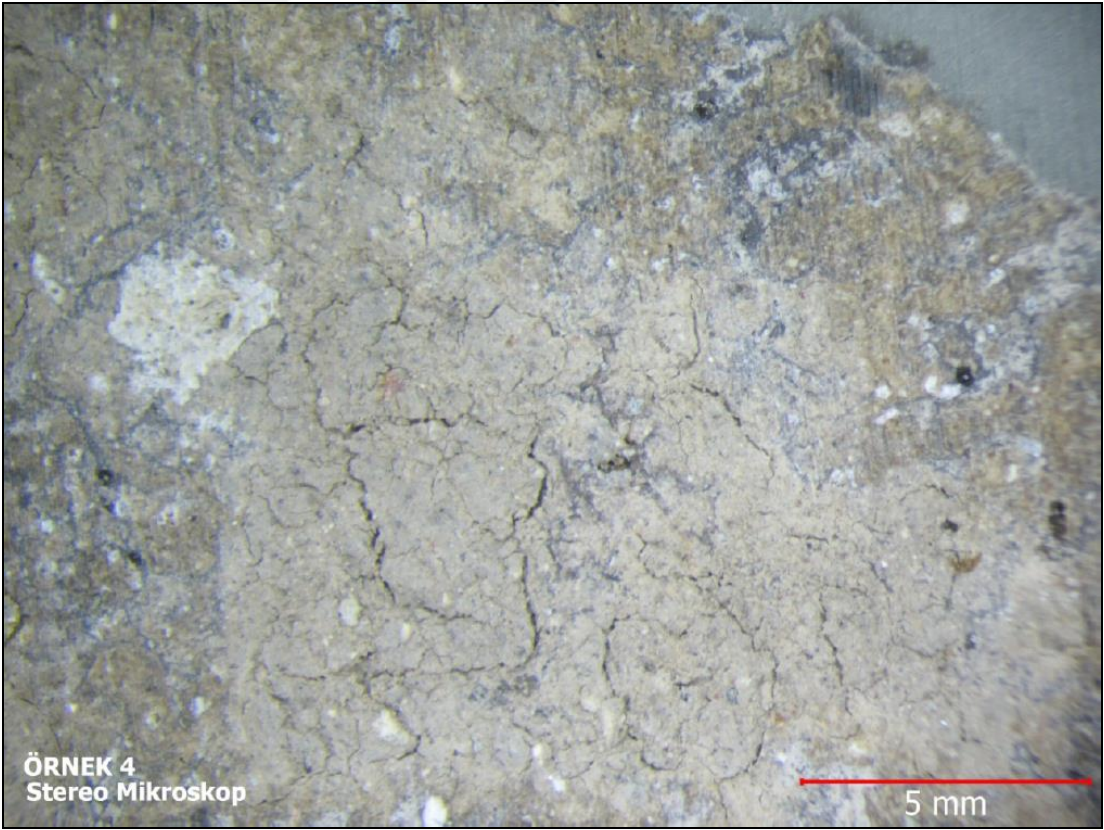
Şekil 3.15. Örnek 2–Polarizan mikroskop görüntüsü



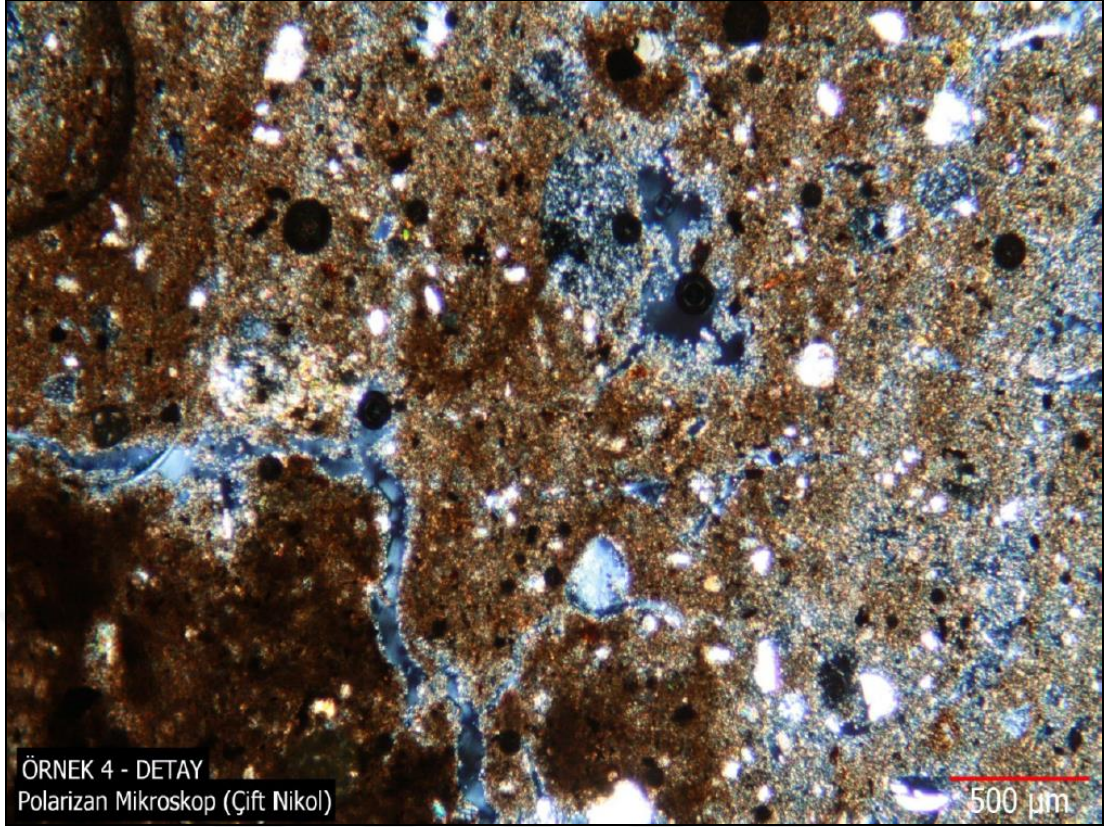
Şekil 3.16. Örnek 3–Stereo mikroskop görüntüsü



Şekil 3.17. Örnek 3–Polarizan mikroskop görüntüsü



Şekil 3.18. Örnek 4–Stereo mikroskop görüntüsü



Şekil 3.19. Örnek 4–Polarizan mikroskop görüntüsü

3.2.2. Kılıçarslan Köşkü numunesinin kimyasal ve petrografik analizleri

Konya Alâeddin tepesinde yer alan Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı, kerpiç duvar kalıntısı olarak tescillenerek koruma altına alınmıştır. Kalıntının eteklerindeki arkeolojik kazı alanında, ana kütlede koparak dökülmüş kerpiçlerden numune alınarak (Şekil 3.20.) kimyasal ve petrografik analizleri yapılmıştır.

Örnek 1: Kahverengi renkli, içerisinde 3–4 mm boyutlu agregaları, 1–2 mm boyutlu tuğla kırıkları ve önemsenmeyecek kadar az miktarda beyaz kütleleri bulunan, zayıfça yapıda kerpiç harç örneğidir.

Numunelere uygulanan kimyasal testlerin ve analitik kimya deneylerinin sonuçları Çizelge 3.5. ve Çizelge 3.6.'de verilmiştir.



Şekil 3.20. a) Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı b) Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı kerpiç numunesi (Örnek 1)

Çizelge 3.5. Suda Çözünebilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri

Örnek No	TUZ						PROTEİN	YAĞ
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	İLETKENLİK (µS)	% Tuz Miktarı		
1	+++	-	-	+++	1592	10,03	+	-
-: Yok; +: Az var; ++: Var; +++: Fazla var; ++++: Çok Fazla var								

Çizelge 3.6. Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizleri

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)			Asitte (%)		Elekte Kalan (%)							
	Nem	550 °C	CaCO ₃	Kayıp	Kalan	5000 µ	2500 µ	1000 µ	500 µ	250 µ	125 µ	63 µ	<63 µ
1	4,60	21,48	33,59	44,59	55,41	0,00	1,07	3,83	5,21	9,58	13,72	17,70	48,89

Asitte Kalan Agregaların Stereo Mikroskopla Görsel Analizleri:

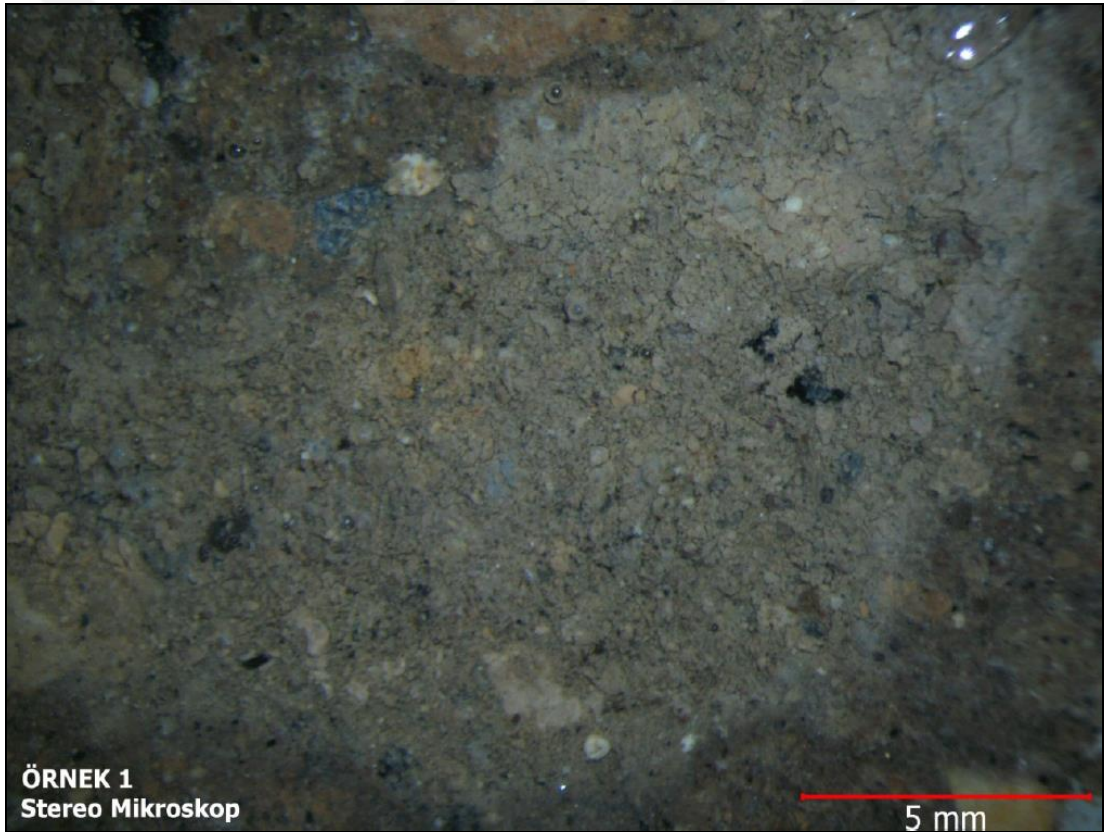
Örnek 1: Örneğin 125 µ'dan küçük boyutlu agregalarının çok az miktarı siyah cüruf tozu ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 µ arası agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf tozu ve kıtık, yaklaşık %30'u mineral ve kalanı kahverengi renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 µ'dan büyük agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf parçası ve kıtık, yaklaşık %10'u kahverengi renkli dağılmamış kütleler ve kalanı mineral ve kayaç parçalarıdır. Agregalar 3 mm elek altıdır.

Örnek Kesitlerinin Petrografik Analizi:

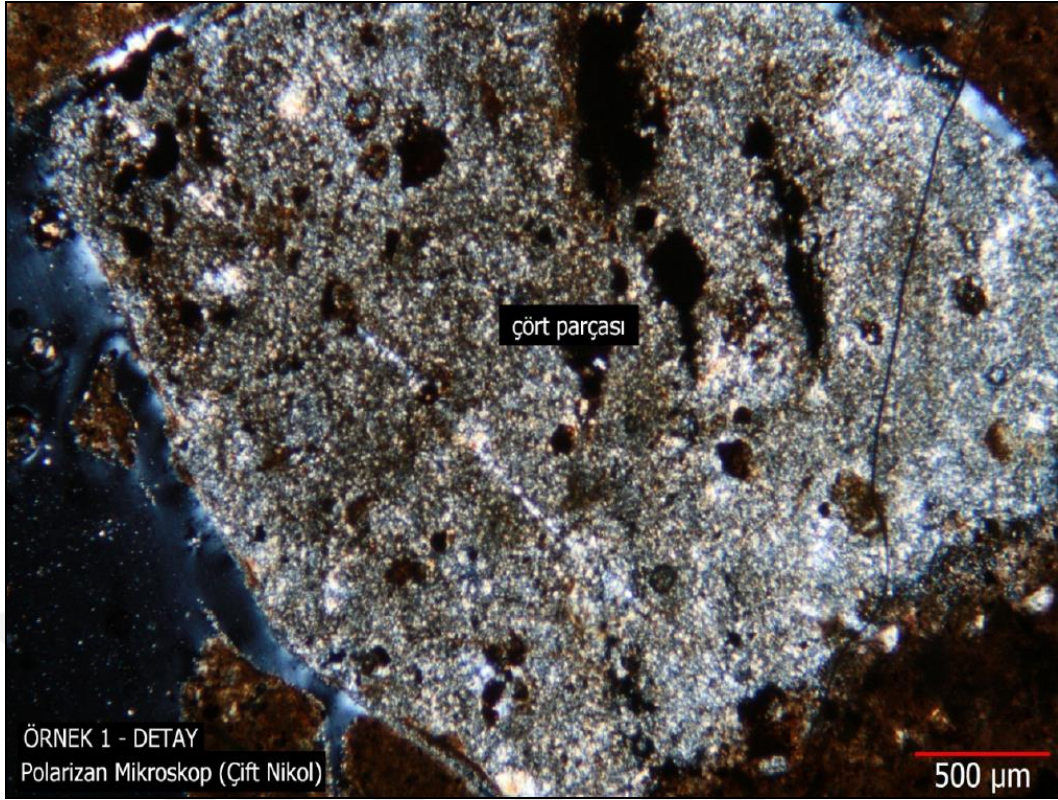
Örnek 1: Toprak harcı olan örneğin fazı zayıftır. Örnekte önemsenmeyecek kadar az miktarda tuğla parçası, çok az miktarda siyah cüruf parçası, %3–5 oranında kireç topakları ve yaklaşık %20 oranında mineral ve kayaç parçaları vardır. Kum agreganın geneli kuvarstır. Önemsenmeyecek kadar az miktarda çört parçaları bulunmaktadır (Şekil 3.21., Şekil 3.22.).

SEM-EDX Analizi Sonucu:

EDX Analizi sonucunda, örnekte yüksek miktarda silisyum, kalsiyum ve alüminyum, bu üç elementten daha az miktarda ise demir, potasyum, magnezyum, klor, sodyum, fosfor ve titanyum bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.23.).

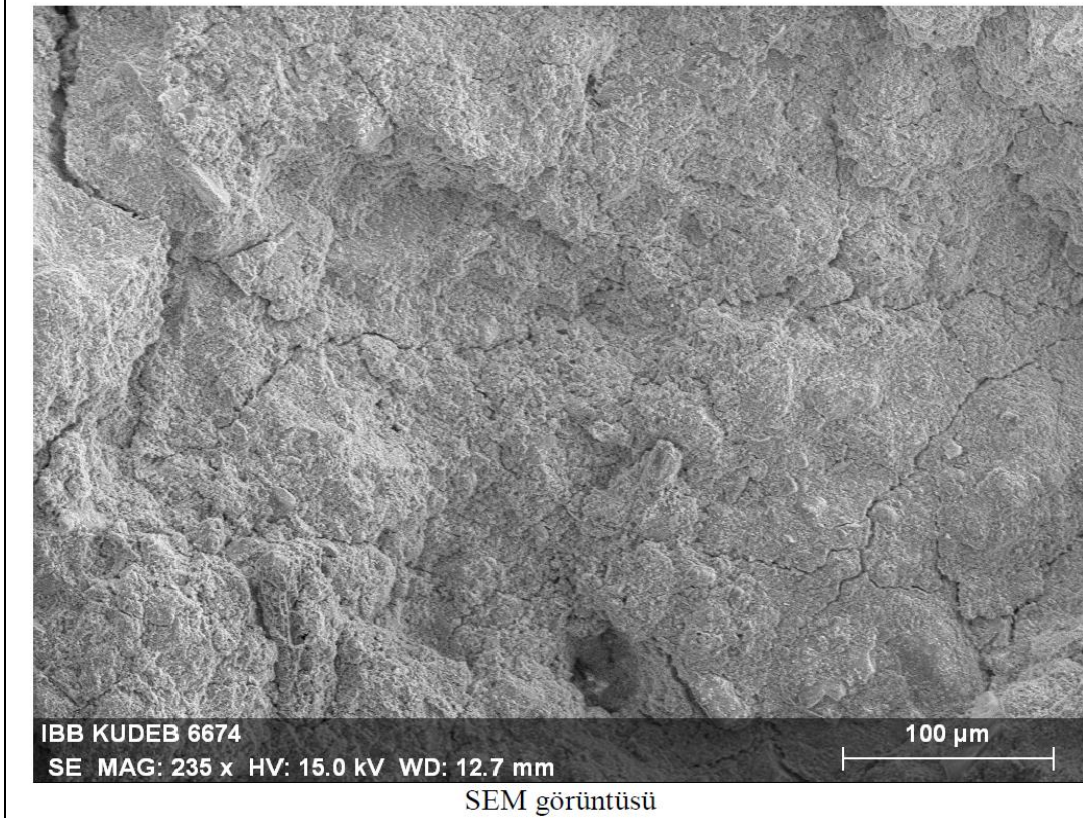


Şekil 3.21. Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı kerpiç numunesi (Örnek 1)–Stereo mikroskop görüntüsü



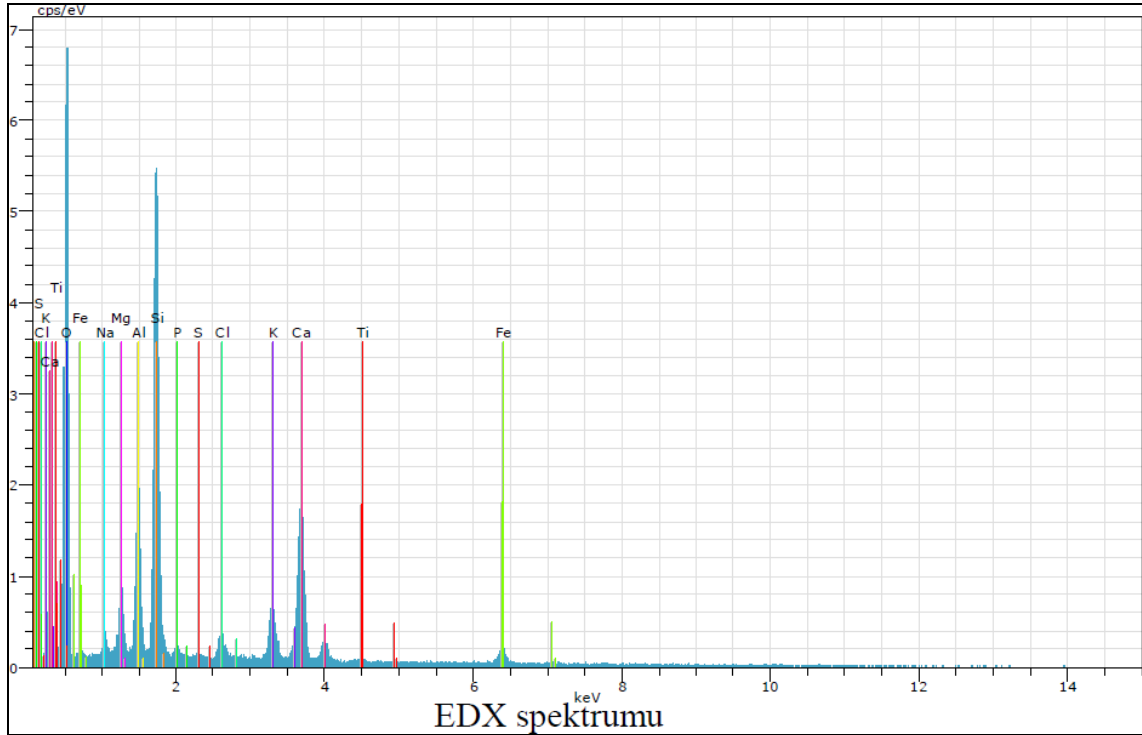
Şekil 3.22. Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı kerpiç numunesi (Örnek 1)–Polarizan mikroskop görüntüsü

Örnek 1 – Kerpiç harç örneği



Şekil 3.23. Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı kerpiç numunesi (Örnek 1)–SEM görüntüsü

Çizelge 3.7.'de yer alan spot test sonuçlarına bağlı olarak örnek içeriğinde tespiti yapılmış olan klorür (Cl-) tuzunun doğal kaynaklardan (toprak yüzey suları vb.), nitrat (NO₃-) tuzunun ise kuş vb. canlı atıklarının malzeme içerisine sirayet etmesi kaynaklı olduğu düşünülmektedir (Şekil 3.24.).



Şekil 3.24. Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı kerpiç numunesi (Örnek 1)-EDX spektrumu

Çizelge 3.7. EDX analiz sonucu (EDX Analizinde tespit edilen elementler ve varsa oksitlerinin yüzde dağılımı)

Element	norm. C [wt.%]	Atom. C [at.%]	Compound	norm. Comp. C [wt.%]
Oxygen	40.68	58.53		0.00
Sodium	0.81	0.81	Na ₂ O	1.09
Magnesium	2.65	2.51	MgO	4.40
Aluminium	6.78	5.78	Al ₂ O ₃	12.80
Silicon	19.91	16.32	SiO ₂	42.60
Chlorine	1.37	0.89		1.37
Potassium	4.71	2.78	K ₂ O	5.68
Calcium	16.83	9.67	CaO	23.55
Iron	5.66	2.33	FeO	7.28
Sulfur	0.00	0.00	SO ₃	0.00
Phosphorus	0.37	0.28	P ₂ O ₅	0.85
Titanium	0.22	0.11	TiO ₂	0.38
Total:	100.00	100.00		

Tüm bu sonuçlar bir araya getirildiğinde, örneğin yaklaşık %15–20 aralığında söndürülmüş kaymak kireç katkı, 2mm elek altı bol killi, ofiyolit nitelikli, elenmiş toprak harcı olduğu tespit edilmiştir.

3.2.3. Türbeönü evleri numunelerinin kimyasal ve petrografik analizleri

Türbeönü semtinde yer alan bir adet tescilli, bir adet tescilsiz yığma kerpiç yapıdan kerpiç numunesi alınarak, kimyasal ve petrografik analizleri yapılmıştır. Bu yapılardan tescilsiz olan Konya ili, Karatay ilçesi, 5610 ada, 234 parselde ve tescilli olan 21450 ada, 3 parselde kayıtlıdır (Şekil 3.25., Şekil 3.26.).



a)

b)

Şekil 3.25. a), b) Türbeönü semtinde yer alan kerpiç numunesi alınan tescilsiz yığma kerpiç yapı (Örn.-1)



a)

b)

Şekil 3.26. a), b) Türbeönü semtinde yer alan kerpiç numunesi alınan tescilli yığma kerpiç yapı (Örn.-2)

Örnek 1: Konya ili, Karatay ilçesi, 5610 ada, 234 parselde yer alan yapıdan alınan numune, kahverengi renkli, içerisinde 4–5 mm boyutlu agregaları, yer yer beyaz kütleleri, kırıkları ve siyah cürufları bulunan, sağlamca yapıda kerpiç harcı örneğidir.

Örnek 2: Konya ili, Karatay ilçesi, 21450 ada 3 parselde yer alan yapıdan alınan numune, açık kahverengi renkli, içerisinde 3–4 mm boyuta ulaşan agregaları, bolca kırıkları ve yer yer siyah cürufları bulunan, zayıf yapıda kerpiç harcı örneğidir (bkz. EK- 1, Konut-30).

Numunelere uygulanan kimyasal testlerin ve analitik kimya deneylerinin sonuçları Çizelge 3.8. ve Çizelge 3.9.'da verilmiştir.

Çizelge 3.8. Suda Çözünebilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri

Örnek No	TUZ						PROTEİN	YAĞ
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	İLETKENLİK (µS)	% Tuz Miktarı		
1	-	-	-	-	309	1,95	+	-
2	-	-	-	-	213	1,34	+	-

-: Yok; +: Az var; ++: Var; +++: Fazla var; ++++: Çok Fazla var

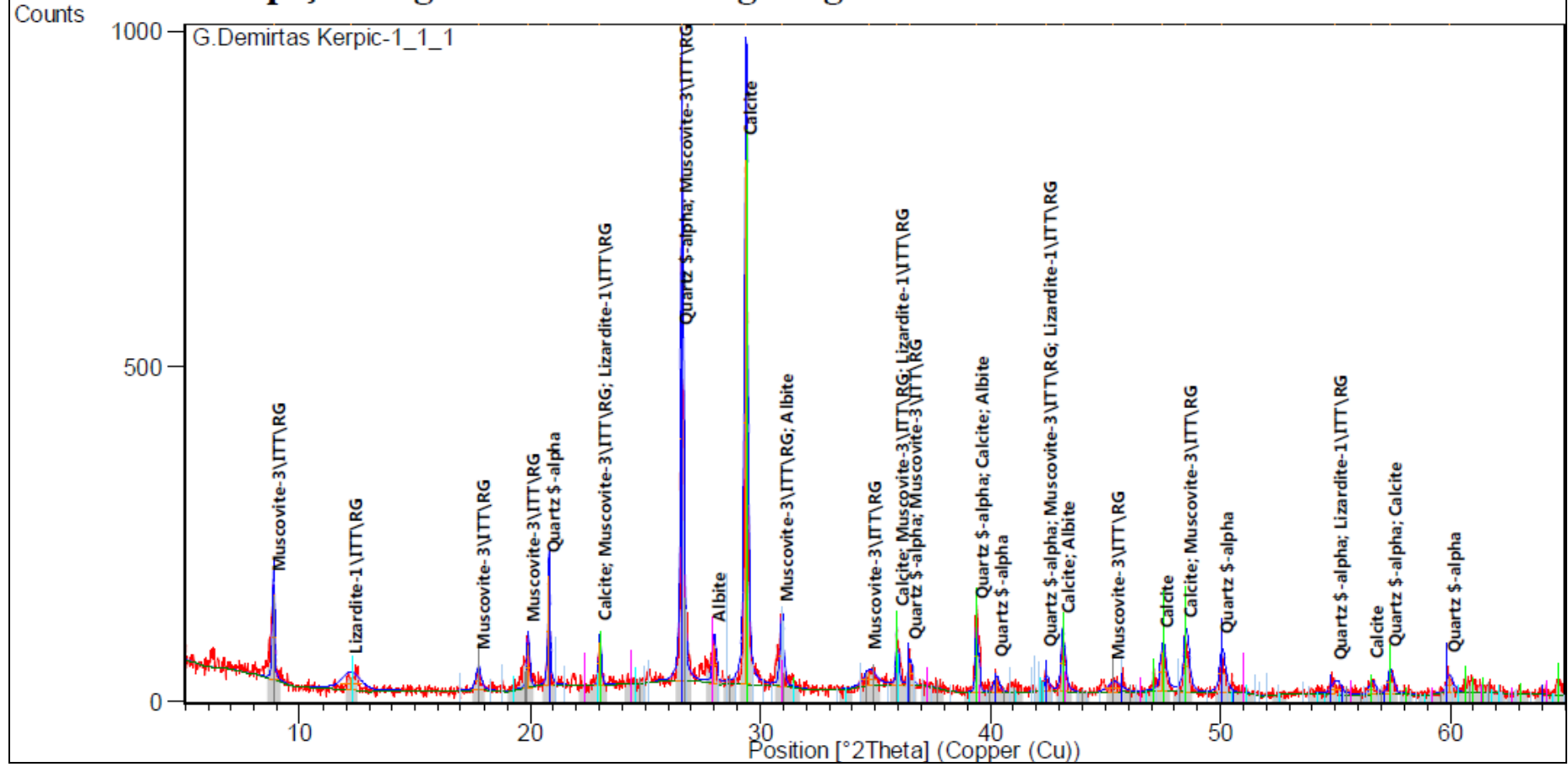
Çizelge 3.9. Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizleri

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)			Asitte (%)		Elekte Kalan (%)								
	Nem	550 °C	CaCO ₃	Kayıp	Kalan	Kırık	5000 µ	2500 µ	1000 µ	500 µ	250 µ	125 µ	63 µ	<63 µ
1	2,24	4,56	39,68	38,78	61,22	0,00	0,57	1,10	3,89	7,95	12,45	14,65	22,92	36,47
2	2,80	4,14	41,48	38,42	61,58	0,00	0,00	0,67	17,43	12,86	13,26	14,21	24,53	17,03

XRD Analizi Sonucu:

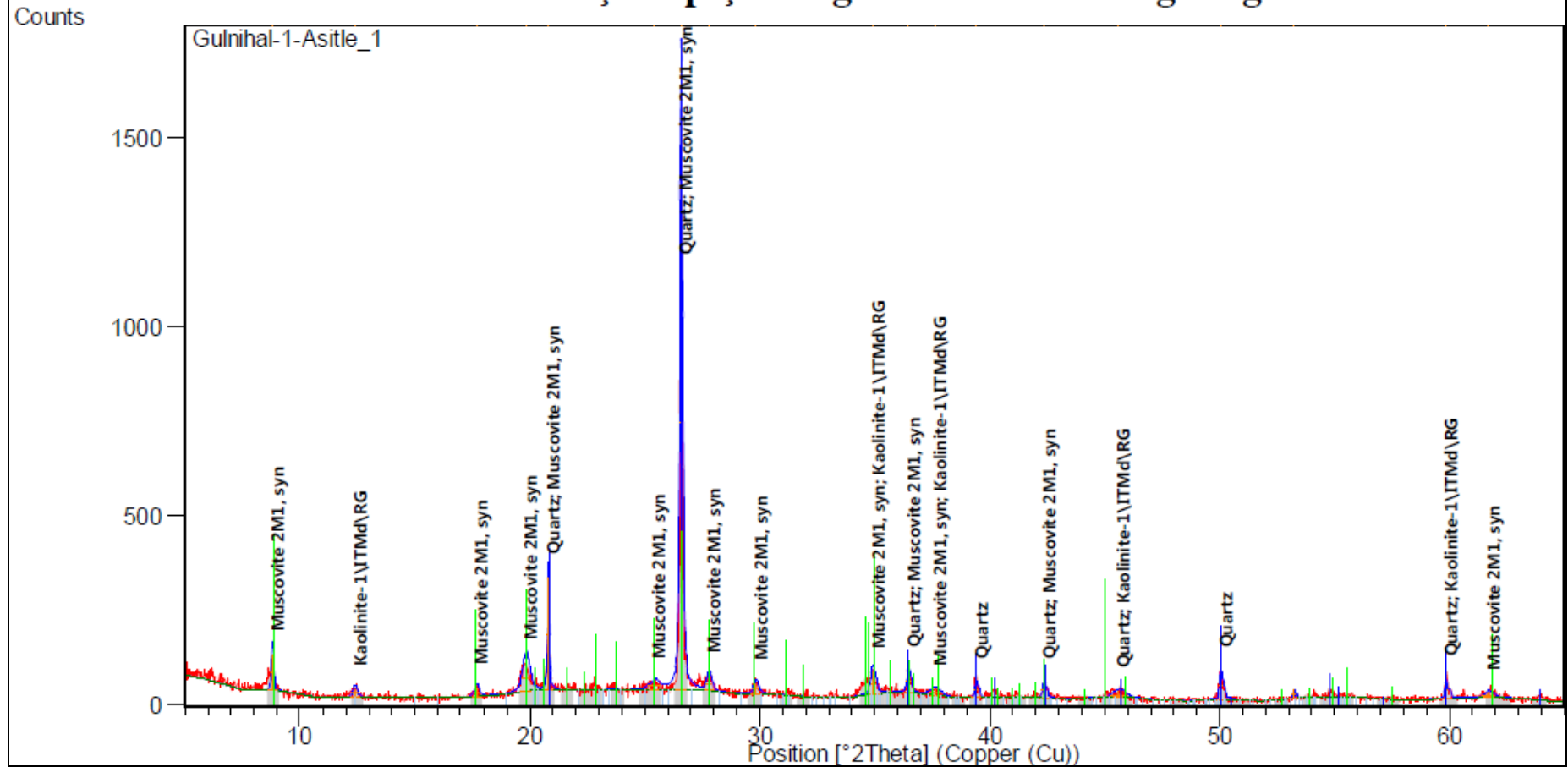
2 adet kerpiç harcı örneğinin XRD analiz sonuçları Şekil 3.27. ile 3.30.'da verilmiştir.

Örnek 1 – Kerpiç örneğinin XRD analiz grafiği



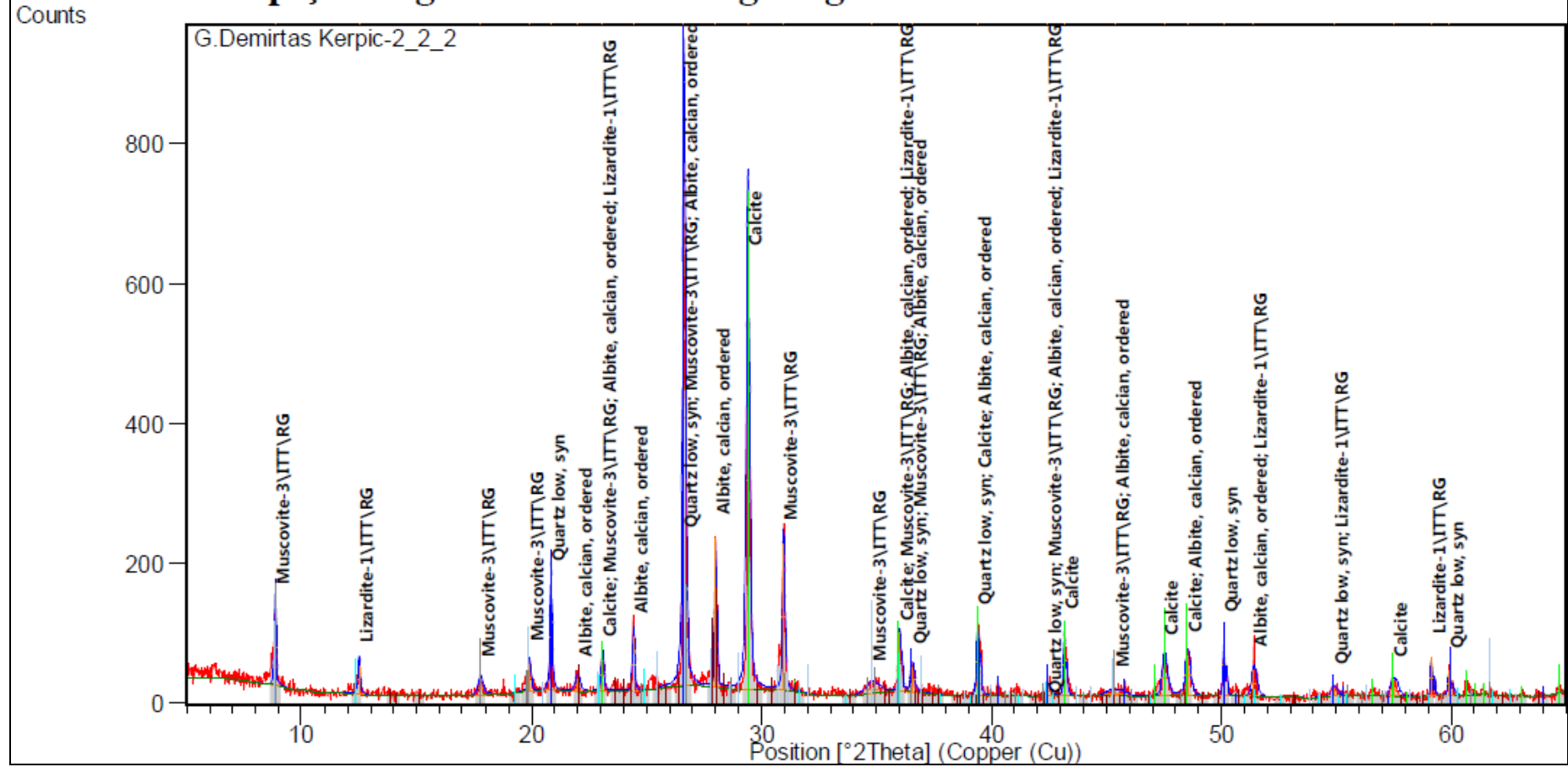
Şekil 3.27. XRD analiz grafiği (Örnek 1–Asit öncesi)

Örnek 1 – Asitle muamele edilmiş kerpiç örneğinin XRD analiz grafiği



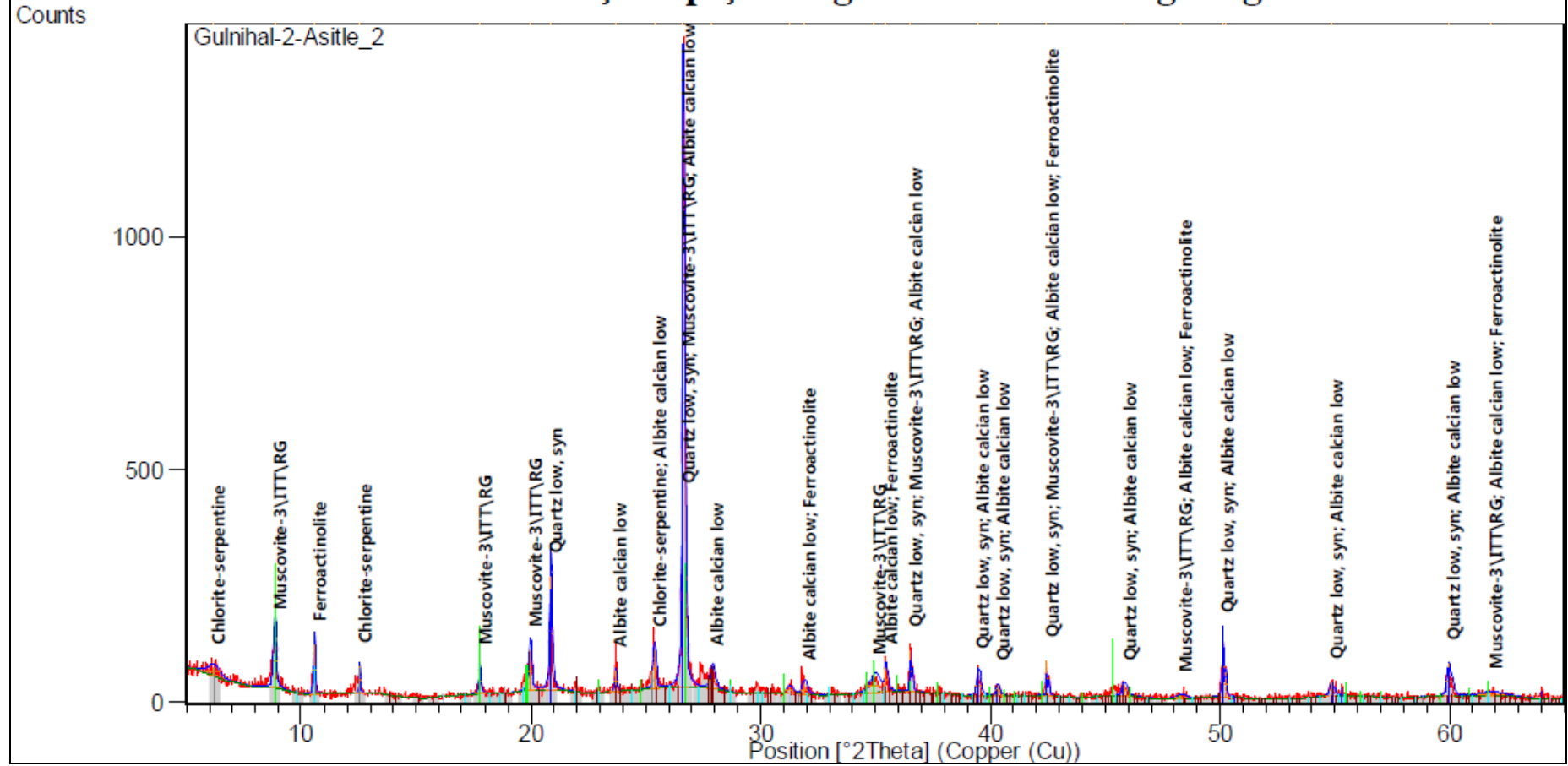
Şekil 3.28. XRD analiz grafiği (Örnek 1–Asit sonrası)

Örnek 2 – Kerpiç örneğinin XRD analiz grafiği



Şekil 3.29. XRD analiz grafiği (Örnek 2–Asit öncesi)

Örnek 2 – Asitle muamele edilmiş kerpiç örneğinin XRD analiz grafiği



Şekil 3.30. XRD analiz grafiği (Örnek 2–Asit sonrası)

Asitte Kalan Agregaların Stereo Mikroskopla Görsel Analizleri:

Örnek 1: Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının az miktarı siyah cüruf tozu ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı tuğla tozu ve kırıntı, %2–3'ü siyah cüruf tozu ve kalanı kahverengi renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı kırıntı, az miktarı siyah cüruf parçası, %2–3'ü tuğla parçası, %3–5'i kum agrega ve kalanı kahverengi renkli dağılmamış kütlelerdir. Agregalar 4 mm elek altıdır.

Örnek 2: Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının çok az miktarı siyah cüruf tozu ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının çok az miktarı kırıntı, az miktarı siyah cüruf tozu ve kalanı kahverengi renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının çok az miktarı siyah cüruf tozu, az miktarı kırıntı, %2–3'ü kum agrega ve kalanı kahverengi renkli dağılmamış kütlelerdir. Agregalar 4 mm elek altıdır.

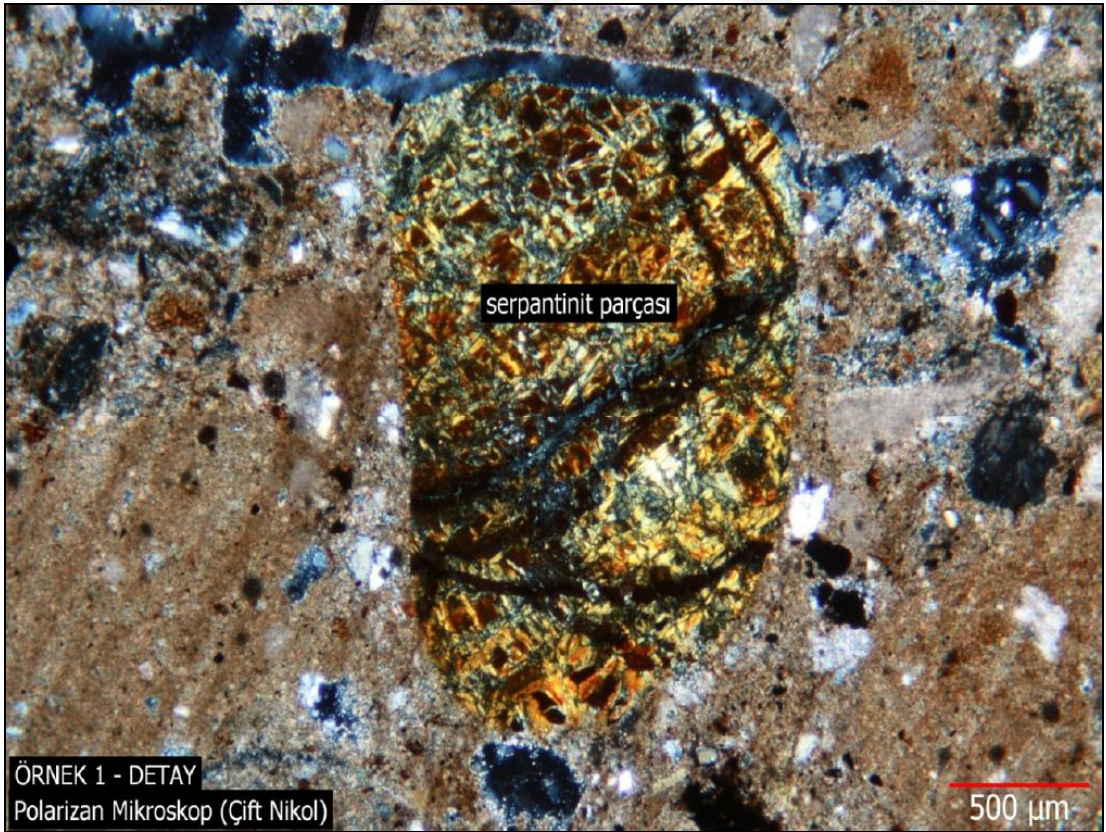
Örnek Kesitlerinin Petrografik Analizi:

Örnek 1: Toprak harç olan örnekte yer yer kireç toprakları, kuvars ve metamorfik kayaç parçaları, %3–5 oranında siyah cüruf parçası ve %5–10 oranında mermer ve kireçtaşı parçaları (1 mm'den küçük boyutlu) vardır (Şekil 3.31., Şekil 3.32.).

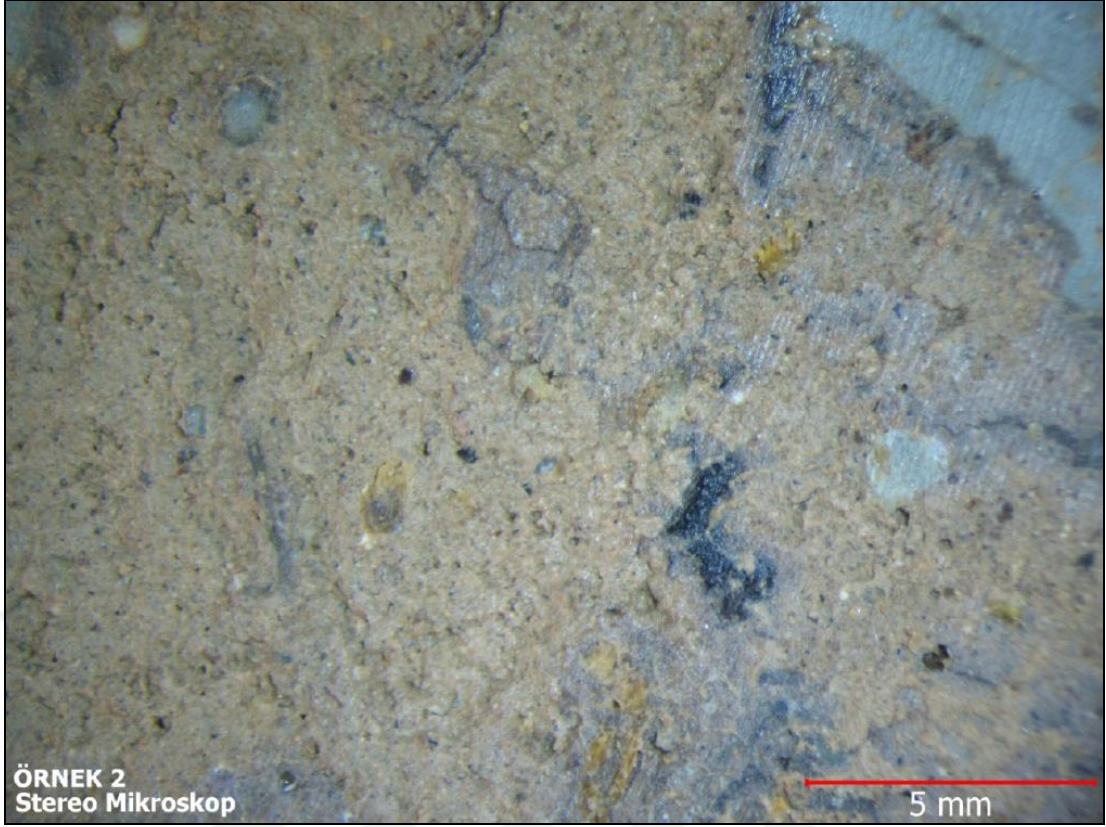
Örnek 2: Toprak harç olan örnekte önemsenmeyecek kadar az miktarda kireç toprağı ve kırıntı, çok az miktarda kireçtaşı parçası ve yer yer kuvars, feldspat ve çört parçaları vardır (Şekil 3.33., Şekil 3.34.).



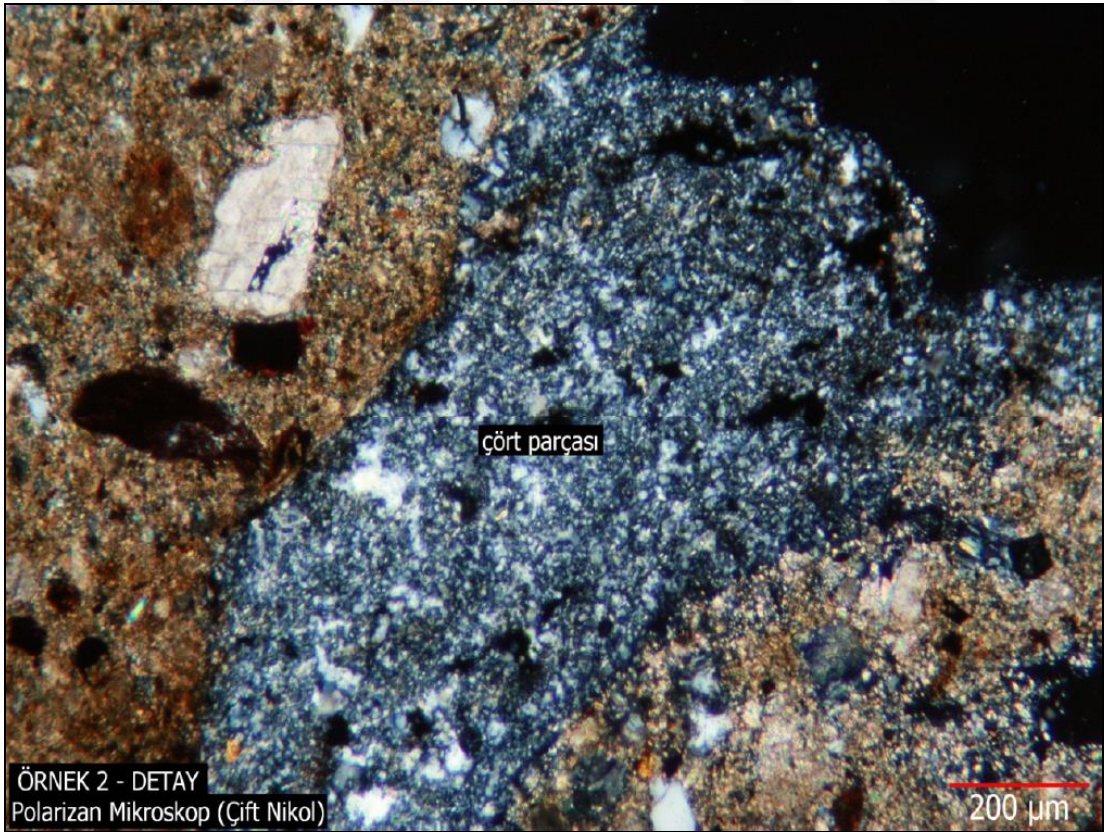
Şekil 3.31. Tescilsiz yığma kerpiç yapı kerpiç numunesi (Örnek 1)–Stereo mikroskop görüntüsü



Şekil 3.32. Tescilsiz yığma kerpiç yapı kerpiç numunesi (Örnek 1)–Polarizan mikroskop görüntüsü



Şekil 3.33. Tescilli yığma kerpiç yapı kerpiç numunesi (Örnek 2)–Stereo mikroskop görüntüsü

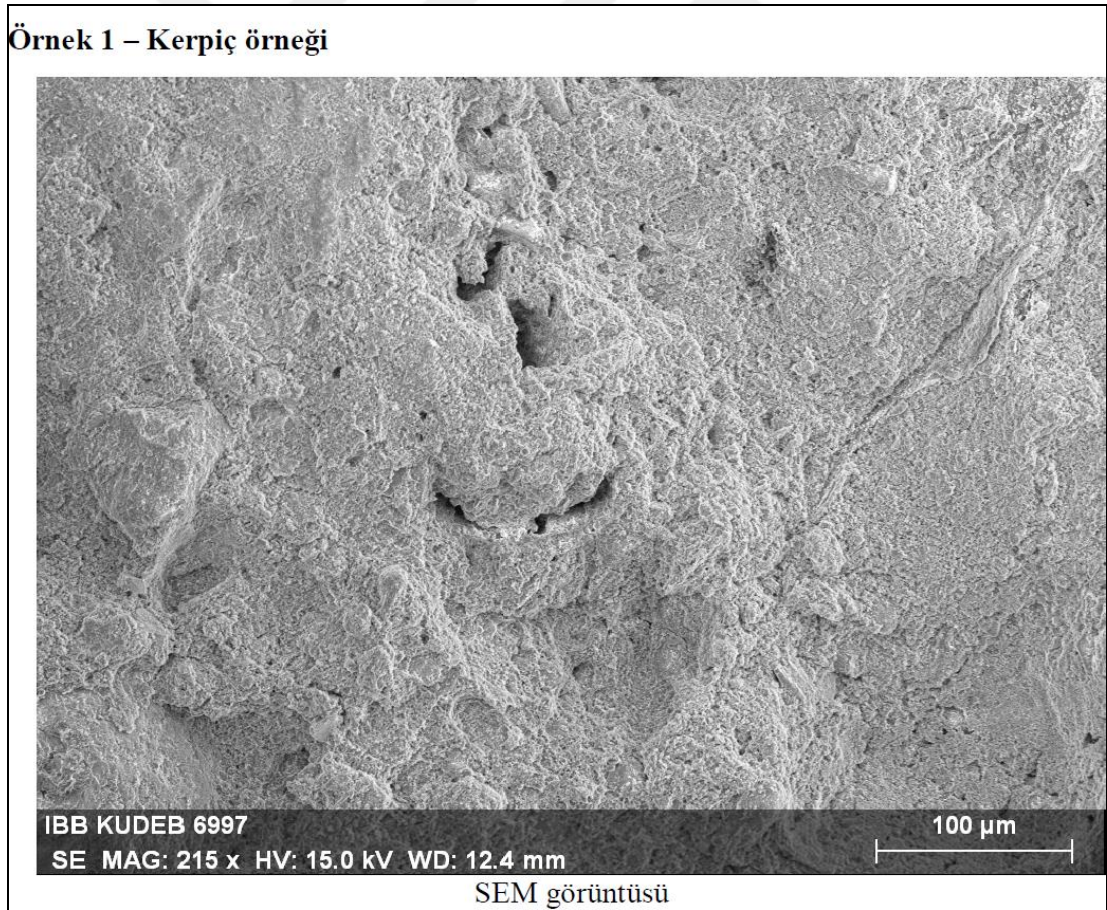


Şekil 3.34. Tescilli yığma kerpiç yapı kerpiç numunesi (Örnek 2)–Polarizan mikroskop görüntüsü

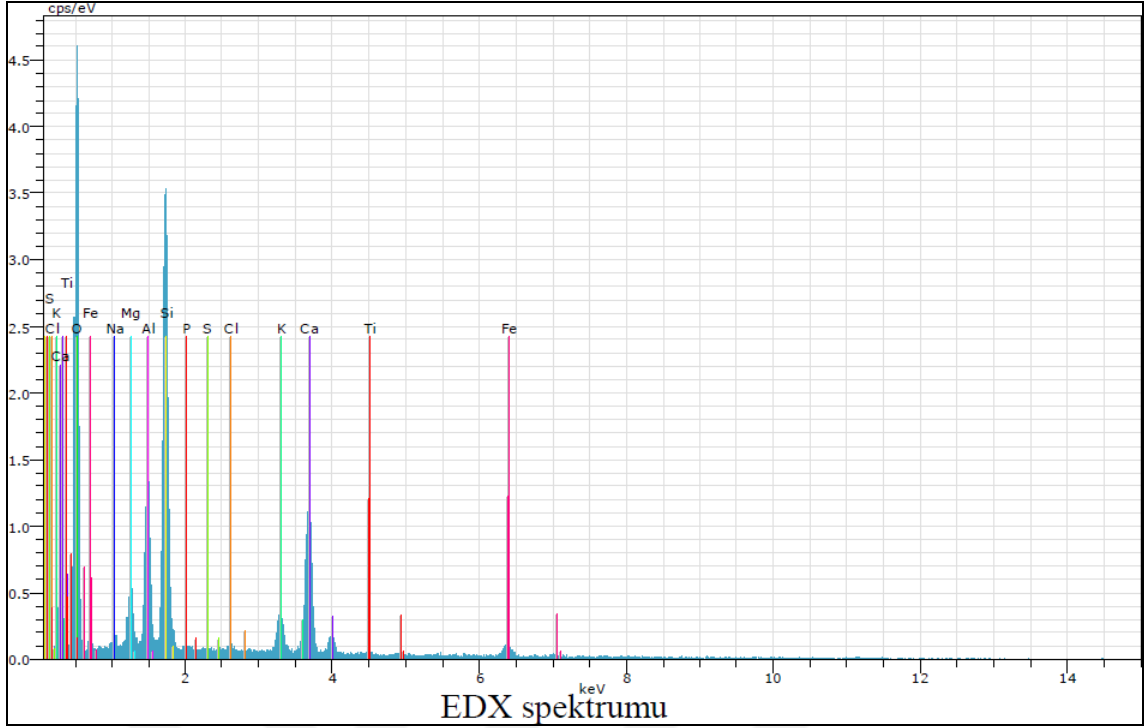
SEM- EDX Analizi Sonucu:

Örnek 1 ve Örnek 2’de yüksek miktarda silisyum, bu elementten daha az miktarda ise kalsiyum, alüminyum, demir, magnezyum, potasyum, titanyum, sodyum, fosfor ve klor bulunduğu tespit edilmiştir (Şekil 3.35.- Şekil 3.38.), (Çizelge 3.10., Çizelge 3.11.).

Yapılan analizler sonucunda; 1 numaralı örneğin, yaklaşık %15–20 aralığında söndürülmüş kaymak kireç katkılı, %15–20’si 2 mm elek altı karbonatlı kayaç parçacıkları, %5–10’u kül olan kalan %50–55’lik bölümü ise ofiyolit nitelikli, killi topraktan oluşan kerpiç harcı olduğu, kerpiç harcının metreküpünde yaklaşık 50–100 g saman kütük kullanıldığı tespit edilmiştir. 2 numaralı örneğin ise, yaklaşık %15–20 aralığında söndürülmüş kaymak kireç katkılı, %15–20’si 2 mm elek altı karbonatlı kayaç parçacıkları ve kalanı ofiyolit nitelikli, killi, elenmiş toprak harcı olduğu, kerpiç harcının metreküpünde yaklaşık 250–300 g saman kütük kullanıldığı tespit edilmiştir.



Şekil 3.35. Tescilsiz yığma kerpiç yapı (Örnek 1)–SEM görüntüsü



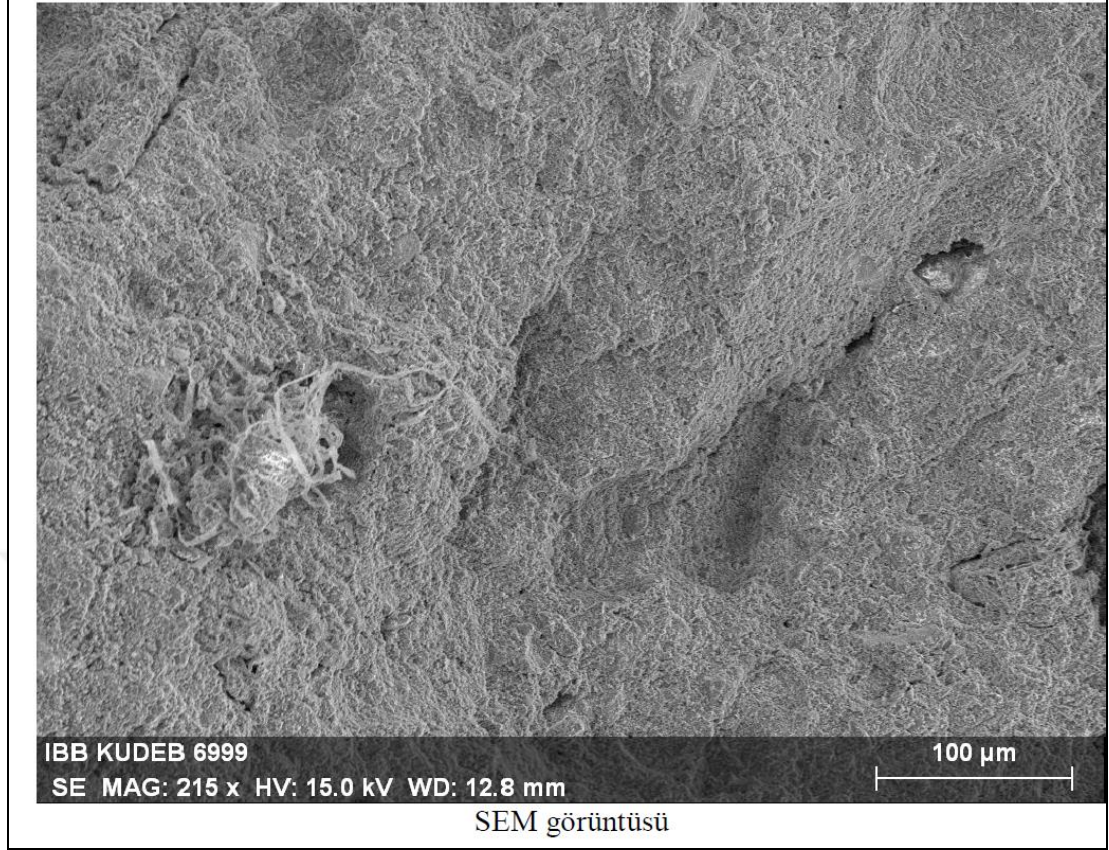
Şekil 3.36. Tescilsiz yığma kerpiç yapı (Örnek 1)–EDX spektrumu

Çizelge 3.10. Tescilsiz yığma kerpiç yapı (Örnek 1)–EDX analiz sonucu (EDX Analizinde tespit edilen elementler ve varsa oksitlerinin yüzde dağılımı)

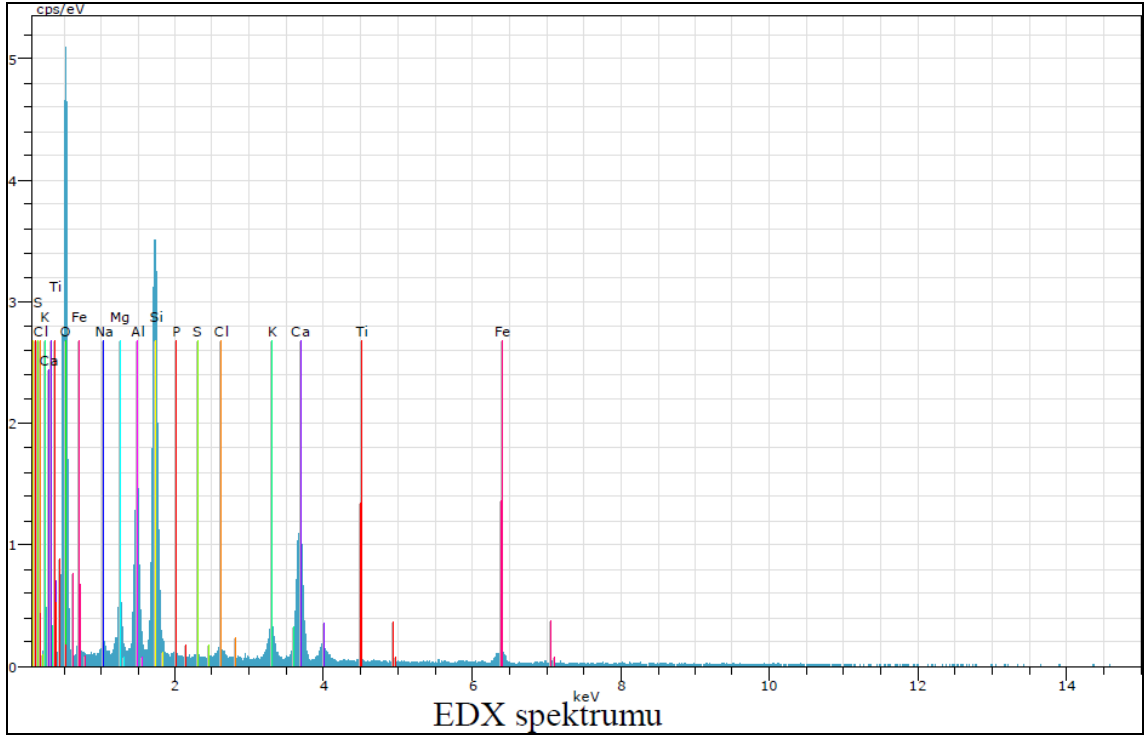
Spectrum				
Element	norm. [wt. %]	Atom. [at. %]	Compound	norm. Comp. [wt. %]
Oxygen	41.71	59.42		0.00
Sodium	0.51	0.51	Na ₂ O	0.69
Magnesium	2.60	2.43	MgO	4.30
Aluminium	8.07	6.82	Al ₂ O ₃	15.24
Silicon	20.31	16.48	SiO ₂	43.44
Chlorine	0.18	0.11		0.18
Potassium	3.45	2.01	K ₂ O	4.16
Calcium	16.82	9.56	CaO	23.53
Iron	5.83	2.38	FeO	7.50
Phosphorus	0.10	0.08	P ₂ O ₅	0.24
Sulfur	0.00	0.00	SO ₃	0.00
Titanium	0.43	0.20	TiO ₂	0.71

Total:	100.00	100.00		

Örnek 2 – Kerpiç örneği



Şekil 3.37. Tescilli yığma kerpiç yapı (Örnek 2)–SEM görüntüsü



Şekil 3.38. Tescilli yığma kerpiç yapı (Örnek 2)–EDX spektrumu

Çizelge 3.11. Tescilli yığma kerpiç yapı (Örnek 2)–EDX analiz sonucu (EDX Analizinde tespit edilen elementler ve varsa oksitlerinin yüzde dağılımı)

Spectrum				
Element	norm. C [wt. %]	Atom. C [at. %]	Compound	norm. Comp. C [wt. %]
Oxygen	41.62	59.26		0.00
Sodium	0.67	0.67	Na2O	0.91
Magnesium	2.47	2.31	MgO	4.09
Aluminium	8.30	7.01	Al2O3	15.69
Silicon	20.31	16.47	SiO2	43.44
Chlorine	0.60	0.38		0.60
Potassium	3.18	1.86	K2O	3.84
Calcium	16.75	9.52	CaO	23.44
Iron	5.75	2.35	FeO	7.40
Phosphorus	0.05	0.03	P2O5	0.11
Sulfur	0.00	0.00	SO3	0.00
Titanium	0.29	0.14	TiO2	0.49

Total:	100.00	100.00		

3.2.4. Türbeönü evi harç numunesinin kimyasal ve petrografik analizleri

Türbeönü semtinde yer alan, 21450 ada, 3 parselde kayıtlı tescilli yığma kerpiç yapıdan kerpiç numunesi alınarak kimyasal ve petrografik analizleri yapılmıştır. (Bölüm 3.2.3.) Aynı yapıdan harç numunesi alınarak da kimyasal ve petrografik analizleri yapılmıştır (Şekil 3.39.).



Şekil 3.39. Tescilli yığma kerpiç yapı harç numunesi alınan duvar

Örnek 1: Konya ili, Karatay ilçesi, 21450 ada, 3 parselde bulunan yapının duvarından alınan harç numunesi, kerpiç tuğlaları arasındaki örgü harcıdır. Kahverengi renkli,

içerisinde 3–4 mm boyuta ulaşan agregaları ve kırıkları bulunan zayıf yapıda harç örneğidir.

Numunelere uygulanan kimyasal testlerin ve analitik kimya deneylerinin sonuçları Çizelge 3.12. ve Çizelge 3.13.'de verilmiştir.

Çizelge 3.12. Suda Çözünabilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri

Örnek No	TUZ						PROTEİN	YAĞ
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	İLETKENLİK (µS)	% Tuz Miktarı		
1	+	-	-	+	419	2,64	+	-
-: Yok; +: Az var; ++: Var; +++: Fazla var; ++++: Çok Fazla var								

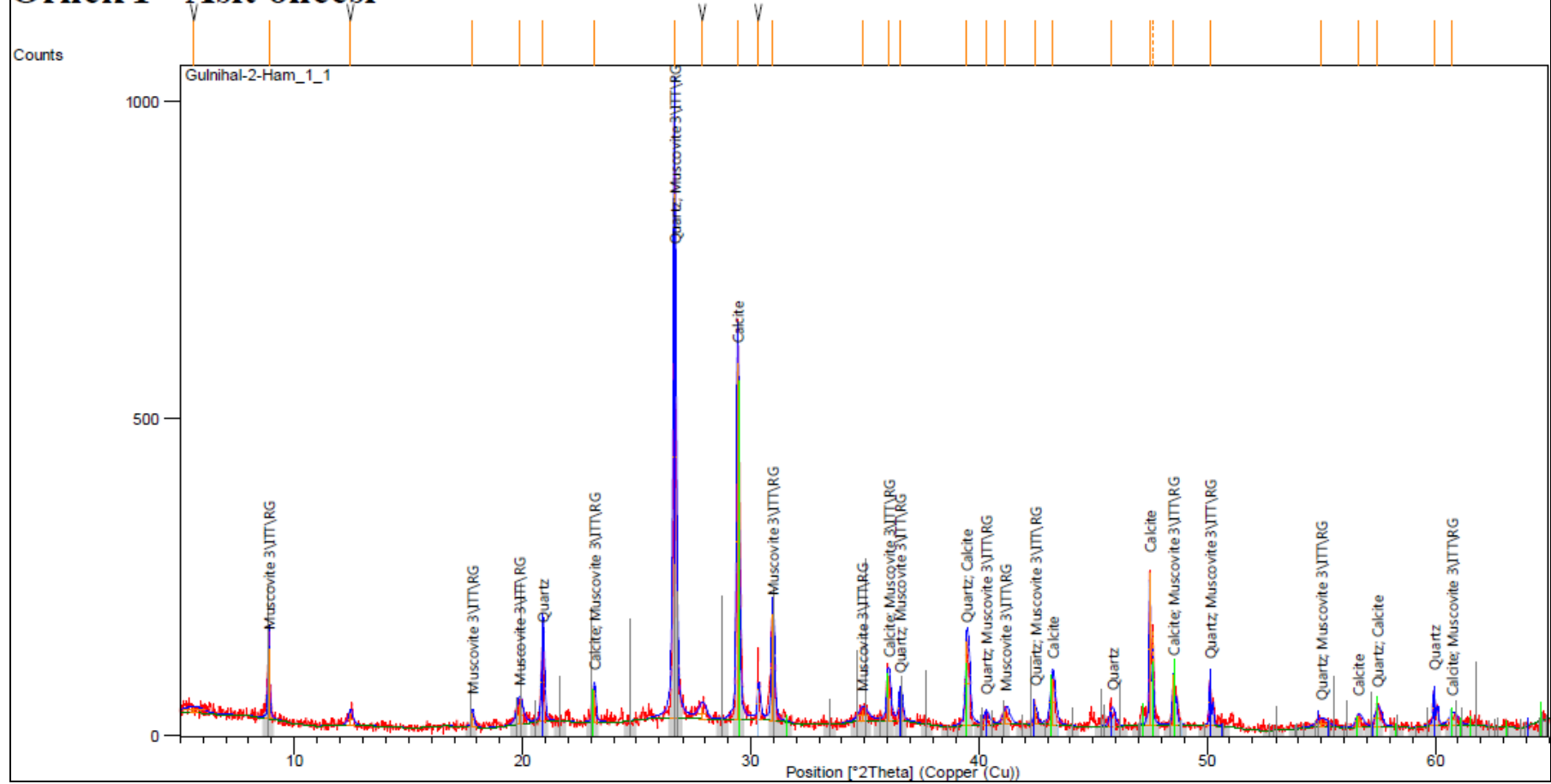
Çizelge 3.13. Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizleri

Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)			Asitle (%)		Elekte Kalan (%)							
	Nem	550 °C	CaCO ₃	Kayıp	Kalan	5000 µ	2500 µ	1000 µ	500 µ	250 µ	125 µ	63 µ	<63 µ
1	2,40	4,41	41,76	40,07	59,93	3,42	2,05	3,83	8,01	12,80	13,21	23,20	33,47

XRD Analizi Sonucu:

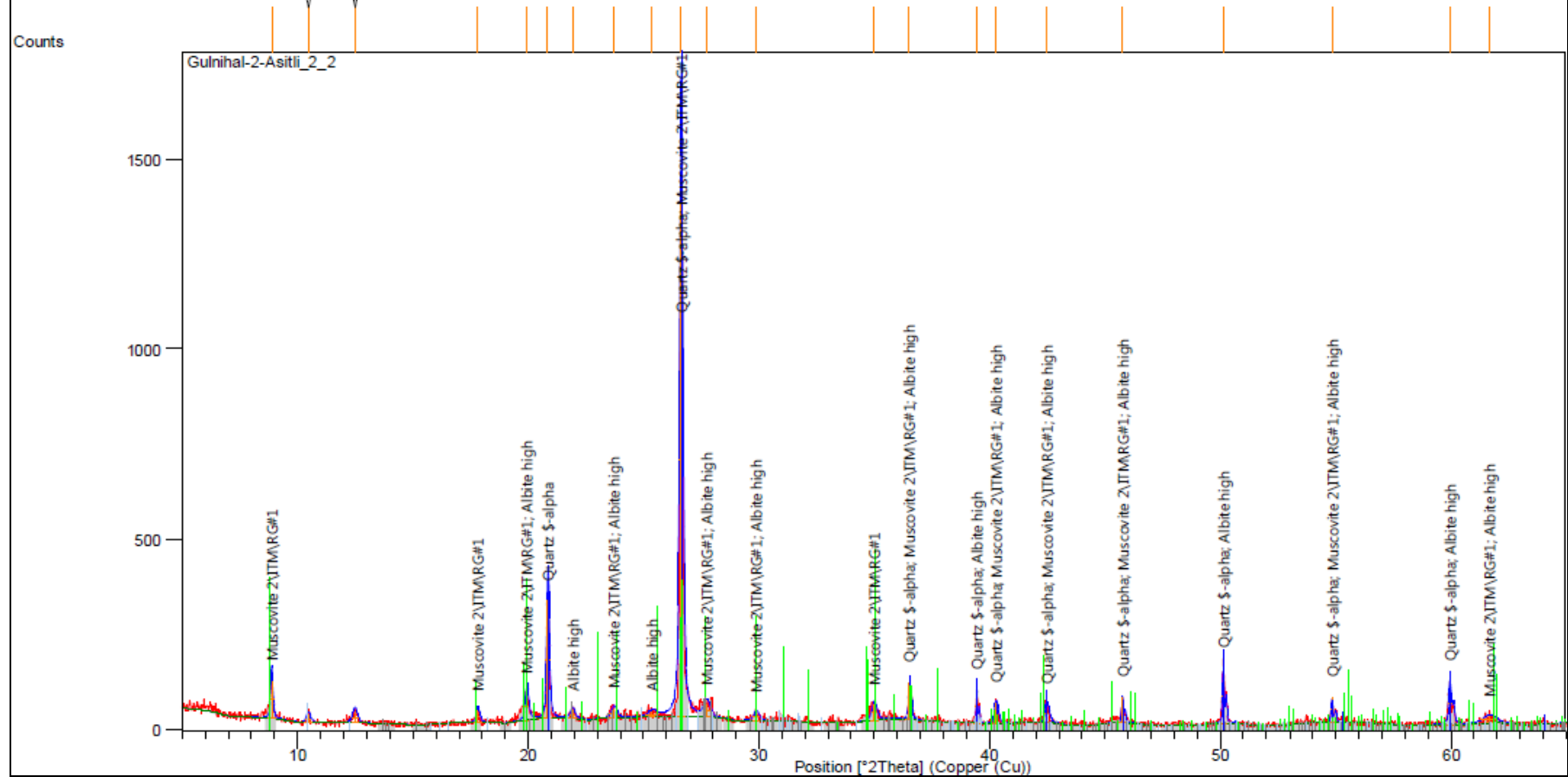
1 adet kerpiç harcı örneğinin XRD analiz sonuçları Şekil 3.40. ve Şekil 3.41.'de verilmiştir.

Örnek 1 - Asit öncesi



Şekil 3.40. XRD analiz grafiği (Örnek 1–Asit öncesi)

Örnek 1 - Asit sonrası



Şekil 3.41. XRD analiz grafiği (Örnek 1–Asit sonrası)

Asitte Kalan Agregaların Stereo Mikroskopla Görsel Analizleri:

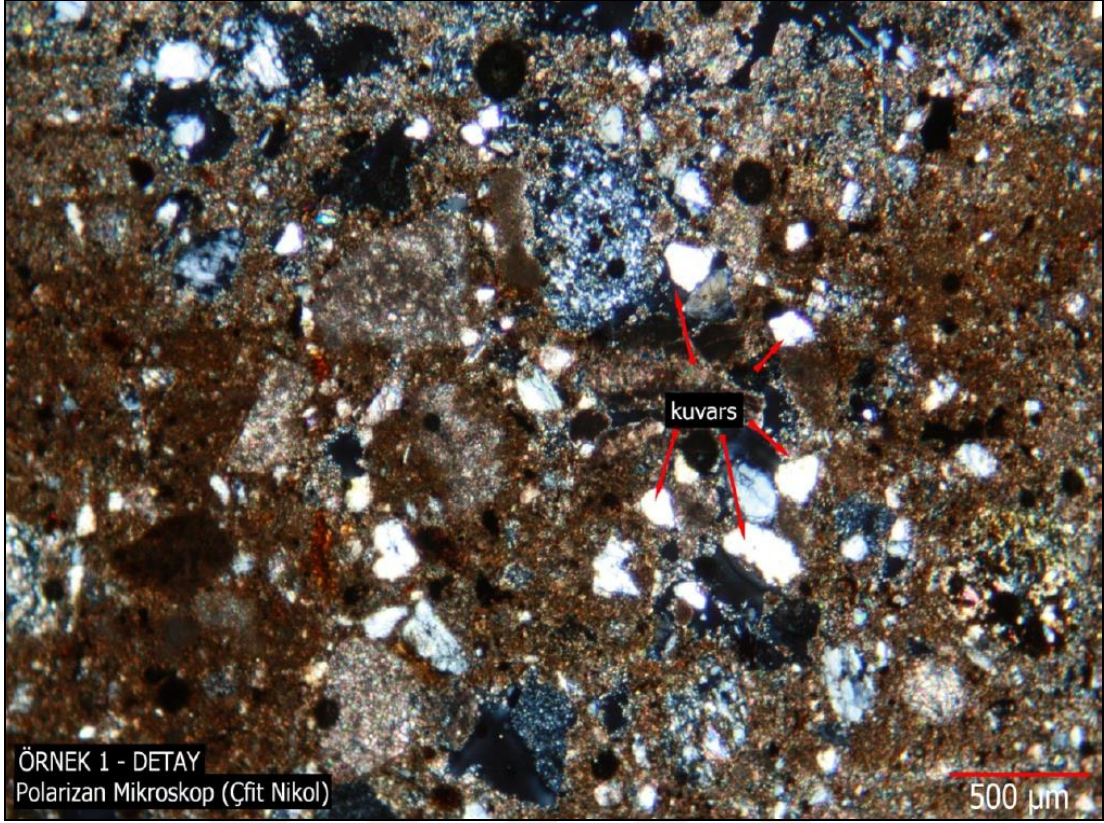
Örnek 1: Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının az miktarı siyah cüruf tozu ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı tuğla tozu, çok az miktarı kırıntı, az miktarı siyah cüruf tozu, yaklaşık %15'i mineral ve kayaç tozu ve kalanı kahverengi renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı tuğla kırığı, çok az miktarı kırıntı, az miktarı siyah cüruf parçası, yaklaşık %15'i kahverengi renkli dağılmamış kütleler ve kalanı kayaç parçalarıdır. Agregalar 4 mm elek altıdır. Önemsenmeyecek kadar az miktarda 6 mm boyuta ulaşanlar mevcuttur.

Örnek Kesitlerinin Petrografik Analizi:

Örnek 1: Toprak harç olan örneğin fazı zayıftır. Örnekte genel olarak kayaç parçaları ve mineral vardır. Ayrıca örnekte çok az miktarda kırıntı, az miktarda siyah cüruf parçası, yer yer kireçtaşı parçası vardır. Kayaç parçaları serpantinleşmiş parçalardır. Minerallerin geneli kuvarstır. Yer yer mika vardır (Şekil 3.42., Şekil 3.43.).



Şekil 3.42. Tescilli yığma kerpiç yapı harç numunesi (Örnek 1)–Stereo mikroskop görüntüsü



Şekil 3.43. Tescilli yığma kerpiç yapı harç numunesi (Örnek 1)–Polarizan mikroskop görüntüsü

Yapılan analizler sonucunda; 1 numaralı örneğin, yaklaşık %15–20 aralığında söndürülmüş kaymak kireç katkılı, %15–20’si 2 mm elek altı karbonatlı kayaç parçacıkları ve kalanı ofiyolit nitelikli, killi, elenmiş toprak harcı olduğu, kerpiç harcının metreküpünde yaklaşık 500–600 g saman kütük kullanıldığı tespit edilmiştir. Bölüm 3.1.3.’de analiz sonuçları verilen Örnek 2 (tescilli Türbeönü evi kerpiç numunesi) ile aynı içerikte olduğu ve Örnek 2’ye göre kütük miktarında artış olduğu gözlenmiştir.

3.2.5. Yeni imal edilen kerpiç numunesinin kimyasal ve petrografik analizleri

Türbeönü semtinde yer alan, 21450 ada, 3 parselde kayıtlı tescilli yığma kerpiç yapıdan alınan kerpiç numunesinin kimyasal ve petrografik analizleri sonucuna göre çeşitli denemeler yapılarak yeni imalatı yapılacak kerpiç tuğlalarının karışım oranı belirlenmiştir. Elde edilen 1 kısım sönmüş kaymak kireç, 6 kısım toprak, 8kg/m^3 saman karışım oranlarına göre seri imalatı yapılan kerpiç tuğlalarından numune alınarak kimyasal ve petrografik analizleri yapılmıştır (Şekil 3.44.).



Şekil 3.44. Yeni imalatı yapılan kerpiç tuğla numunesi

Örnek 1: Kahverengi renkli, içerisinde 1–2 mm boyutlu agregaları, beyaz kütleleri ve bolca kıtıkları bulunan sağlamca yapıda kerpiç harcı örneğidir.

Numunelere uygulanan kimyasal testlerin ve analitik kimya deneylerinin sonuçları Çizelge 3.14. ve Çizelge 3.15.’de verilmiştir.

Çizelge 3.14. Suda Çözünebilir Tuzlar ile Protein ve Yağ Analizleri

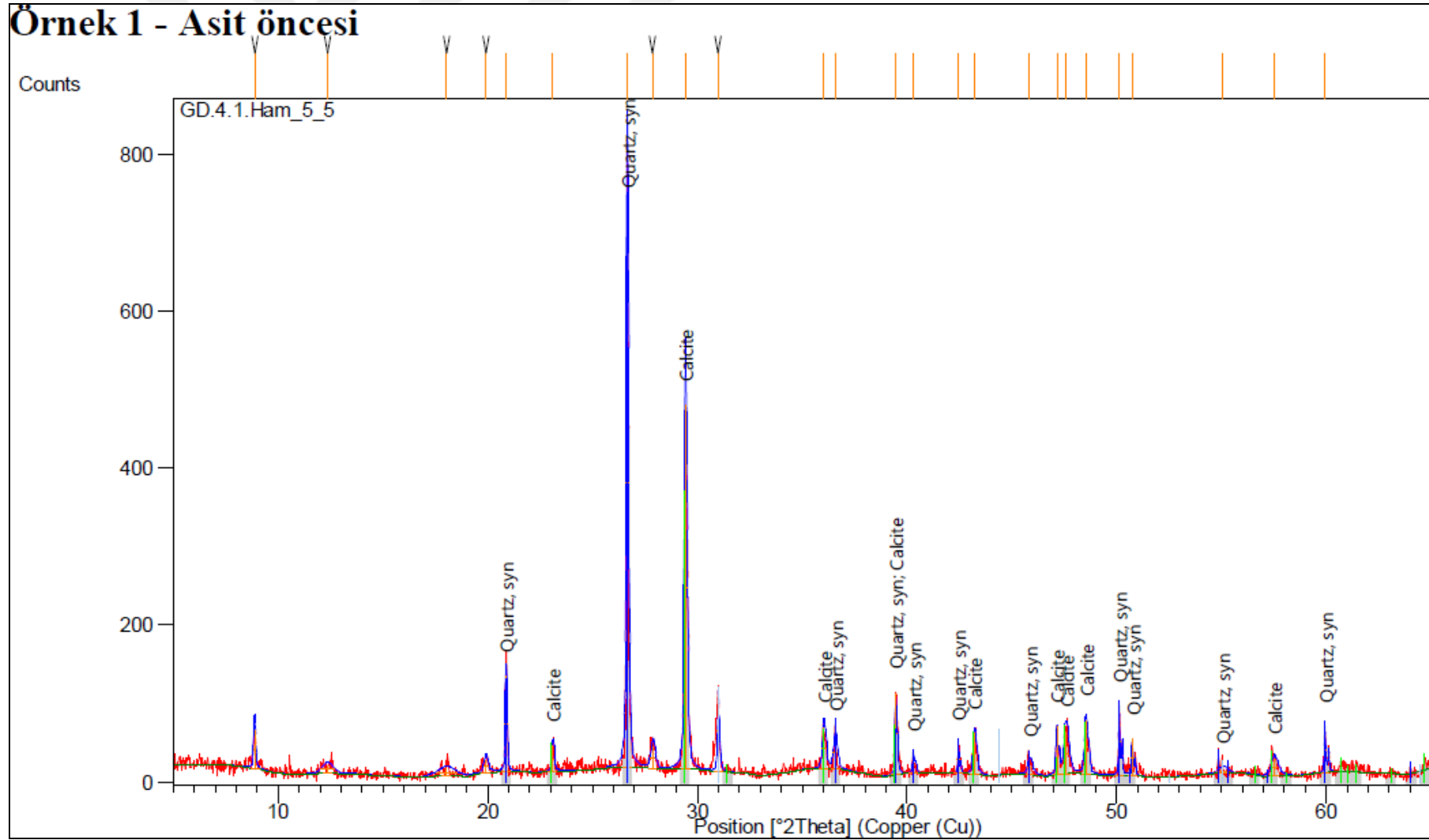
Örnek No	TUZ						% Tuz Miktarı	PROTEİN	YAĞ
	Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	CO ₃ ²⁻	NO ₃ ⁻	İLETKENLİK (µS)				
1	+	-	-	+	590	3,72	+	-	
-: Yok; +: Az var; ++: Var; +++: Fazla var; ++++: Çok Fazla var									

Çizelge 3.15. Kızdırma Kaybı, Asitle Muamele ve Elek Analizleri

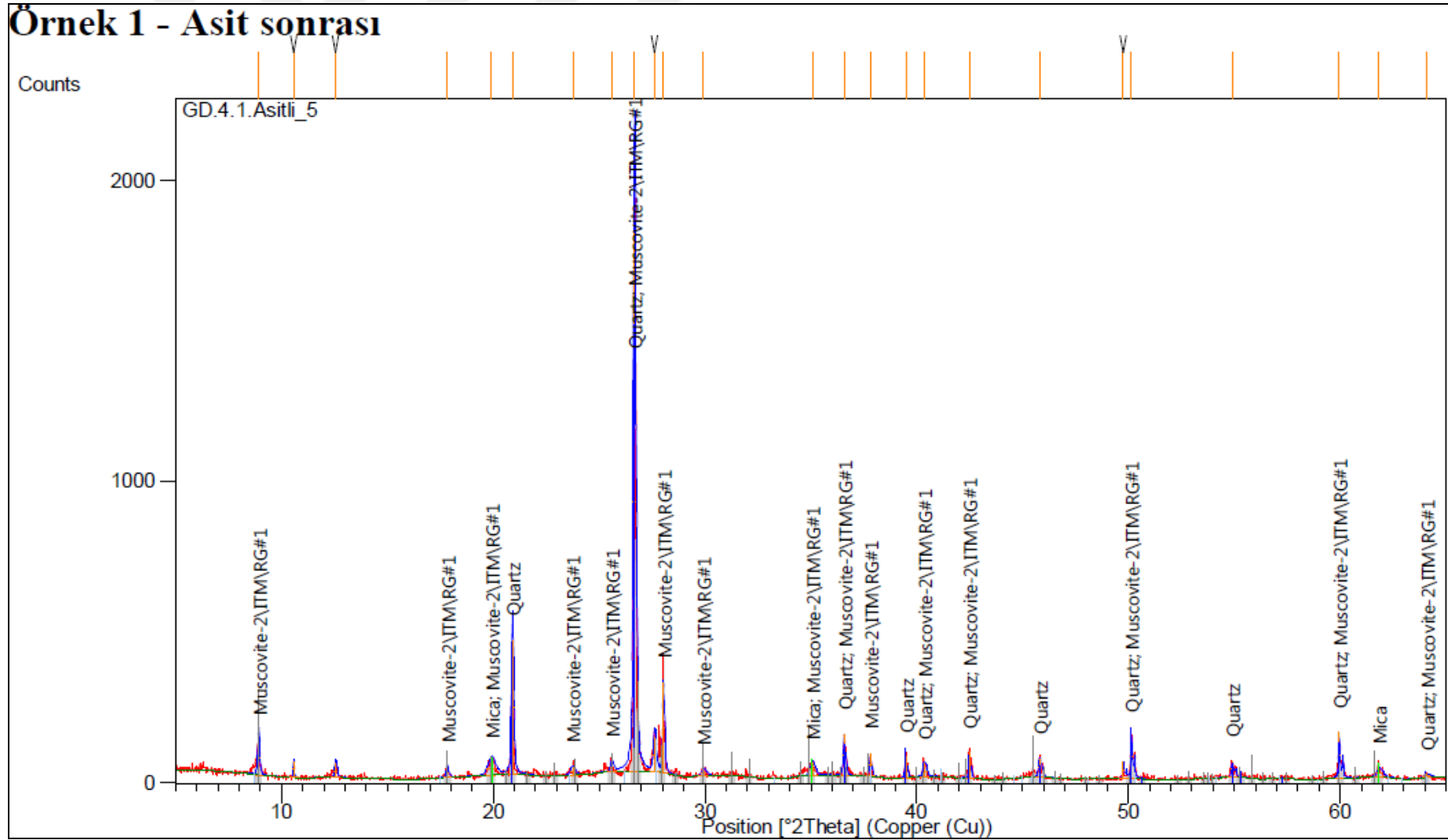
Örnek No	Kızdırma Kaybı (%)			Asitte (%)		Elekte Kalan (%)							
	Nem	550 °C	CaCO ₃	Kayıp	Kalan	5000 µ	2500 µ	1000 µ	500 µ	250 µ	125 µ	63 µ	<63 µ
1	0,98	3,27	48,30	57,41	42,59	0,00	0,27	1,67	0,90	1,25	1,21	1,40	2,25

XRD Analizi Sonucu:

1 adet kerpiç harcı örneğinin XRD analiz sonuçları Şekil 3.45. ve Şekil 3.46.’da verilmiştir.



Şekil 3.45. XRD analiz grafiği (Örnek 1-yeni üretim-Asit öncesi)



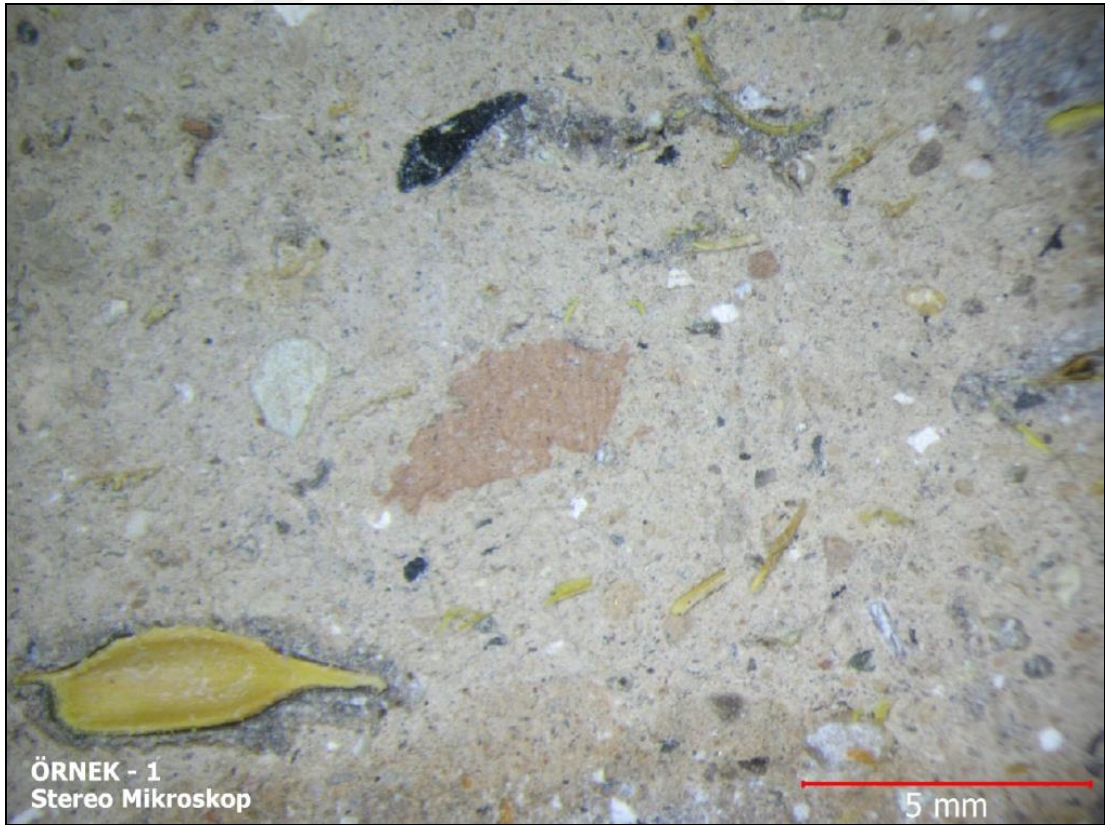
Şekil 3.46. XRD analiz grafiği (Örnek 1-yeni üretim-Asit sonrası)

Asitte Kalan Agregaların Stereo Mikroskopla Görsel Analizleri:

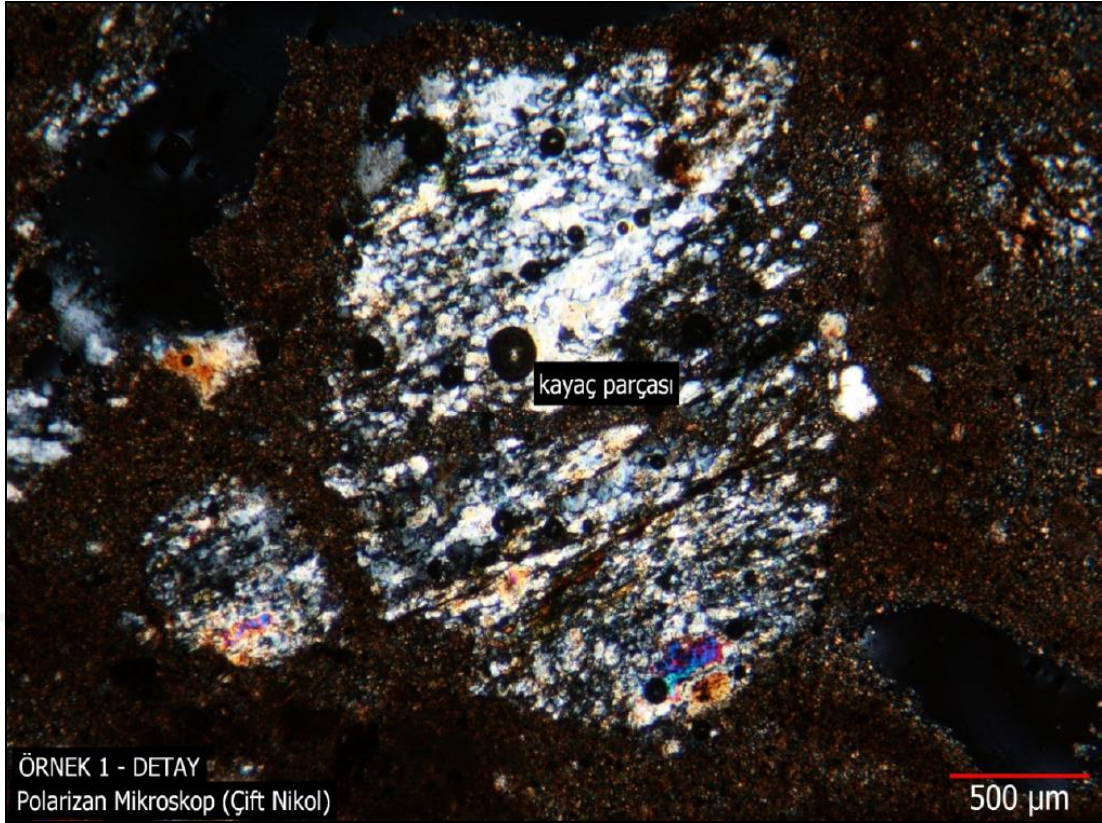
Örnek 1 (Yeni Üretim): Örneğin 125 μ 'dan küçük boyutlu agregalarının çok az miktarı siyah cüruf tozu, yaklaşık %5'i mineral ve kalanı kil boyutlu malzemedir. 125–500 μ arası agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf tozu ve tuğla tozu, yine önemsenmeyecek kadar az miktarı kırıntı, %15–20'si mineral ve kalanı bej renkli dağılmamış kütlelerdir. 500 μ 'dan büyük agregalarının önemsenmeyecek kadar az miktarı siyah cüruf parçası, çok az miktarı kırıntı, %10–15'i mineral ve kayaç parçaları ve kalanı bej renkli dağılmamış kütlelerdir. Agregalar 3 mm elek altıdır.

Örnek Kesitlerinin Petrografik Analizi:

Örnek 1 (Yeni Üretim): Toprak harç olan örneğin fazı zayıftır. Örnekte az miktarda siyah cüruf parçası, yer yer kırıntı, yer yer kayaç parçaları, yaklaşık %5 oranında kireç topları ve yine yaklaşık %5 oranında kireçtaşı parçaları ve yoğun olarak mineral vardır. Minerallerin geneli kuvarstır. Yer yer alkali feldspat, plajyoklas ve nadiren mika ve amfibol vardır. Kayaç parçalarının geneli kuvarsittir. Yer yer çört minerali vardır. Agregalar az köşeli–az yuvarlak formdadır (Şekil 3.47., Şekil 3.48.).



Şekil 3.47. Yeni üretim kerpiç tuğla numunesi (Örnek 1)–Stereo mikroskop görüntüsü



Şekil 3.48. Yeni üretim kerpiç tuğla numunesi (Örnek 1)–Polarizan mikroskop görüntüsü

Yapılan analizler sonucunda; 1 numaralı örneğin yaklaşık %3–5’i kül, %30–35’i karbonatlı kayaç parçacıkları (kireçtaşı parçacıkları) olan, kalan %60–70’lik bölümü ise killi topraktan oluşan kerpiç harcı olduğu, harç içeriğine, metreküpte yaklaşık 1–1.5 kg aralığında saman kütük ilave edildiği tespit edilmiştir. Harç içeriğinde yer alan kayaç parçalarından oluşan agregaların geneli 1 mm elek altıdır. 4 mm boyuta ulaşan agregalar da mevcuttur.

Çatalhöyük yerleşimine ait 4 adet kerpiç harcı örneğinin ve 1 adet yeni üretim kerpiç harcı örneğinin XRD analiz sonuçlarının incelenmesi neticesinde; Çatalhöyük yerleşimine ait 4 adet orijinal örneğin ve 1 adet yeni üretim örneğin asitle muamele sonucunda kalanları incelendiğinde: İllit, Muskovit, Kaolinit, Amfibol (Cummingtanite) minerallerinin tüm örneklerde mevcut oldukları tespit edilmiştir.

Asitle muamele görmemiş ham örneklerinin incelenmesi sonucunda da aynı minerallerin varlıkları tespit edilmiştir. Ancak ham örnek incelemesinde yeni üretim örneğe göre, orijinal örnek grubunda kaolinit mineralinin daha az oranda olduğu, bunun nedeninin ise orijinal örneklerde yüzey şartları ile yıkanma vb. etkiler ile uzaklaşmış olmalarından kaynaklı olabileceği düşünülmektedir.

Yapılan analizlerden elde edilen sonuçlara bağlı olarak yeni üretim kerpiç harcının, orijinal örnek grubuna mineralojik bileşim ve bileşim içerisindeki mineral yüzdeleri olarak benzerliği ve özellikle Amfibol (Cummingtanite) mineralinin hem yeni üretim kerpiç harcında hem de orijinal harç grubunda bulunması nedeniyle tüm örneklerin aynı veya benzer kaynak kullanılarak üretilmiş olabileceği sonucuna varılmıştır.

3.3. Kerpiç Tuğla Harcı

Deney çalışması için öncelikle Çizelge 3.16.'daki karışım-1'in oranlarına göre kerpiç harcı hazırlanarak kerpiç numuneleri alınmış ve TS 2514 standardına uygun olarak deneyler gerçekleştirilmiştir. Karışım-1'deki karışım oranları TS 2514 standardına uygun olarak ve Türbeönü semti toprağının analiz sonuçları dikkate alınarak belirlenmiştir. Daha sonra Türbeönü semtindeki tescilli yapıdan alınan kerpiç tuğla numunesinin laboratuvar malzeme analizleri sonuçlarına göre (Bölüm 3.2.3.), tarihi kerpiç tuğlaları temsil etmesi amacıyla karışım-2 oranlarına göre kerpiç harcı hazırlanarak kerpiç numuneleri alınmış ve TS 2514 standardına uygun olarak deneyler gerçekleştirilmiştir.

Çizelge 3.16. Katkı maddesi oranı

Katkı maddesi	Karışım-1	Karışım-2
Saman (kg/m ³)	16	8
Kireç	-	Toprağın 1/6'sı

Karışım-1 harcında kullanılan saman katkısı 2–3 cm boyunda kırılarak karışıma karıştırılmıştır.

Kerpiç harcı katkısı olarak kullanılan sönmüş kaymak kireci, Kayseri Kalaba Bölgesi sönmemiş kirecinin Aksaray'daki tesislerde söndürülerek torbalar halinde paketlenip satılması yoluyla temin edilmiştir. Kirecin yaş ağırlığı torbasıyla birlikte 17.186kg, torba ağırlığı 52g ve suyu uçurulmuş kuru kirecin torbası ile birlikte ağırlığı 9.883kg'dır. Çizelge 3.17.'de sönmüş kireç malzemesinin ve hammaddesi olan sönmemiş kirecin TS EN 459-1, TS EN 459-2, TS EN 196-2, TS EN 196-6'ye göre uygunluk kriterleri verilmiştir.

Çizelge 3.17. Sönmemiş ve sönmüş kirecin TS EN 459-1, TS EN 459-2, TS EN 196-2, TS EN 196-6'ye göre uygunluk kriterleri

	Sönmemiş kireç	Sönmüş kireç
GÖRÜNÜŞ ÖZELLİKLERİ	Kırık beyaz, hafif gri tonlarda	İnce beyaz toz/ CL 80-S
KİMYASAL ÖZELLİKLERİ		
CaO+ MgO	%88	
CaO		%85
MgO	%1.2	%1.00
SO ₃	%.65	%0.75
CO ₂	%1.5	%2.2
Serbest kireç CaO	%90	
Serbest kireç Ca(OH) ₂		%88
FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ		
Verim (dm ³ /10kg)	35	
Hacim sabitliği	KABUL	
t60 değeri (reaktivite)	2-6dk	
Tane büyüklüğü dağılımı	≤1mm	
İNCELİK		
200μ		%1.50
90μ		%6.5
63μ		
45μ		
HARÇ DENEYLERİ		
Hacim değişmezliği		0.7mm
Penetrasyon		22mm
Hava miktarı		%4
Serbest su muhtesi		%0.9
Yığın yoğunluğu		0.6g/ml
PH(Asidik-Bazik)		11.95

Bölüm 3.4.'de yapılan deneyler sonucunda karışım-2 harcı kullanılarak; 1 kısım sönmüş kireç kaymağı, 6 kısım toprak, 8kg/m³ saman, su kullanılarak diyagonal kayma deneylerinde kullanılacak kerpiç tuğlaları imal edilmiştir.

Diyagonal kayma deneylerinde kullanılan duvar numunelerinin imalatında uygulanan kireç katkılı kerpiç örgü harcının ve kerpiç sıvanın harç içeriği ve karışım oranları kerpiç tuğla harcınıki ile aynı olacak şekilde, tek tip kireç katkılı kerpiç harcı üretilmiştir (bknz. Bölüm 3.8.).

3.4. Kerpiç Tuğla Harcının Deneyleri

3.4.1. Standart kıvam deneyi

TS 2514 standardına göre kerpiç harcının standart kıvamını belirleyebilmek için karışım-1 harcından 200g ağırlığında, 5 cm çapında küre numuneler hazırlanarak 2m yükseklikten serbest düşme yapılmıştır. Deney sonucunda yerdeki numunenin 5cm çapında olması gerekmektedir (Şekil 3.49.). 5 cm çap sağlanamadığından, karışım-1 esas alınarak saman ve su oranları değiştirilerek deneyler tekrarlanmıştır (Çizelge 3.18., Çizelge 3.19.). Deneyler sonucunda saman ve su miktarını azaltmakla 5cm çapın sağlanabildiği görülmüştür.

Çizelge 3.18. Standart kıvam testi 1

Kerpiç harcı	Numuneler	Kıvam
415 lt su 1730 kg toprak 16 kg/m ³ saman	Numune 1	7 cm
	Numune 2	7 cm
	Numune 3	7 cm
415 lt su 1730 kg toprak 18 kg/m ³ saman	Numune 1	6.9 cm
	Numune 2	6.8 cm
	Numune 3	7 cm
415 lt su 1730 kg toprak 20 kg/m ³ saman	Numune 1	6.3 cm
	Numune 2	7.3 cm
	Numune 3	7 cm



Şekil 3.49. Standart kıvam deneyi numunesi

Karışım-1 oranındaki kerpiç harcı numuneleriyle yapılan standart kıvam deneyleri sonucunda 5 cm çapın 16 kg saman katkısı ve 350 lt su ile sağlandığı bulunmuştur (Çizelge.3.19.). Karışım-2 oranındaki kerpiç harcı numuneleriyle yapılan standart kıvam deneyleri sonucunda ise 5.5 cm numune çapı elde edilmiştir.

Çizelge 3.19. Standart kıvam testi 2

Kerpiç harcı	Numune	Kıvam
350 lt su 1730 kg toprak 16 kg/m ³ saman	Numune 1	5 cm
	Numune 2	5.1 cm
	Numune 3	5 cm
375 lt su 1730 kg toprak 16 kg/m ³ saman	Numune 1	5.5 cm
	Numune 2	5.6 cm
	Numune 3	5.7 cm

3.4.2. Rötire deneyi

Karışım-1 ve karışım-2 harçlarından alınarak 20x4x2.5cm'lik kalıba numuneler dökülüp kalıptan çıkarılarak ve 20°C oda sıcaklığında kurumaya bırakılarak, TS 2514 standardına uygun olarak rötire deneyleri gerçekleştirilmiştir. Bir hafta boyunca numunelerin uzunluklarındaki değişme durana kadar, numunelerin önden ve arkadan kılma miktarları ölçülerek sonuçta bu miktarlar toplanmıştır ve toplam rötire bulunmuştur (Çizelge.3.20.).

Çizelge 3.20. Rötire deneyi

Kerpiç harcı	Rötire
Saman katkılı harç	6 mm (3 mm+2 mm+1 mm)*
Saman-kireç katkılı harç	5 mm (2 mm+2 mm+1 mm)*

(*) Bir günde ölçülen kılma miktarı.

TS 2514 standardına göre 4–7mm arasında rötire miktarı ölçülen kerpiç çamuru orta yağlı olarak kabul edilmektedir. Saman katkılı harç (karışım-1) numunesi 6mm, saman-kireç katkılı harç (karışım-2) numunesi ise 5mm rötire yapmıştır. Standarda göre her iki harç da orta yağlı çamur sınıfına girmektedir.

3.4.3. Basınç mukavemeti deneyi

TS 2514 standardına uygun olarak karışım-1 ve karışım-2 harçlarından 7x7x7cm küp numuneler dökülmüştür ve 10 günlük ve 28 günlük basınç deneyleri yapılmıştır. Ana ve kuzu numuneler dökülerek de basınç deneyleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.50., Şekil 3.51.).



Şekil 3.50. 7x7x7cm basınç deneyi numuneleri

Çizelge 3.21. Basınç mukavemeti

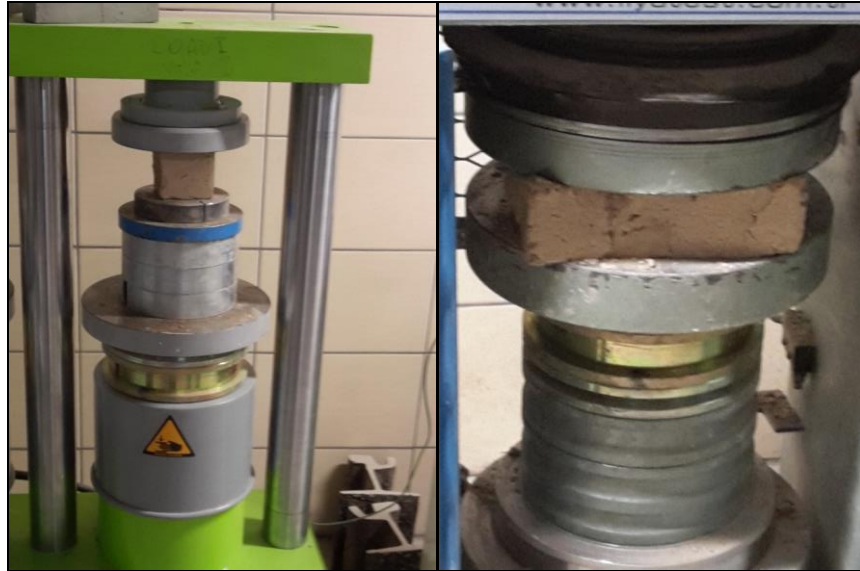
Basınç mukavemeti (N/mm ²)				
Kerpiç harcı	7x7x7cm *	7x7x7cm **	20x10x7cm (kuzu) *	20x20x7cm (ana) *
Saman katkılı harç	1.44	1.24	2.19	1.09
	1.70	1.18	1.73	3.64
	1.59	1.41	1.88	4.01
		1.29		
		1.33		
		1.47		
		1.64		
ortalama	1.57	1.36	1.93	2.91
Saman-kireç katkılı harç	0.62	1.75	3.82	0.82
	0.7	1.67	3.09	4.23
	0.71	1.61	1.83	6.1
		1.57		
		1.63		
		1.64		
		1.71		
ortalama	0.67	1.65	2.91	3.71

(*) 10 günlük basınç mukavemeti. (**) 28 günlük basınç mukavemeti.

Deneyler sonucunda 7x7x7cm küp numuneler için 10 günlük basınç mukavemeti saman katkılı harçlı (karışım-1) numunelerde ortalama 1.57 N/mm^2 , saman-kireç katkılı harçlı (karışım-2) numunelerde ortalama 0.67 N/mm^2 ölçülmüştür. 28 günlük basınç mukavemeti ise saman katkılı harçlı numunelerde ortalama 1.36 N/mm^2 , saman-kireç katkılı harçlı numunelerde ortalama 1.65 N/mm^2 ölçülmüştür.

10 günlük basınç mukavemeti, 20x10x7cm kuzu numuneler için saman katkılı harçlı numunelerde ortalama 1.93 N/mm^2 , saman-kireç katkılı harçlı numunelerde ortalama 2.91 N/mm^2 ölçülmüştür. 20x20x7cm ana numuneler için ise saman katkılı harçlı numunelerde ortalama 2.91 N/mm^2 , saman-kireç katkılı harçlı numunelerde ortalama 3.71 N/mm^2 ölçülmüştür (Çizelge 3.21.).

TS 2514 standardına göre kerpiçlerin en küçük basınç dayanımı 8 kgf/cm^2 'den az ve ölçülen numunelerin ortalaması 10 kgf/cm^2 'den az olmamalıdır. Standartta önerilen 7x7x7cm küp numunelerin sonuçlarını incelediğimizde saman-kireç katkılı numunelerin 10 günlük ortalama basınç mukavemeti (0.67 N/mm^2) 8 kgf/cm^2 'den az olarak ölçülmüştür. Saman-kireç katkılı numunelerin 28 günlük ortalama basınç mukavemeti ile saman katkılı numunelerin 10 ve 28 günlük basınç mukavemetleri ise 10 kgf/cm^2 'den fazladır. Standarda göre saman katkılı ve saman-kireç katkılı harçlar kerpiç yapımına uygun olarak tespit edilmiştir.



Şekil 3.51. a) 7x7x7 cm numunenin basınç deneyi b) Kuzu numunenin basınç deneyi

3.4.4. Çekme mukavemeti deneyi

Karışım-1 esas alınarak ve karışımdaki saman miktarı değiştirilerek TS 2514 standardına uygun olarak çekme mukavemeti deneyleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.22.).

Çizelge 3.22. Çekme mukavemeti

Çekme mukavemeti			
Kerpiç harcı	Numuneler	Kopma yükü (g)	Ortalama kopma yükü (g)
415 lt su 1730 kg toprak 16 kg/m ³ saman	Numune 1	355	368.43
	Numune 2	385.3	
	Numune 3	365	
415 lt su 1730 kg toprak 18 kg/m ³ saman	Numune 1	308.5	305.16
	Numune 2	288.5	
	Numune 3	318.5	
415 lt su 1730 kg toprak 20 kg/m ³ saman	Numune 1	275	291.83
	Numune 2	279	
	Numune 3	321.5	

Deneyler sonucunda karışımdaki saman miktarının azaltılmasıyla daha iyi çekme mukavemeti sağlandığı görülmüştür. 16 kg/m³ saman katılan harç (karışım-1) numunesinin çekme mukavemeti deneyinde 368.43g yükte kopma gerçekleşmiştir. Saman-kireç katkılı kerpiç harcından (karışım-2) numune alınarak ayrıca çekme mukavemeti deneyi yapılmıştır. Deney sonucunda numune 148g yükte kopma göstermiştir.

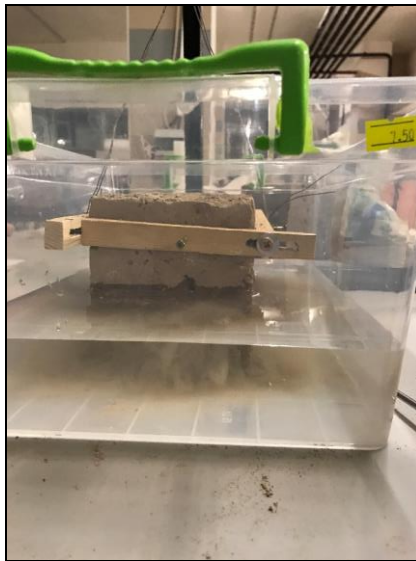
TS 2514 standardına göre harçlardan alınan deney numunesi hesaba giren kesit alanı 5cm² olacak şekilde deney düzeneğine yerleştirilmiştir. Kopma gerilmesi 50g/cm²'nin altında olan harçların çekme mukavemeti yetersiz olduğu standartla belirlendiğinden ve saman-kireç katkılı kerpiç harcının kopma gerilmesi 29.5g/cm² olarak hesaplandığından, saman-kireç katkılı kerpiç harcının çekme mukavemeti yetersizdir. Kopma gerilmesi 50–110 g/cm² arasında olan kerpiç harçları yağsız çamur sınıfına girdiğinden ve saman katkılı kerpiç harcının kopma gerilmesi 73.6 g/cm² olarak hesaplandığından, saman katkılı kerpiç harcı yağsız çamur sınıfına girmektedir.

3.4.5. Çamurlaşma deneyi

TS 2514 standardına uygun olarak karışım-1 ve karışım-2 harçlarından hazırlanan çeşitli ebatlarda kerpiç numuneleri üzerinde aşağıdaki çamurlaşma deneyleri gerçekleştirilmiştir:

- 12x12x12cm’lik saman katkılı numunenin yarısı suya daldırılmış ve 45 dakika bekletilmiştir. 45 dakika sonunda 2cm’lik kısım suda dağılmış, 4cm’lik kısım su çekmiş ancak suda dağılmamıştır. Numunenin ağırlığı kuru iken 2.796 kg, deney sonrasında 2.188 kg ölçülmüştür (Şekil 3.52).
- 10x20x7cm’lik saman katkılı kerpiç tuğlasının 5cm’lik kısmı suya daldırılmış, 1sa. 10 dk. sonra sudaki kısmın suda dağılmış olduğu ancak su üstündeki kısmının dağılmadığı görülmüştür.
- 20x5x2cm’lik saman-kireç katkılı numunelerin 6cm’lik kısmı suya daldırılmıştır. 2 aydan uzun sürede suya daldırılan kısımlarda suda dağılma gözlenmemiştir. (Şekil 3.53).

Karışım-1 harcından alınan numuneler ebatlarının farklı olması nedeniyle farklı performans göstermişlerdir. Karışım-1 harcının 10x20x7cm’lik saman katkılı kerpiç tuğlası numunesi ve karışım-2 harcının 20x5x2cm’lik saman-kireç katkılı numuneleri en az 45 dakika suda dağılmadan kalabilme şartını sağladığından harçların su emme kapasitesi TS 2514 standardına göre yeterli olarak kabul edilmektedir.



Şekil 3.52. a), b) 12x12x12cm’lik numunenin yarısı suya daldırılmış ve 45 dakika bekletilmiş hali.



Şekil 3.53. 20x5x2cm'lik saman-kireç katkılı numunelerin çamurlaşma deneyi.

3.5. Kerpiç Tuğla İmalatı

Karışım-1 ve karışım-2 harçları ile üretilen numuneler üzerinde yapılan deneylerin sonuçları karşılaştırılmıştır. Karışım-2 harçları ile üretilen numuneler üzerinde yapılan deneylerden olumlu sonuç alınması üzerine de diyagonal basınç duvar deneylerindeki duvar numunelerini üretmek amacıyla seri olarak kerpiç tuğla imalatı yapılmıştır (Şekil 3.54.).



a)

b)

Şekil 3.54. a), b) Yeni üretim kerpiçlerin seri imalatı (Karışım-2 harcı ile imal edilmiştir.)

Kerpiç tuğlaları, özgün kerpiç tuğla ebatlarına göre 1/2 oranında küçültülmüş olarak imal edilmiştir. 1200 adet ana (20x20x7 cm) ve 1920 adet kuzu (10x20x7 cm)

kerpiç tuğlası imal edilmiştir. Ahşap kalıplar yardımıyla üretilen kerpiç tuğlaları güneşte kurutulmuştur. Tuğlalar 15 gün süresince kuruduktan sonra istiflenerek deneyin yapılacağı laboratuvar ortamına nakliye edilmiştir. Kerpiç tuğlaların ağırlık ve yoğunlukları ölçülmüştür. (Şekil 3.55.), (Çizelge 3.23.).

Çizelge 3.23. Kerpiç tuğlaların ağırlık ve yoğunluğu (W: ağırlık, d: yoğunluk (3 numunenin ortalaması))

Ebatlar	Karışım-1		Karışım-2	
	W* (kg)	d* (gr/dm ³)	W(kg)	d (gr/dm ³)
20x10x7cm	2.2358	1.68	2.146	1.53
20x20x7cm	4.5439	1.62	4.225	1.50

(*):W: ağırlık, d: yoğunluk (3 numunenin ortalaması)



(a)

(b)

Şekil 3.55. a)2.Tip saman-kireç katkılı, 20x10x7cm (kuzu) ebatlarında kerpiç tuğlası
b)2.Tip saman-kireç katkılı, 20x20x7cm (ana) ebatlarında kerpiç tuğlası

3.6. Örgü Harçları

Diyagonal kayma deneylerinde kullanılacak duvar numunelerinin imalatında kullanılmak üzere, kireç, yün, alçı ve çimento olmak üzere 4 değişik katkı katılarak kerpiç örgü harçları hazırlanmıştır.

Kireç katkılı kerpiç harcı:

Kireç katkılı kerpiç harcı; 1kısım sönmüş kireç kaymağı, 6 kısım toprak, 8kg/m³ saman, su (Kerpiç tuğlası ile aynı karışım oranları ile hazırlanmıştır.)

Yün katkıli kerpiç harcı:

Yün katkıli kerpiç harcı; karışımın ağırlığına göre %1 oranında 3–4cm'lik kırılmış koyun yünü, katılarak hazırlanmıştır.

Alçı katkıli kerpiç harcı:

Alçı katkıli kerpiç harcı; %2 kireç, %10 alçı, %20–22 su oranları esas alınarak hazırlanmıştır. (Toprağın karıştırmadan önceki kuru ağırlığı esas alınmıştır.)

Alçı katkıli kerpiç harcında kullanılan alçı, ISO 9001 belgeli, perlitli ABS sıva alçısıdır. Alçı üreticisinin su/alçı oranı 5.7–6.2 kg suya 10kg alçı olarak belirlenmiştir. Bu karışım oranında su ve alçının karıştırılmasından sonra 2–3 dk. bekletilip kuvvetlice karıştırılması ve uygulanması önerilmektedir (Çizelge 3.24.).

Çizelge 3.24. Sıva alçısı teknik özellikleri (Alçı 2019)

Karışım oranı	6.0–6.5 lt suya 10 kg alçı
Donma başlangıcı	>20 dakika (TS EN 13279-1'e göre)
Kullanım süresi	70–80 dakika
Donma sonu	200–220 dakika
Tüketim miktarı	9 kg/m ² / 1 cm
Kuruma süresi	max. 4 gün
Yüzey sertliği	40 Shore D
Basınç mukavemeti	min. 2.0 N/mm ²
Eğilmede çekme mukavemeti	min. 1.0 N/mm ²
Isıl iletkenlik değeri	0.34 W/mK (TS 825'e göre)
1500 mikron elekten geçen (en az) (%)	99
150 mikron elekten geçen (en az) (%)	50
Gevşek birim hacim ağırlığı	750–800 kg/m ³
Sıkı birim hacim ağırlığı	900–1000 kg/m ³
Yangına tepki	A1
İlgili standart	TS EN 13279-1
Ambalaj şekli	35 kg ± %2 pp torba
Tek katta uygulama kalınlığı	min. 5 mm

Çimento katkıli kerpiç harcı:

Çimento katkıli kerpiç harcında; karışımın ağırlığına göre %10 çimento, su kullanılmıştır.

Çimento katkılı kerpiç harcında kullanılan çimento, Konya Çimento Fabrikası'nın TSE ISO 9001-2008 belgeli, TS-EN 197-1: 2012'ye göre üretilmiş CEM II/B-M(P-L)32.5R tipi Portland kompoze çimentosudur (Çizelge 3.25.). Portland çimentosunda bulunan bu kristal yapı Ca_2SiO_4 , Ca_3SiO_5 , CaAl_2O_4 , $\text{Ca}_2\text{Al}_2\text{SiO}_7$, CaAl_4O_7 , $\text{Ca}_4\text{Al}_6\text{SO}_{16}$, $\text{CaAl}_{12}\text{O}_{19}$, $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{Cl}$, $\text{Ca}_3\text{Al}_2\text{O}_6$, $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{F}_2$, $\text{Ca}_{12}\text{Al}_{14}\text{O}$, $\text{Ca}_4\text{Al}_2\text{Fe}_2$, CaO , $\text{Ca}_6\text{Al}_4\text{Fe}_2$, $\text{Ca}_2\text{Fe}_2\text{O}_5$ kimyasal bileşiklerin karışımıdır. Çimento az miktarda alçıtaşı içermektedir (Şengün 2016).

Çizelge 3.25. CEM II/B-M (P-L) kompoze Portland çimentosunun içeriği (Şengün 2016)

CEM II/B-M (P-L)			
Bileşen	EC NO	CAS NO	Konsantrasyon Aralığı % (ağırlık)*
Portland çimento klinkeri	266-043-4	65997-15-1	60.5–77.5
Kireç taşı	215-279-6	1317-65-3	14.0–28.5
Puzolan	-	-	14.0–28.5
Alçı taşı	231-900-3	7778-18-9	2.0–7.0

* Çimento bileşenlerine ait % değerleri alçı dahil karışıma ait konsantrasyon değerleridir (Şengün 2016).

3.7. Örgü Harçlarının Deneyleri

3.7.1. Basınç ve eğilme mukavemeti deneyleri

TS EN 1015-11 Kagir Harcı–Deney Metotları; Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini isimli standart kapsamında; eğilme dayanımı ve basınç dayanımı deneyleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 3.26.). 4x4x16cm ebatlarında kireç, alçı, çimento ve yün katkılı kerpiç harcı numuneleri üzerinde 3 noktalı eğilme dayanımı testleri gerçekleştirilmiştir (Şekil 3.56.).



Şekil 3.56. Eğilme dayanımı numuneleri

Kireç, alçı ve çimento katkılı kerpiç harçlarının eğilme mukavemetleri ölçülemeyecek kadar az olduğundan, test cihazı tarafından tespit edilememiştir. Sadece 1 adet 4x4x16'cmlik yün harcı numunesinin eğilme dayanımı, 1.13 N/mm² olarak ölçülmüştür. Eğilme dayanımı deneyi sonucunda ikiye ayrılan numunenin bir parçası ise basınç deneyinde numune olarak kullanılmıştır (Şekil 3.57., Şekil 3.58.).



Şekil 3.57. a) Eğilme dayanımı testi b) Basınç dayanımı testi



Şekil 3.58. a) Alçı katkılı ve b) Çimento katkılı numunelerde gözlenen kum saati şeklinde iflas modu

Diyagonal kayma deneylerinde %10 alçı ve %2 kireç katkılı kerpiç harcı ile örülen duvar numunelerinin ikisinin deneyleri başarısız olmuştur. Daha sonra %15 alçı ve %2 kireç katkılı kerpiç harcı ile %20 alçı ve %2 kireç katkılı kerpiç harcı hazırlanmış, numune alınmış ve basınç dayanımı testleri yapılmıştır (Çizelge 3.27.). Sonradan hazırlanan bu 2 tip harçla duvar numunesi örülmemiştir.

Çizelge 3.26. TS EN 1015-11'e göre katkılı harçların basınç ve eğilme dayanımı testleri

Alçı+kireç katkılı kerpiç harcının basınç dayanımı testleri												
sıra no	deney tarihi	numune cinsi	üretim tarihi	deney adı	fiziksel özellikler			alan (mm ²)	hacim (mm ³)	kırılma yükü (N)	basınç dayanımı (N/mm ²)	ortalama (N/mm ²)
					en (mm)	boy (mm)	yükseklik (mm)					
1	2.05.2018	ALÇI+KİREÇ	10.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	2002	0.409	0.390
2	2.05.2018	ALÇI+KİREÇ	10.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	1768	0.361	
3	2.05.2018	ALÇI+KİREÇ	10.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	1964	0.401	
4	2.05.2018	ALÇI+KİREÇ	10.01.2018	BASINÇ	100	100	100	10000	1000000	3900	0.390	0.390
5	2.05.2018	ALÇI+KİREÇ	24.02.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	941	0.588	0.643
6	2.05.2018	ALÇI+KİREÇ	24.02.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	998	0.624	
7	2.05.2018	ALÇI+KİREÇ	24.02.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1148	0.718	

Kireç katkılı kerpiç harcının basınç dayanımı testleri												
sıra no	deney tarihi	numune cinsi	üretim tarihi	deney adı	fiziksel özellikler			alan (mm ²)	hacim (mm ³)	kırılma yükü (N)	basınç dayanımı (N/mm ²)	ortalama (N/mm ²)
					en (mm)	boy (mm)	yükseklik (mm)					
1	2.05.2018	KİREÇ	8.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	2388	1.493	1.678
2	2.05.2018	KİREÇ	8.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	2319	1.449	
3	2.05.2018	KİREÇ	8.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	2721	1.701	
4	2.05.2018	KİREÇ	8.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	2411	1.507	
5	2.05.2018	KİREÇ	8.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	3260	2.038	
6	2.05.2018	KİREÇ	8.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	3008	1.880	

Çimento katkılı kerpiç harcının basınç dayanımı testleri												
sıra no	deney tarihi	numune cinsi	üretim tarihi	deney adı	fiziksel özellikler			alan (mm ²)	hacim (mm ³)	kırılma yükü (N)	basınç dayanımı (N/mm ²)	ortalama (N/mm ²)
					en (mm)	boy (mm)	yükseklik (mm)					
1	2.05.2018	ÇİMENTO	8.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	3122	0.637	0.647
2	2.05.2018	ÇİMENTO	8.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	3444	0.703	
3	2.05.2018	ÇİMENTO	8.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	2950	0.602	
4	2.05.2018	ÇİMENTO	8.01.2018	BASINÇ	100	100	100	10000	1000000	7095	0.710	0.710
5	2.05.2018	ÇİMENTO	24.02.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	3513	2.196	2.363
6	2.05.2018	ÇİMENTO	24.02.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	4098	2.561	
7	2.05.2018	ÇİMENTO	24.02.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	3731	2.332	

Yün katkılı kerpiç harcının basınç ve eğilme dayanımı testleri													
sıra no	deney tarihi	numune cinsi	üretim tarihi	deney adı	fiziksel özellikler			alan (mm ²)	hacim (mm ³)	kırılma yükü (N)	basınç dayanımı (N/mm ²)	eğilme dayanımı (N/mm ²)	ortalama (N/mm ²)
					en (mm)	boy (mm)	yükseklik (mm)						
1	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	7921	1.617		1.474
2	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	8335	1.701		
3	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	5407	1.103		
4	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	BASINÇ	100	100	100	10000	1000000	10654	1.065		1.065
5	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	3616	2.260		2.423
6	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	4672	2.920		
7	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	3340	2.088		
8	2.05.2018	YÜN	12.01.2018	EĞİLME	40	160	40	1600	64000	484		1.13	

Çizelge 3.27. TS EN 1015-11'e göre %15 ve %20 alçı katkılı harçların basınç dayanımı testleri

Alçı+kireç katkılı kerpiç harcının basınç dayanımı testleri												
sıra no	deney tarihi	numune cinsi	üretim tarihi	deney adı	fiziksel özellikler			alan (mm ²)	hacim (mm ³)	kırılma yükü (N)	basınç dayanımı (N/mm ²)	ortalama (N/mm ²)
					en (mm)	boy (mm)	yükseklik (mm)					
1	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	12.05.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	2248	0.459	0.423
2	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	12.05.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	1989	0.406	
3	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	12.05.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	1986	0.405	
4	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	12.05.2018	BASINÇ	100	100	100	10000	1000000	4006	0.390	0.390
5	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	12.05.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	5889	3.681	1,462
6	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	12.05.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1010	0.631	
7	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	12.05.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1526	0.954	
8	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1021	0.638	
9	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1400	0.875	
10	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1044	0.652	
11	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	941	0.588	
12	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1148	0.717	
13	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	4603	2.876	
14	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%15)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	4822	3.013	

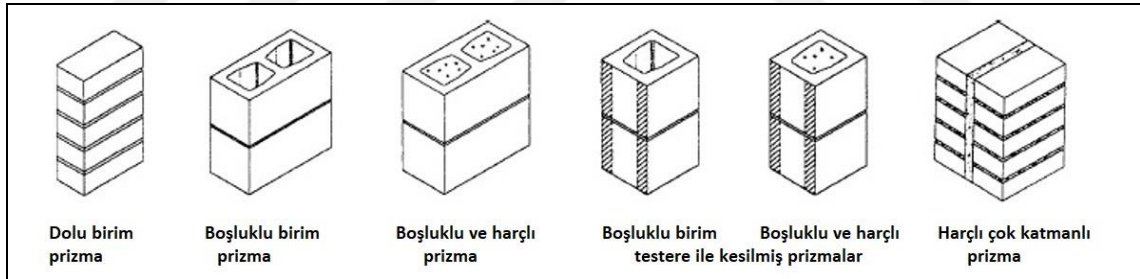
Alçı+kireç katkı kerpiç harcının basınç dayanımı testleri												
sıra no	deney tarihi	numune cinsi	üretim tarihi	deney adı	fiziksel özellikler			alan (mm ²)	hacim (mm ³)	kırılma yükü (N)	basınç dayanımı (N/mm ²)	ortalama (N/mm ²)
					en (mm)	boy (mm)	yükseklik (mm)					
1	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	12.05.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	1779	0.363	0.405
2	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	12.05.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	1600	0.327	
3	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	12.05.2018	BASINÇ	70	70	70	4900	343000	2571	0.525	
4	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	12.05.2018	BASINÇ	100	100	100	10000	1000000	4202	0.390	0.390
5	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	12.05.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	2491	1.557	1.209
6	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	12.05.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	4029	2.518	
7	7.07.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	12.05.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	4098	2.561	
8	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	907	0.566	
9	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1021	0.638	
10	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	929	0.580	
11	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	1079	0.674	
12	15.08.2018	ALÇI+KİREÇ (%20)	16.07.2018	BASINÇ	40	160	40	1600	64000	929	0.580	

3.7.2. Harçlı tuğlaların basınç mukavemeti deneyleri

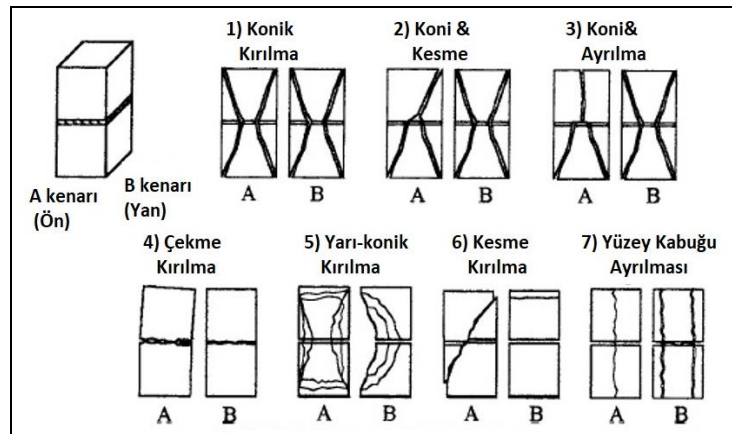
ASTM C1314-14 Duvar Tuğlalarının Basınç Mukavemeti için Standart Test Metodu isimli standarda uygun olarak arasına alçı, kireç, çimento ve yün katkıli kerpiç harcı uygulanmış iki adet kuzu kerpiç tuğlası üzerinde basınç mukavemeti deneyleri yapılmıştır (Şekil 3.59., Şekil 3.60.), (Çizelge 3.28.). Deneyler sonucunda numunelerde, yarı konik kırılma iflas modu gözlenmiştir (Şekil 3.61.).



Şekil 3.59. Arasına alçı, kireç, çimento ve yün katkıli kerpiç harcı uygulanmış iki adet kuzu kerpiç tuğlası numuneleri



Şekil 3.60. ASTM C1314-14'e göre duvar prizması imalatı.



Şekil 3.61. ASTM C1314-14'e göre iflas modu gösterimleri.

Çizelge 3.28. ASTM C1314-14'e göre harç uygulanmış iki adet kuzu kerpiç tuğlasının basınç dayanımları

ALÇI + KİREÇ (%10 alçı + %2 kireç)							
No	Ebat (mm)			Kesit Alanı (mm ²)	Kırılma Yükü (N)	Dayanım (N/mm ²)	Ortalama Dayanım
	En	Boy	Yükseklik				
1	100	200	150	20000	13300	0.67	0.80
2	100	200	150	20000	15300	0.77	
3	100	200	150	20000	14000	0.70	
4	100	200	150	20000	18100	0.91	
5	100	200	150	20000	18300	0.92	
6	100	200	150	20000	17100	0.86	

KİREÇ							
No	Ebat (mm)			Kesit Alanı (mm ²)	Kırılma Yükü (N)	Dayanım (N/mm ²)	Ortalama Dayanım
	En	Boy	Yükseklik				
1	100	200	150	20000	15000	0.75	0.93
2	100	200	150	20000	18800	0.94	
3	100	200	150	20000	15100	0.76	
4	100	200	150	20000	19500	0.98	
5	100	200	150	20000	24000	1.20	
6	100	200	150	20000	19000	0.95	

ÇİMENTO							
No	Ebat (mm)			Kesit Alanı (mm ²)	Kırılma Yükü (N)	Dayanım (N/mm ²)	Ortalama Dayanım (N/mm ²)
	En	Boy	Yükseklik				
1	100	200	150	20000	18000	0.90	0.89
2	100	200	150	20000	19700	0.99	
3	100	200	150	20000	14900	0.75	
4	100	200	150	20000	19400	0.97	
5	100	200	150	20000	18700	0.94	
6	100	200	150	20000	16500	0.83	

YÜN							
No	Ebat (mm)			Kesit Alanı (mm ²)	Kırılma Yükü (N)	Dayanım (N/mm ²)	Ortalama Dayanım (N/mm ²)
	En	Boy	Yükseklik				
1	100	200	150	20000	25000	1.25	1.14
2	100	200	150	20000	24000	1.20	
3	100	200	150	20000	26600	1.33	
4	100	200	150	20000	21300	1.07	
5	100	200	150	20000	16100	0.81	
6	100	200	150	20000	23800	1.19	

ALÇI + KİREÇ (%15 alçı + %2 kireç)							
No	Ebat (mm)			Kesit Alanı (mm ²)	Kırılma Yüğü (N)	Dayanım (N/mm ²)	Ortalama Dayanım (N/mm ²)
	En	Boy	Yükseklik				
1	100	200	150	20000	17669	0.88	0.70
2	100	200	150	20000	12422	0.62	
3	100	200	150	20000	14144	0.71	
4	100	200	150	20000	13995	0.70	
5	100	200	150	20000	14179	0.71	
6	100	200	150	20000	11768	0.59	

ALÇI + KİREÇ (%20 alçı + %2 kireç)							
No	Ebat (mm)			Kesit Alanı (mm ²)	Kırılma Yüğü (N)	Dayanım (N/mm ²)	Ortalama Dayanım (N/mm ²)
	En	Boy	Yükseklik				
1	100	200	150	20000	17003	0.85	0.81
2	100	200	150	20000	13524	0.68	
3	100	200	150	20000	20080	1.00	
4	100	200	150	20000	12032	0.60	
5	100	200	150	20000	15924	0.80	
6	100	200	150	20000	18549	0.93	

Alçı ve kireç katkıli numunelerin ortalama basınç dayanımları; %10 alçı katkıli numunelerde 0.80 N/mm², %15 alçı katkıli numunelerde 0.70 N/mm² ve %20 alçı katkıli numunelerde 0.81 N/mm² ölçülmüştür. Kireç, çimento ve yün katkıli numunelerin ortalama basınç dayanımları sırasıyla 0.93 N/mm², 0.89 N/mm² ve 1.14 N/mm² olarak ölçülmüştür.

3.8. Duvar Numuneleri Deneyleri

3.8.1. Duvar numunelerinin hazırlanması

Duvar numunelerinin deneyleri 2 etapta gerçekleştirilmiştir. 1. Etapta duvar numuneleri, kerpiç tuğlaları ve saman-kireç katkıli kerpiç harcı kullanılarak 2 adet sıvasız ve 2 adet de aynı örgü harcı ile sıvanarak, toplam 4 adet olarak örülmüştür.

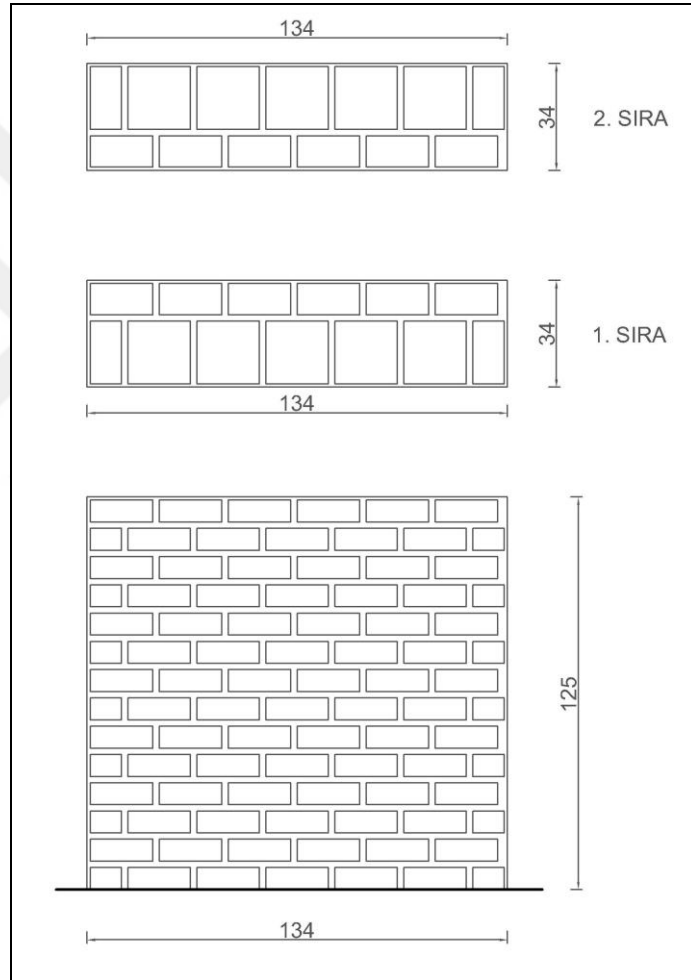
Duvar numunelerinin isimlendirmesi:

- Numune-1–DKH1: Duvar kireç harçlı-1
- Numune-2–DKH2: Duvar kireç harçlı-2
- Numune-3–DKHS1: Duvar kireç harçlı ve sıvalı-1

- Numune-4–DKHS1: Duvar kireç harçlı ve sıvalı-2, olarak tanımlanmıştır.

Duvar örgü sisteminde 1.5–2 cm arası derz kalınlığı ve 14 yatay sıralı analı ve kuzulu örgü sistemi kullanılmıştır. Şekil 3.62.'de yaklaşık olarak duvar ebatları verilmekte olup duvar ebatları:

- DKH1: 132–122–32.5cm
- DKH2: 132–122–32cm
- DKHS1: 130–125–33cm
- DKHS2: 130–123–33cm, olarak numuneler üzerinde ölçülerek tespit edilmiştir.

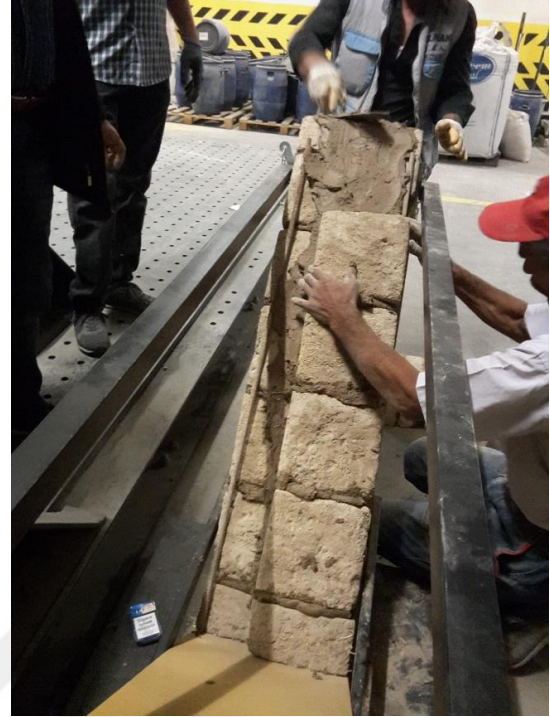


Şekil 3.62. Duvar numunesi ebatları ve örgü sistemi

Duvar numunesi imalatı, deney sırasında duvar numunesini taşımak için kullanılan ve duvarı diyagonal olarak temin etmeyi sağlayacak şekilde hazırlanan çelik kalıplar üzerinde yapılmıştır. Duvar imalatı yapılırken kerpiç tuğlaları fırça yardımıyla su ile nemlendirilerek harcın aderans kazanarak bağlayıcılığının artması sağlanmıştır (Şekil 3.63–Şekil 3.66.).



(a)

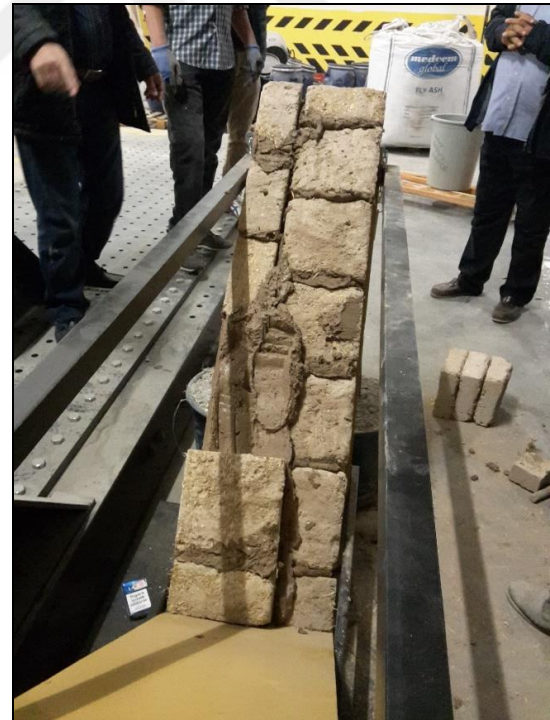


(b)

Şekil 3.63. (a), (b) Duvar numunesinin örgü sistemi (1. ve 2. sıralar)



(a)

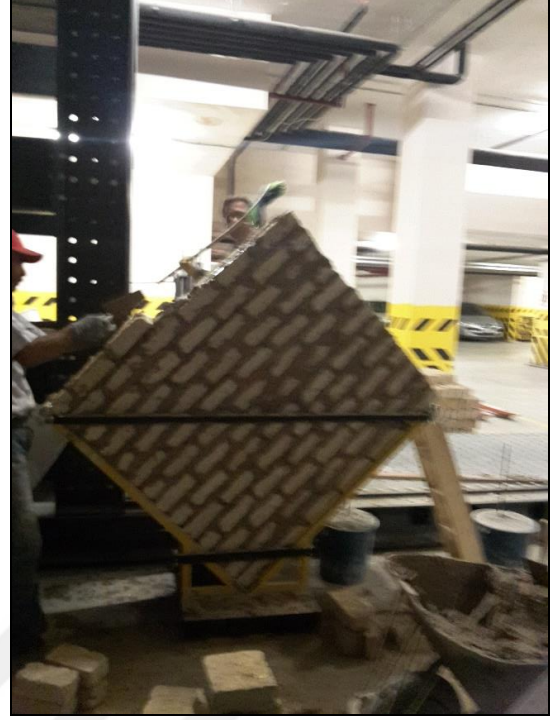


(b)

Şekil 3.64. (a), (b) Duvar numunesinin örgü sistemi (3. ve 4. sıralar)



(a)



(b)

Şekil 3.65. (a), (b) Duvar numunesinin örülmesi sırasında fırça ile tuğla yüzeyleri nemlendirilmiştir.



(a)



(b)

Şekil 3.66. (a), (b) Duvar numunesi örüldükten sonra derz harcıyla 1cm kalınlığında sıvanmıştır.

2. etapta ise alçı, yün ve çimento katkılı örgü harçlarıyla örülerek ve kireç katkılı kerpiç sıvayla sıvanarak her harç tipinden üçer adet olmak üzere toplam 9 adet duvar numunesi imal edilmiştir.

2. etap duvar numunelerinin isimlendirmesi:

- Numune-5–DAKHS1: Duvar alçı-kireç harçlı ve sıvalı-1
- Numune-6–DAKHS2: Duvar alçı-kireç harçlı ve sıvalı-2
- Numune-7–DAKHS3: Duvar alçı-kireç harçlı ve sıvalı-3
- Numune-8–DYHS1*: Duvar yün harçlı ve sıvalı-1
- Numune-9–DYHS2: Duvar yün harçlı ve sıvalı-2
- Numune-10–DYHS3: Duvar yün harçlı ve sıvalı-3
- Numune-11–DÇHS1: Duvar çimento harçlı ve sıvalı-1
- Numune-12–DÇHS2: Duvar çimento harçlı ve sıvalı-2
- Numune-13–DÇHS3: Duvar çimento harçlı ve sıvalı-3, olarak tanımlanmıştır.

3.8.2. Diyagonal kayma deneyleri

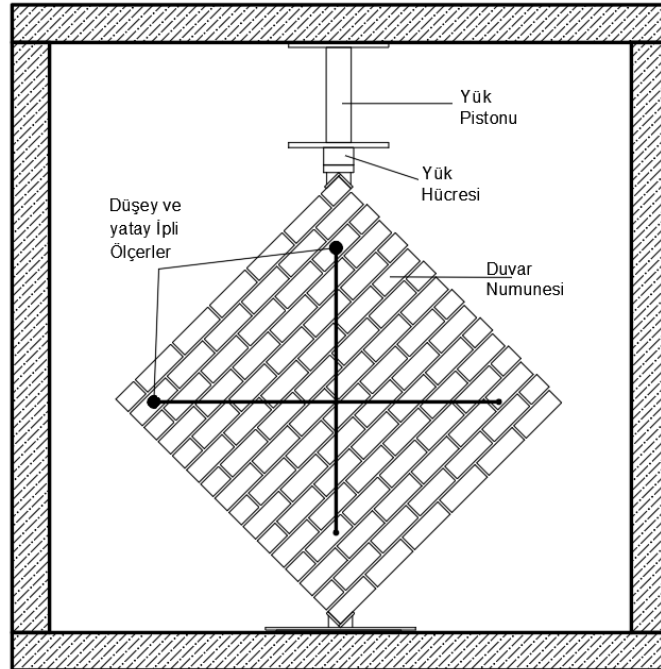
Duvar numuneleri üzerindeki diyagonal kayma deneyi, ASTM E519/E519M-15 deney standardına göre hazırlanmış deney düzeneğinde gerçekleştirilmiştir. Deney sırasında duvara basınç yüklemesi 1. Etap deneylerde hidrolik kriko yardımıyla kesik kesik olarak yaklaşık her 100kg artışa bağlı olarak yapılmıştır. Şekil 3.67.'de deney düzeneği görülmekte ve DKH2 duvar numunesinde oluşan çatlama deformasyonu gözlenmektedir.

2. etap deneylerde, ASTM E519-15 standardına uygun olarak duvar numuneleri üzerinde yükleme, hidrolik kriko yardımıyla kesintisiz olarak yapılmıştır. Alçı, yün ve çimento katkılı harçla örülmüş, kireç katkılı kerpiç sıvası ile sıvanmış duvar numuneleri üzerinde ASTM E519-15 standardına göre diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirilmiştir. Şekil 3.68.'de şematik olarak verilen deney düzeneğinde 60 ton kapasiteli yük pistonu, 60 ton kapasiteli yük hücresi, duvarın her iki yüzündeki şekil değiştirmeleri gözlemlemek için dört adet ipli ölçer ve ölçümleri bilgisayara aktarabilmek için data logger kullanılmıştır.

Numunelerdeki şekil değiştirme ve deformasyonlar, duvarın her iki yüzeyine yatayda ve dikeyde yerleştirilen tel bağlı cihazlar (ipli ölçer) ile ölçülmüştür. Sonuç olarak yüke bağlı gerilme-gerinim grafikleri çizilmiştir.



Şekil 3.67. Duvar numunesi ASTM E519/E519M-15 deney standardı deney düzeneğine yerleştirilerek diyagonal kayma deneyleri gerçekleştirilmiştir.



Şekil 3.68. Deney düzeneği

Duvar numunelerinde, kireç katkılı kerpiç sıva uygulanmıştır. Alçı katkılı harçla örülen iki adet duvar numunesinin (DAKHS1 ve DAKHS2) deneyi başarısız olmuştur. DYHS1 numunesinde örgü harçlarındaki yün katkısı yünün yatay derzlere serilmesi yoluyla yapılmıştır. Diğer iki duvar numunesine uygulanan yün katkılı örgü harcında koyun yünü malzemesi 3–4cm uzunluğunda kırılarak kerpiç harcına karıştırılmıştır.

Numunelerde yükleme sonucu oluşan ilk çatlama sonrasında numunenin dayanım gösterdiği yük seviyesinde artış olmakta, maksimum yük seviyesine ulaşıldıktan sonra numunenin iflası gerçekleşene kadar yük seviyesi düşerek numune uygulanan yüke bağlı enerjiyi ve kendi iç enerjisini sönmlemeye devam etmektedir. Sadece DAKHS3 ve DYHS1 numunelerinin duvar iflasları maksimum yük seviyesinde gerçekleşmiştir. Deneyler sırasında gerçekleşen maksimum yük seviyeleri Çizelge 3.29.'da, duvar numunelerinin çatlama deformasyonu gelişimleri EK-5'te ve numunelerin ön yüzeylerinin başlangıç ve deney sonrası iflas modları EK-6'da yer almaktadır. Duvar numunelerinde duvar iflasını oluşturan esas çatlaklar kerpiç tuğlaları üzerinde olmayıp, genellikle derzler boyunca meydana gelmiştir.

Çizelge 3.29. 1. Etap ve 2. Etap Deneyleri maksimum yük seviyeleri

NUMUNE CİNSİ	Maksimum Yük (kN)	Ortalama Maksimum Yük (kN)
1. Etap Deneyleri		
Numune-1 (DKH1)	6.17	7.585
Numune-2 (DKH2)	9	
Numune-3 (DKHS1)	12.178	11.241
Numune-4 (DKHS2)	10.304	
2. Etap Deneyleri		
Numune-5 (DAKHS1)	BAŞARISIZ.	BAŞARISIZ.
Numune-6 (DAKHS2)	BAŞARISIZ.	BAŞARISIZ.
Numune-7 (DAKHS3)	3.513	3.513
Numune-8 (DYHS1)*	1.364	1.364
Numune-9 (DYHS2)	25.16	25.877
Numune-10 (DYHS3)	26.595	
Numune-11 (DÇHS1)	11.129	11.831
Numune-12 (DÇHS2)	11.312	
Numune-13 (DÇHS3)	13.053	

(*) Numunede yün katkısı yatay derzlere serilerek uygulanmıştır.

3.8.3. Diyagonal kayma deneyi hesap yöntemi

ASTM E519/E519M-15 deney standardına göre aşağıdaki formüller kullanılarak basınç gerinim ve x ve y düzlemindeki yüke bağlı yer değiştirme grafikleri, duvar numuneleri için çizilmiştir.

Kayma basıncı (gerilimi):

$$S_s = \frac{0,707P}{A_n} \quad (3.1)$$

S_s = net alan üzerindeki kayma basıncı, (MPa)

P = uygulanan yük, (N)

A_n = numunenin net alanı, (mm²), aşağıdaki gibi hesaplanmaktadır:

$$A_n = \frac{w + h}{2} t \cdot n \quad (3.2)$$

w = numunenin genişliği, (mm) (Şekil 3.69.)

h = numunenin yüksekliği, (mm) (Şekil 3.69.)

t = numunenin toplam kalınlığı, (mm) (Şekil 3.69.)

n = birimin katı cisim olan büyük alanının yüzdesi, ondalık olarak ifade edilecektir.

Kayma gerinimi:

$$\gamma = \frac{\Delta_x + \Delta_y}{g} \quad (3.3)$$

γ = kayma gerinimi, (mm/mm)

Δ_x = yüklemeye paralel yönde kısalma, (mm)

Δ_y = yüklemeye dik yönde uzama, (mm)

g = yatay ve düşey ipli ölçerin ilk uzunluğu, (mm)

Rijitlik modülü:

$$G = \frac{S_s}{\gamma} \quad (3.4)$$

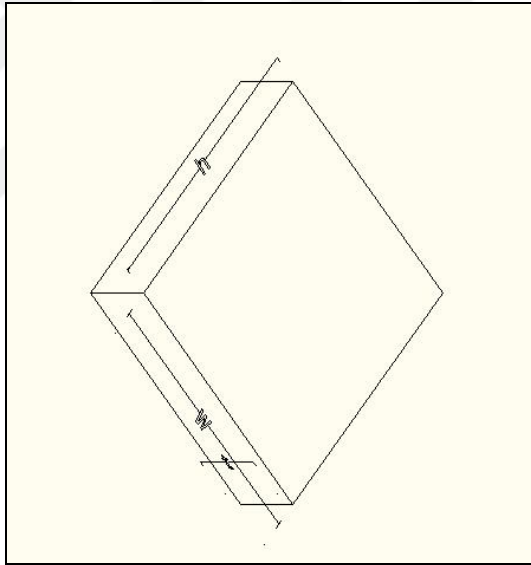
G = rijitlik modülü, (MPa)

Kayma modülü:

$$G_{0,S} = \frac{f_{s,S}}{\gamma} \quad (3.5)$$

$G_{0,S}$ = kayma modülü, (MPa)

$f_{s,S}$ = kayma mukavemeti, (MPa) (maksimum S_s değeri)



Şekil 3.69. Duvar numunesi üzerinde h, w ve t değerlerinin gösterimi

Rijitlik modülü gerilme-gerinim grafiklerindeki elastik bölgenin eğimini göstermektedir ve (3.4) bağıntısı ile hesaplanmaktadır. Yün ile güçlendirilmiş duvar numuneleri hariç, tüm duvar numunelerinde elastik bölge çok belirgin değildir. Bu da rijitlik modülünün hesaplanmasını zorlaştırmaktadır. Bu nedenle tüm duvar numunelerinin kayma modülü (3.5) bağıntısı kullanılarak hesaplanmıştır.

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI VE TARTIŞMA

4.1. Ön Deneylerin Sonuçları

4.1.1. Killi toprak analizlerinin sonuçları

TS 1900-1 standardına göre yapılan killi toprak analizi sonucunda, Türbeönü semtinden alınan toprağın %70 oranında kil ihtiva ettiği, özgül ağırlığının 1.81Gs (20°C), kuru birim ağırlığının 1.73g/cm³, su içeriğinin ise %16.9 olduğu tespit edilmiştir. TS 2514'e göre %70 kil ihtiva eden topraklar çok yağlı toprak sınıfına girdiğinden, Türbeönü semtinden alınan toprak, kerpiç yapımında kullanılmak üzere uygun bir toprak olup, çok yağlı toprak sınıfına girmektedir.

4.1.2. Kimyasal ve petrografik analizlerin sonuçları

Yapılan kaynak araştırması ve deneysel çalışma sonucunda, kireç ve alçı katkısının neolitik çağdan beri kerpiç katkısı olarak kullanılan katkıları oldukları, kireç katkısının özellikle Çatalhöyük neolitik yerleşiminde (Hodder 2013), Kılıçarslan Köşkü Sarayı'nda ve Türbeönü semti geleneksel yapılarında kullanılan kerpiçte katkı olarak kullanıldığı sonucuna varılmıştır. Kimyasal ve petrografik analiz sonucunda; Çatalhöyük neolitik yerleşimi kerpiçlerinde saman (kıtık) katkısına rastlanmazken, Kılıçarslan Köşkü Sarayı kerpiçlerinde önemsenmeyecek kadar az miktarda kıtık katkısı bulunduğu, Türbeönü semti geleneksel yapılarında kerpiç tuğla ve harçlarda (metreküpünde 50–100g ve 250–300g) samanın (kıtık) katkı yapıldığı sonucuna varılmıştır. Analizler sonucunda kerpiç numunelerinde rastlanılan minerallerin aynı olması da numuneleri alınan Çatalhöyük neolitik yerleşimi, Kılıçarslan Köşkü Sarayı, Türbeönü semti geleneksel yapıları kerpiçlerinin ve deneylerde kullanılmak üzere üretilen yeni imalat kerpiçlerin aynı yöre toprağı kullanılarak üretildiğini göstermiştir.

Türbeönü semti kerpiç yapılarının duvarlarında yapılacak çatlama deformasyonu onarımı, güçlendirme ve yenilenme çalışmalarında özgün malzemesi olan saman-kireç katkılı kerpiç harcının tercih edilmesi yapılacak restorasyon uygulamalarında yapıların kendi içinde uyumlu, özgün ve dayanıklı yapılar olmasını sağlayacaktır. Yapıların tuğla ve harçlarında saman ve kireç katkıları kullanılmış olması nedeniyle restorasyon uygulaması kapsamında yeni üretilen kerpiç tuğlalarında, örgü harçlarında ve

sıvalarda saman ve kireç katkılarının katılmasının tercih edilmesi yapıların karakterlerini korumasını sağlayacaktır.

Alçı katkılı kerpiç harcının, Kıbrıs yöresi neolitik ve geleneksel kerpiç yapılarında (Castrillo ve ark. 2017) ve Türkiye'nin doğusundaki yörelerdeki geleneksel yapılarda (Işık ve ark. 2008) kullanılmış olduğu bilinmektedir. Bu yörelerin kendi yöresi toprağına alçı katkı yapılarak yeniden üretilmesiyle elde edilecek harçların kerpiç yapıların duvarlarının onarımında onarım harcı olarak uygulanması, restorasyon uygulamalarının kalıcılığı ve özgünlüğü açısından daha olumlu sonuçlar verecektir.

4.1.3. Kerpiç tuğla harcı deneylerinin sonuçları

Standart kıvam deneyleri sonucunda, TS 2514 standardına göre serbest düşme yapılan numunenin yerdeki çapının 5 cm olması gerekmektedir. Saman katkılı kerpiç harcı (karışım-1) numunelerinde su miktarı azaltılarak 350 lt su ile harç karılarak 5cm çap elde edilmiştir. Saman-kireç katkılı kerpiç harcı (karışım-2) numunelerinde 5.5 cm numune çapı elde edilmiştir.

Rötre deneyleri sonucunda, TS 2514 standardına göre 4–7mm arasında rötre miktarı ölçülen kerpiç harcı orta yağlı çamur sınıfına girmektedir. Saman katkılı harç (karışım-1) numunesi 6mm, saman-kireç katkılı harç (karışım-2) numunesi ise 5mm rötre yaptığından her iki harç da orta yağlı çamur sınıfına girmektedir.

TS 2514 standardına göre, kerpiçlerin en küçük basınç mukavemeti 8kgf/cm^2 'den az ve ölçülen numunelerin ortalaması 10kgf/cm^2 'den az olmamalıdır. Standarda göre $7\times 7\times 7\text{cm}$ küp numuneler üzerinde basınç mukavemeti deneylerinin yapılması gerekmektedir. Karışım-1 ve karışım-2 harçlarının $7\times 7\times 7\text{cm}$ küp numunelerinin basınç mukavemeti deneyleri sonucunda, saman katkılı numunelerin 10 günlük ortalama basınç mukavemeti 1.57N/mm^2 , 28 günlük ortalama basınç mukavemeti 1.36N/mm^2 olarak, saman-kireç katkılı numunelerin 10 günlük ortalama basınç mukavemeti 0.67N/mm^2 , 28 günlük ortalama basınç mukavemeti ise 1.65N/mm^2 olarak ölçülmüştür. Sadece saman-kireç katkılı numunelerin 10 günlük ortalama basınç mukavemeti 8kgf/cm^2 'den az olarak ölçülmüştür. Diğer numunelerin basınç mukavemetleri 10kgf/cm^2 'den fazladır. Standarda göre saman katkılı ve saman-kireç katkılı harçlar kerpiç yapımına uygundur.

TS 2514 standardına göre kopma gerilmesi 50g/cm^2 'nin altında olan harçların çekme mukavemeti yetersiz ve $50\text{--}110\text{g/cm}^2$ arasında olan kerpiç harçları yağsız çamur

olarak kabul edilmektedir. Saman-kireç katkılı kerpiç harcının kopma gerilmesi 29.5g/cm^2 olarak hesaplandığından, saman-kireç katkılı kerpiç harcının çekme mukavemeti yetersizdir. Saman katkılı kerpiç harcının kopma gerilmesi 73.6 g/cm^2 olarak hesaplandığından, saman katkılı kerpiç harcı yağsız çamur sınıfına girmektedir.

TS 2514 standardına göre çamurlaşma deneyleri sonucunda; deney numunelerinin en az 45 dakika suda dağılmadan kalabilmesi gerekmektedir. Kireç katkılı kerpiç harcı (karışım-1) numuneleri 1sa. 10 dk., saman-kireç katkılı kerpiç harcı (karışım-2) numuneleri ise 2 aydan uzun süre suda dağılmadan kalabilmişlerdir. Harçların su emme kapasiteleri TS 2514 standardına göre yeterli olarak kabul edilmektedir.

Standart kıvam ve çekme mukavemeti deneyleri sonucunda, kerpiç tuğla için en iyi saman katkı oranının 1m^3 için 16 kg saman oranında olduğu, su muhtevasının topraktaki %16.9'luk su oranına bağlı olarak azaltmakla çamurda daha iyi çekme mukavemeti elde edildiği, daha da düşük su oranları için standart kıvamın elde edilebildiği bulunmuştur.

Saman ve kireç katkısını bir arada kullanmakla, saman katkılı kerpice göre standart kıvam ve çekme deneylerinde daha iyi sonuç sağlanamadığı, rötre deneyinde daha az rötre miktarı elde edildiği, kerpiç numunelerinin 10 günlük basınç mukavemetinde bir artışın sağlanamamasına rağmen 28 günlük basınç mukavemetinde artış sağlanabildiği tespit edilmiştir. Kireç katkısının kerpiç malzemenin suya dayanıklılığını arttırdığı ve dağılmasını önlediği gözlenmiştir.

Çizelge 4.1. Stabilize edilmiş kerpiç tuğlaların basınç mukavemetleri

Stabilize edilmiş kerpiç tuğlaların basınç mukavemetleri		
Bilimsel inceleme	Katkı / harç (%)	Basınç mukavemeti (N/mm ²)
Gül, 2011	5 cam fiber	3.17
Galán-Marín ve ark., 2010	0.25 koyun yünü +0.5 lignum	3.05
Çakır, 2010	17 doğal puzolan + 30 kireç	2.58
Reman, 2002	30 uçucu kül	2.55
Reman, 2002	30 tuf	2.52
TSE İnşaat İhtisas Grubu, 1985	10 çimento	2.10
Kıvrak, 2007	10 silis dumanı	1.71
Aghazadeh, 2011	10 alçı	1.70
Gürfidan, 2006	10 yüksek fırın cürufu	1.41

Çizelge 4.1.'de stabilize edilmiş kerpiç tuğlalarının basınç mukavemetlerinin büyüklüklerinin yün, çimento ve alçı sırasıyla azaldığını görmekteyiz. Yaptığımız deneysel çalışma kapsamındaki, basınç deneyinde kullandığımız 7x7x7cm küp numuneleri esas alarak kerpiç harcına yapılan diğer stabilize edici katkılarla karşılaştırıldığında, saman-kireç katkılı kerpiçler, alçı katkılı kerpiçlerden daha az, yüksek fırın cürufu katkılı kerpiçlerden daha fazla basınç mukavemeti (1.65 N/mm^2) göstermektedir.

4.1.4. Örgü harcı deneylerinin sonuçları

Harçlara ilişkin basınç ve eğilme dayanımı testleri sonucunda yün katkılı kerpiç harcının basınç mukavemeti ve eğilme dayanımının en iyi performansı gösterdiği, bu malzemenin sünek ve dayanıklı bir malzeme olduğu sonucuna varılmıştır. Kireç katkılı harcın ve kerpiç tuğlalarının kireç katkılı olarak ve aynı karışım oranlarında üretilmesi nedeniyle, diyagonal kayma deneylerinde kireç katkılı kerpiç harcının alçı ve çimento katkılı harçlara göre daha iyi aderans sağladığı gözlenmiştir. Çimento ve alçı katkılı harçların sünek olmayan kırılğan malzemeler olduğu gözlenmiştir. Şekil 4.1.'de DÇHS-1 duvar numunesinin göçmesi sonrasındaki oluşan moloz yığınının çimento katkılı harcın kırılğan yapısı gözlenmektedir.



Şekil 4.1. DÇHS-1 duvar numunesinin göçmesi sonrasındaki oluşan moloz yığını

Harç karışımlarının 7x7x7cm küp numunelerinin basınç mukavemeti deneyleri sonucunda kireç, yün, çimento ve alçı sırasıyla basınç mukavemetlerinin azaldığı gözlenmiştir. Harç karışımlarının 4x4x16cm prizma numunelerinin basınç mukavemeti deneyleri sonucunda ise yün, çimento, kireç ve alçı sırasıyla basınç mukavemetlerinin azaldığı gözlenmiştir. (alçı harcında %10 alçı, %2 kireç vardır.) 4x4x16 cm prizma numunelerinin basınç mukavemeti deneyleri sonuçları da diyagonal kayma deneylerindeki harçlı duvar numunelerinin performansı ile uyumlu olarak gözlenmiştir. Numune boyutları, 7x7x7cm küp, 4x4x16cm prizma, 10x10x10cm küp, 7x10x20 cm kuzu ya da 7x20x20cm ana numunesi gibi farklı ebatlarda tercih edilerek basınç mukavemeti deneyleri gerçekleştirildiğinde, yün, çimento, kireç ve alçı harçlarının basınç mukavemeti değerleri ortalamaları kendi içinde ve birbirleriyle kıyaslandığında farklı çıkabilmektedir (Çizelge 4.2.). Numunelerin ebatlarına göre deney sonuçları kendi içinde değerlendirilmelidir. Basınç mukavemetlerindeki numune ebadına göre gözlemlenen bu farklılığın sebebi ise numunelerin kırıldıktan sonra numunenin ebadına ve şekline göre, dış kısmının dökülerek ve çekirdeğinin basınç yükünü sönmlemeye devam ederek kırılmaya devam etmesidir. Bu da sonuçta elde edilen numunenin dayanım gösterdiği maksimum yük seviyesini ve basınç mukavemetini farklılaştırmaktadır.

Çizelge 4.2. Örgü harçlarının numune ebadına göre basınç mukavemeti ilişkisi.

	Numune ebadı		
TS EN 1015-11	7x7x7 cm	10x10x10 cm	4x4x16 cm
Basınç mukavemeti (N/mm ²)	kireç > yün > çimento > alçı* 1.65 > 1.47 > 0.64 > 0.39	yün > çimento > alçı* 1.06 > 0.71 > 0.39	yün > çimento > kireç > alçı* 2.42 > 2.36 > 1.67 > 0.64
	Numune ebadı		
ASTM C1314-14	Arası harçlı 2 kuzu numune		
Basınç mukavemeti (N/mm ²)	yün > kireç > çimento > alçı* 1.14 > 0.93 > 0.89 > 0.80		

* (alçı harcında %10 alçı, %2 kireç vardır.)

Eğilme dayanımı sadece yün katkılı örgü harcı için ölçülebilmıştır (1.13N/mm²) diğer numunelerin eğilme dayanımı ölçülemeyecek kadar küçüktür.

Diyagonal kayma deneylerindeki harçların performansını dikkate aldığımızda yün, çimento, kireç ve alçı sırasıyla kayma dayanımlarının azaldığı gözlenmiştir. Deneylerde kullanılan alçı katkılı kerpiç harcının 28 günlük basınç mukavemeti de diğer harçlara göre daha düşük elde edilmiş olup, harç karışımındaki alçı oranının arttırılmasıyla, %15 alçı + %2 kireç katkılı harç numuneleri ve %20 alçı + %2 kireç katkılı harç numuneleri üzerinde basınç mukavemeti deneyleri yapılmıştır. Alçı oranı %15 yapılarak %10 ve %20 alçı katkılı numunelerinkinden daha fazla basınç mukavemeti elde edilmiştir.

Alker üretimi için seçilecek toprağın %8 oranında kil minerali içermesi (Işık ve ark. 2008) ve ince taneli malzemelerden (silt+kil) ise %20 oranında içermesi gerekmektedir. Gereğinden fazla kil içeriği, erozyon ve rötre-şişme açılarından olumsuz sonuçlar meydana getirmektedir (Kafesçioğlu 2017). Deney çalışmalarında kullanılan ve elek analizi yapılan Türbeönü semti toprağı %70 oranında ince taneli malzeme (0.075 mm elekten geçen) içerdiğinden alçı katkılı kerpiç harçlarının mekanik performans deneyleri olumsuz sonuçlar vermiş ve diyagonal kayma deneyleri de başarısız olarak sonuçlanmıştır. Konya Türbeönü semti toprağı kullanılarak alker ya da alçı katkılı kerpiç harcı üretilmesi için yapılacak daha sonraki çalışmalarda ham toprağa yeterli miktarda kum eklenerek ince taneli malzeme oranının %20'ye düşürülmesi gerekmektedir.

4.2. Diyagonal Kayma Deneylerinin Sonuçları

ASTM E519/E519M-15 deney standardına göre Bölüm 3.8.3.'deki hesaplamalar esas alınarak hesaplanan duvar numunelerinin kayma mukavemetleri (f_s, s) ve kayma modülleri (G_0, s) Çizelge 4.3'de, çizilen gerilme-gerinim ve yük-deplasman grafikleri Çizelge 4.4. ila 4.7.'de yer almaktadır.

DeneySEL çalışma sonucunda DKH1 ve DKH2 kireç katkılı sıvasız numunelerin diyagonal kayma mukavemeti ortalama $0,017 \text{ N/mm}^2$, DKHS1 ve DKHS2 kireç katkılı sıvalı numunelerin diyagonal kayma mukavemeti ise $0,0255 \text{ N/mm}^2$ olarak hesaplanmış ve numunelerde sıva uygulanması kayma mukavemetinde yaklaşık %50'lik bir artış göstermiştir. Bu numunelerin diyagonal deplasmanları ipli ölçerler yardımı ile ölçülmüş ve x ve y yönlerinde 0,2 mm gibi çok düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. Sadece DKHS2 numunesinde x yönünde yaklaşık 0,5 mm yer değiştirme ölçülmüştür (Çizelge 4.4., Çizelge 4.5.).

Çizelge 4.3. Diyagonal kayma deneyi sonuçları

Numune Adı	$f_{s,s}$ (N/mm ²)	$G_{0,s}$ (N/mm ²)
DKH1	0.014	76
DKH2	0.020	300
DKHS1	0.028	449
DKHS2	0.023	207
DAKHS3	0.008	122
DYHS1*	0.028	1539
DYHS2	0.057	238
DYHS3	0.060	401
DÇHS1	0.024	275
DÇHS2	0.025	335
DÇHS3	0.030	340

(*) DYHS1 numunesinde yün katkısı yatay derzlere serilerek uygulanmıştır.

Bütün numuneler içinde DAKHS3 numunesi 0.007 N/mm² kayma mukavemeti ile en düşük dayanıma sahiptir. Yün katkısının derzlere serilerek uygulandığı DYHS1 numunesinde 0.028 N/mm² kayma mukavemeti gözlenmiş olup, yün katkısının kırılarak örgü harcına katıldığı DYHS2 ve DYHS3 numunelerinde ortalama 0.0585 N/mm² kayma mukavemeti ile %108'lik bir artış göstermiştir. Çimento katkılı numunelerin ortalama 0.026 N/mm² kayma mukavemeti ise kireç katkılı ve sıvalı numunelerin kayma mukavemeti ile benzerdir. Yün katkılı DYHS2 ve DYHS3 numunelerinde ise kireç katkılı ve sıvalı DKHS1 ve DKHS2 numunelerine göre kayma mukavemetinde %129 artış gözlenmiştir.

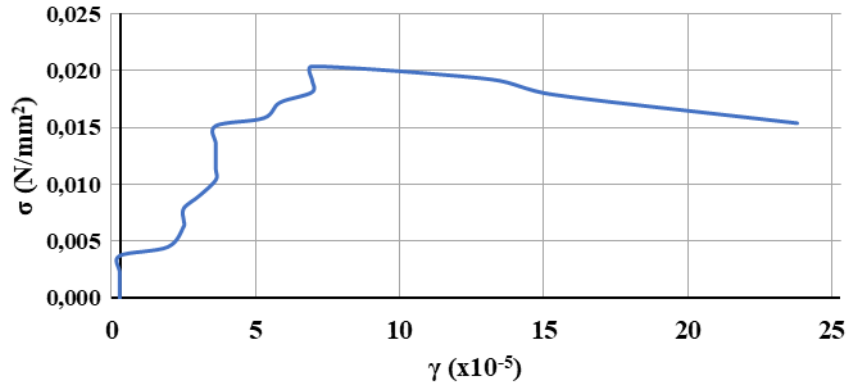
Kireç katkılı duvar numunelerinin deneyi sırasında uygulanan yükleme belirli aşamalarda durdurularak numunelerde oluşan çatlaklar incelenmiştir. Yükün kesik kesik yüklenmesine ve numune içindeki deformasyona bağlı olarak yük seviyesinde düşüşler gözlenmiştir. Yükleme devam ettiğinde yükte artışlar oluşmuştur. Bu nedenle grafiklerde dalgalanmalar gözlemlenmektedir (Çizelge 4.4., Çizelge 4.5.). Milosevic ve ark. (2013) da moloz taştan örerak inşa ettikleri duvar numuneleri üzerinde yaptıkları diyagonal kayma deneyleri sonucunda, numunelere yükün kesik kesik yüklenmesine bağlı olarak sonuç grafiklerde benzer sonuçları gözlemlemişlerdir.

Çizelge 4.4. Kireç katkılı harçla örülen 4 adet duvar numunesinin gerilme-gerinim ve x ve y eksenleri doğrultusunda şekil değiştirme grafikleri

DKH1 DUVAR NUMUNESİ		
<p style="text-align: center;">Gerilme - Gerinim Diyagramı</p>		
<p>a) Ön yüzey y eksenini boyunca gerilme-gerinim diyagramı</p>	<p>Şekil a) Çatlama deformasyonu</p>	<p>Şekil b) İflas modu</p>
<p style="text-align: center;">Yük Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)</p>	<p style="text-align: center;">Yük Deplasman Diyagramı (Düşey Deplasman)</p>	
<p>b) Ön yüzey x eksenini doğrultusunda yüke bağlı uzama</p>	<p>c) Ön yüzey y eksenini doğrultusunda yüke bağlı kısalma</p>	

DKH2 DUVAR NUMUNESİ

Gerilme - Gerinim Diyagramı

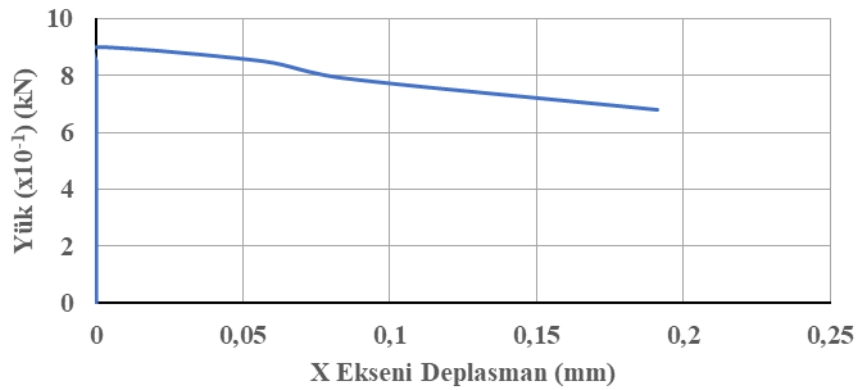
a) Ön yüzey γ eksenı boyunca gerilme-gerinim diyagramı

Şekil a) Çatlama deformasyonu



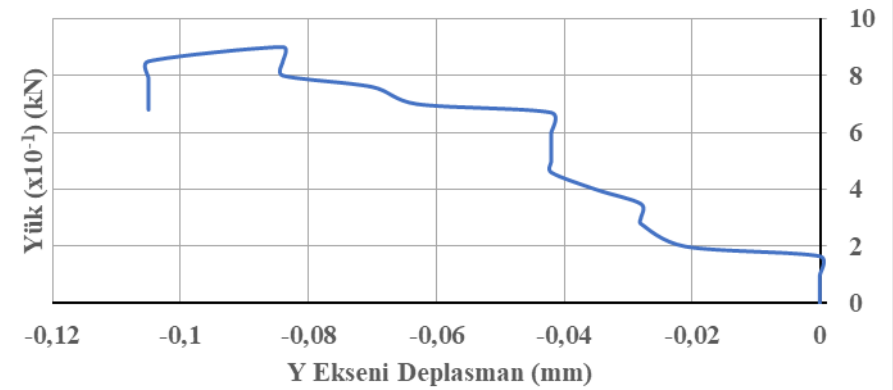
Şekil b) İflas modu

Yük Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)



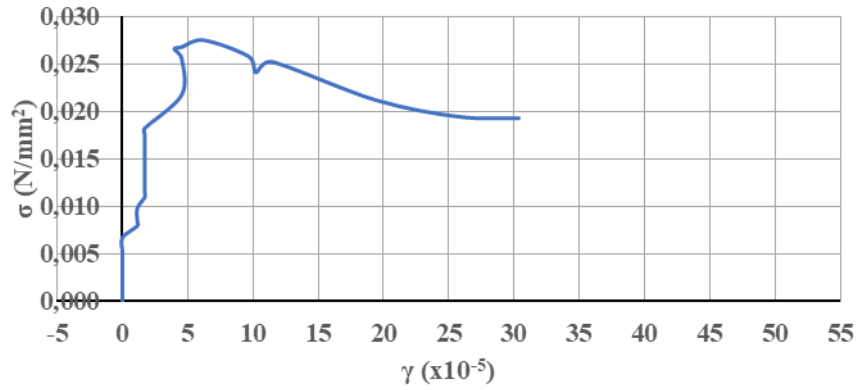
b) Ön yüzey x eksenı doğrultusunda yüke bağlı uzama

Yük Deplasman Diyagramı (Düşey deplasman)

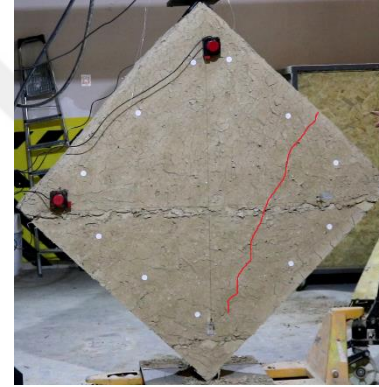
c) Ön yüzey γ eksenı doğrultusunda yüke bağlı kısalma

DHKS1 DUVAR NUMUNESİ

Gerilme - Gerinim Diyagramı



a) Ön yüzey y eksenı boyunca gerilme-gerinim diyagramı

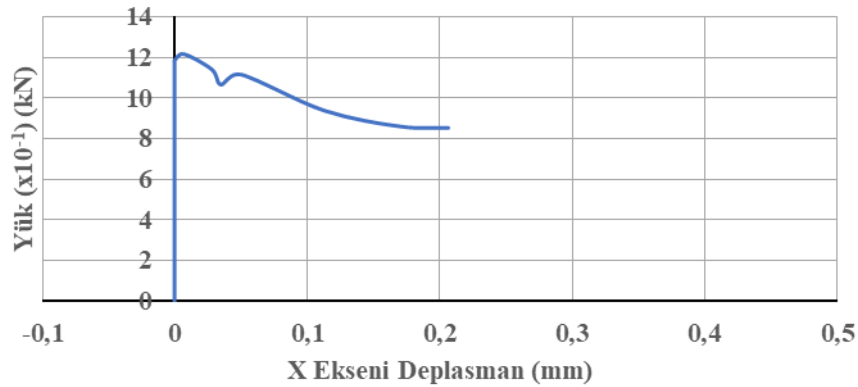


Şekil a) Çatlama deformasyonu



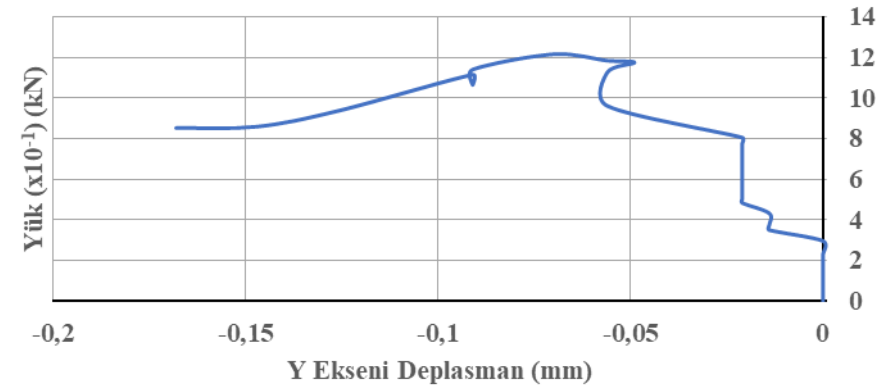
Şekil b) İflas modu

Yük Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)



b) Ön yüzey x eksenı doğrultusunda yüke bağlı uzama

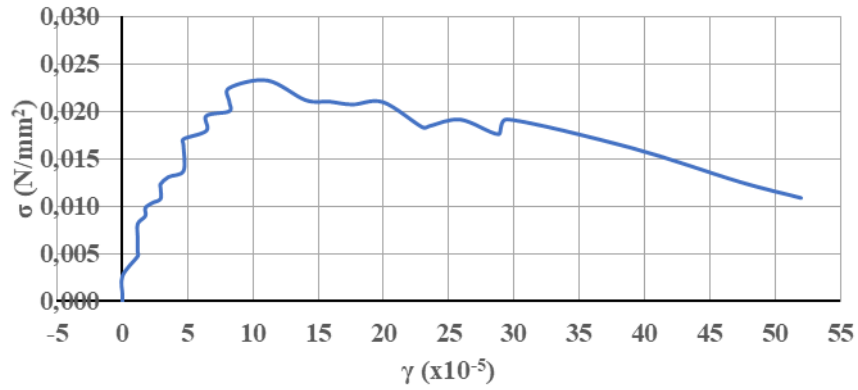
Yük Deplasman Diyagramı (Düşey deplasman)



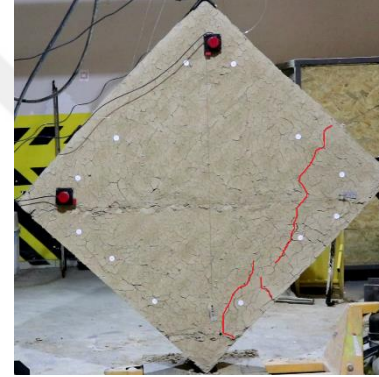
c) Ön yüzey y eksenı doğrultusunda yüke bağlı kısalma

DHKS2 DUVAR NUMUNESİ

Gerilme - Gerinim Diyagramı



a) Ön yüzey y eksenı boyunca gerilme-gerinim diyagramı

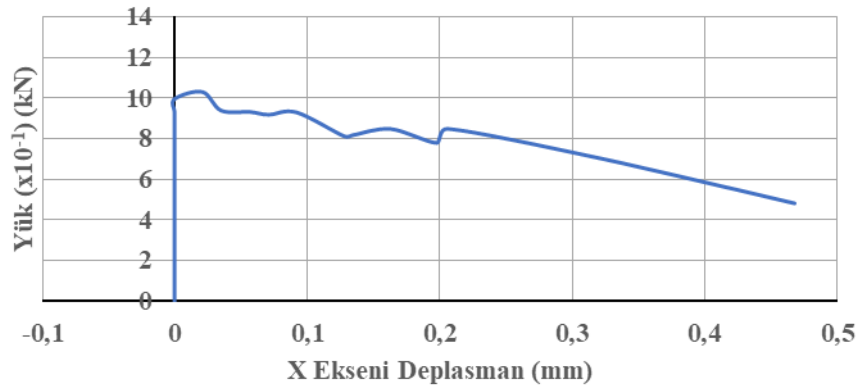


Şekil a) Çatlama deformasyonu



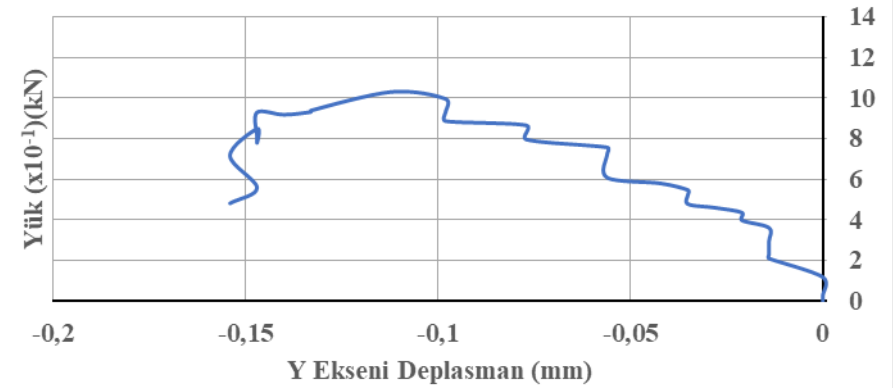
Şekil b) İflas modu

Yük Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)



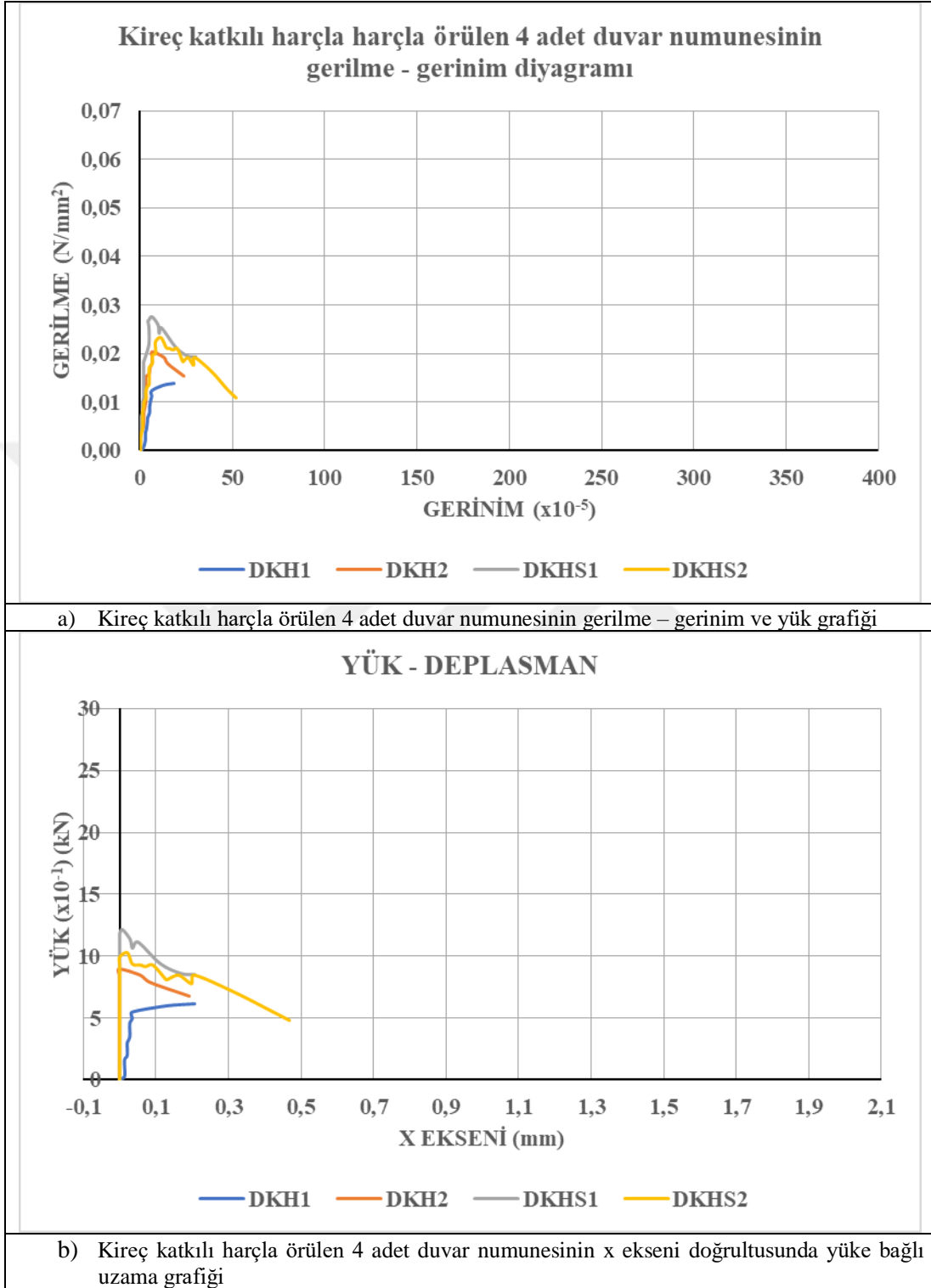
b) Ön yüzey x eksenı doğrultusunda yüke bağlı uzama

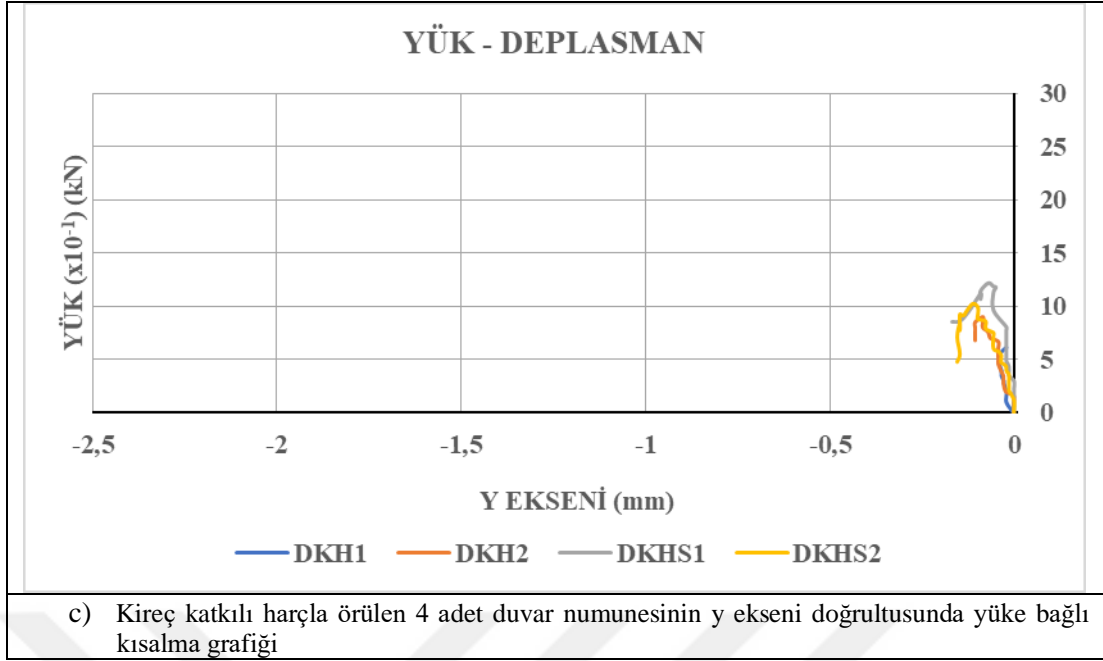
Yük Deplasman Diyagramı (Düşey deplasman)



c) Ön yüzey y eksenı doğrultusunda yüke bağlı kısalma

Çizelge 4.5. Kireç katkılı harçla örülen 4 adet duvar numunesinin gerilme-gerinim ve x ve y eksenleri doğrultusunda şekil değiştirme ilişkisi





Deneyler sonucunda tüm numunelerde gevrek kırılma gözlenmiştir. Bolhassani ve ark., (2015) boşluklu biriksetlerden ve boşlukları harçlanmış biriksetlerden 2 farklı tip duvar numunesi elde etmişlerdir. Yaptıkları çalışma kapsamında duvar numuneleri üzerinde gerçekleştirdikleri diyagonal kayma deneyleri sonucunda tespit ettikleri gibi, yukarıdaki gerilme-gerinim grafiklerine bakıldığında yük yüklenmesi sonucunda, duvar numunelerinin az bir miktar elastik davranış gösterip, sonra plastik davranış gösterdiği görülmektedir (Çizelge 4.5.). Elastiklik bölgesinin sonunda numunelerde çatlaklar oluşmuş ve akma gerçekleşmiştir. Akma tepe noktasında gözlenmektedir. Akma bölgesinde gerilme sabitken gerinim bir miktar yatay olarak devam etmiştir ve tepe noktasına ulaştıktan sonra kopma oluşmuştur. Grafiklerde görülen maksimum noktadan önce kılcallığa bağlı olarak kesme çatlama gerçekleşmekte, yükün artışına bağlı olarak çatlaklarda açılma oluşmaktadır. Maksimum noktaya ulaştıktan sonra oluşan çatlaklar içinde gerçekleşen sürtünmeye bağlı olarak kerpiç tuğlası, harç, sıva gibi duvar elemanları arasındaki bağ koparak, numune çatlak yerlerinden ayrılarak duvar numunesinin iflası gerçekleşmektedir (Çizelge 4.4.–4.7 a). Silva ve ark. (2013) da uçucu kül ile güçlendirilmiş, dövme kerpiç tekniği ile inşa edilmiş duvar numunelerinde yaptıkları diyagonal kayma deneylerinde benzer sonuçları gözlemişlerdir.

Duvar numunelerine uygulanan basınç yükü yer düzlemine dikey yönde uygulandığından, numunelerin y eksenine doğrultusunda ebadında kısalma, x eksenine doğrultusunda ise ebadında uzama gerçekleşmektedir. Çizelge 4.4.'de uygulanan yüke bağlı olarak x ve y eksenleri boyunca şekil değiştirme ilişkisini içeren grafikler de yer

almaktadır (Çizelge 4.4.–4.7. b, c). Bu grafiklerde numunelerin dayanım gösterebildiği maksimum yük seviyeleri okunmaktadır. Maksimum yük seviyesine ulaşmadan y eksenini boyunca şekil değiştirmenin durduğu DKH1 numunesinde ise şekil değiştirme oluşan en son yük seviyesi okunmaktadır.

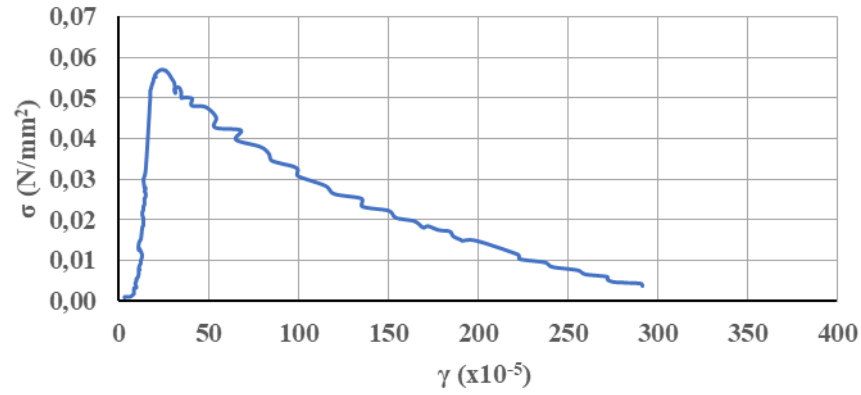


Çizelge 4.6. Alçı, çimento ve yün katkıları ile örülen duvar numunelerinin gerilme-gerinim ve x ve y eksenleri doğrultusunda şekil değiştirme grafikleri

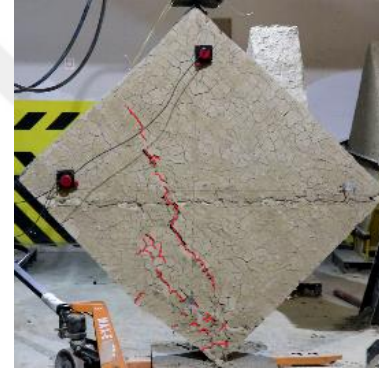
DAKHS3 DUVAR NUMUNESİ		
<p style="text-align: center;">Gerilme - Gerinim Diyagramı</p>		
<p>a) Ön yüzey y eksenli boyunca gerilme-gerinim diyagramı</p>	<p>Şekil a) Çatlama deformasyonu</p>	<p>Şekil b) İflas modu</p>
<p style="text-align: center;">Yük - Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)</p>	<p style="text-align: center;">Yük - Deplasman Diyagramı (Düşey Deplasman)</p>	
<p>b) Ön yüzey x eksenli doğrultusunda yüke bağlı uzama</p>	<p>c) Ön yüzey y eksenli doğrultusunda yüke bağlı kısalma</p>	

DYHS2 DUVAR NUMUNESİ

Gerilme - Gerinim Diyagramı



a) Ön yüzey y eksenine boyunca gerilme-gerinim diyagramı

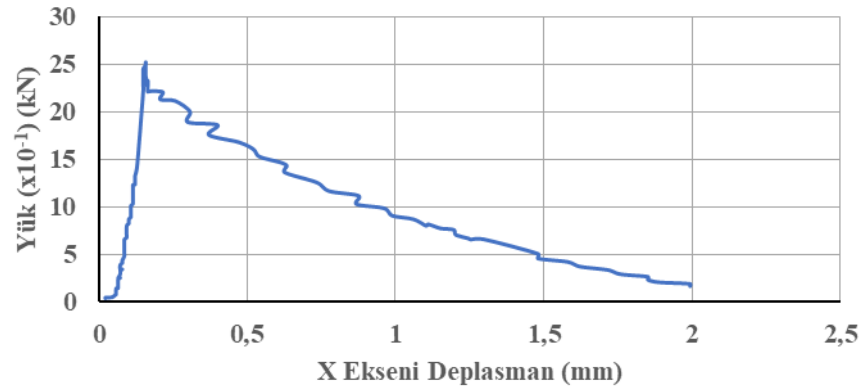


Şekil a) Çatlama deformasyonu



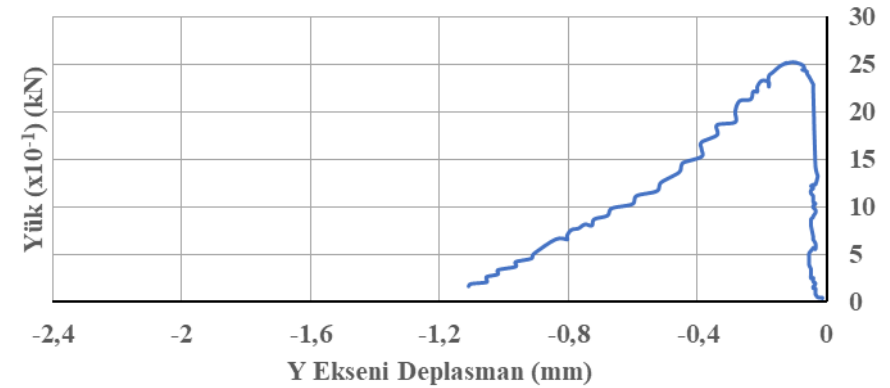
Şekil b) İflas modu

Yük - Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)



b) Ön yüzey x eksenine doğrultusunda yüke bağlı uzama

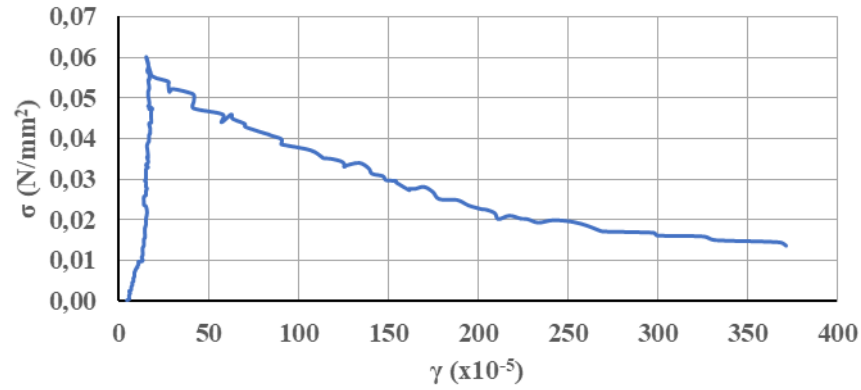
Yük - Deplasman Diyagramı (Düşey Deplasman)



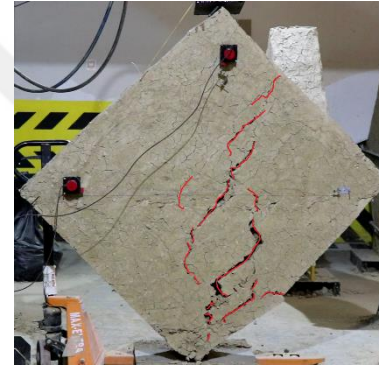
c) Ön yüzey y eksenine doğrultusunda yüke bağlı kısalma

DYHS3 DUVAR NUMUNESİ

Gerilme - Gerinim Diyagramı



a) Ön yüzey y eksenine boyunca gerilme-gerinim diyagramı

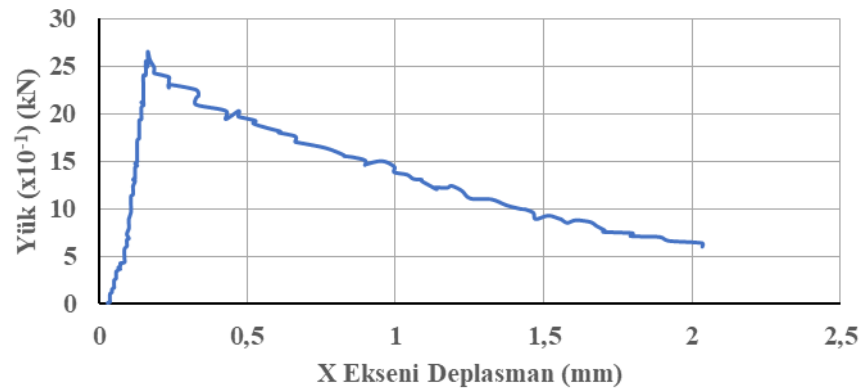


Şekil a) Çatlama deformasyonu



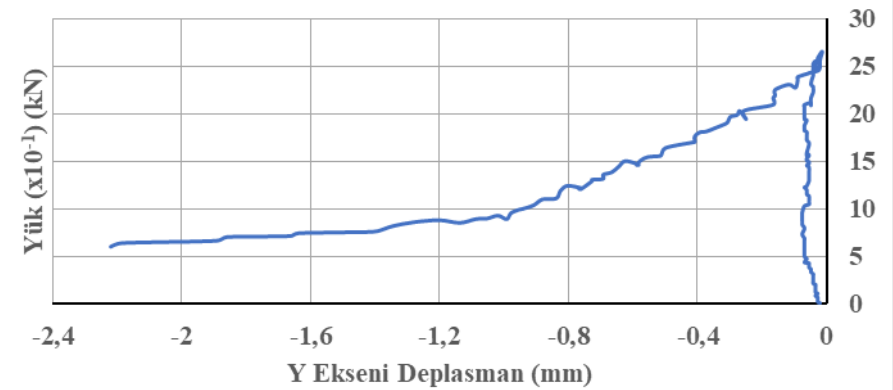
Şekil b) İflas modu

Yük - Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)



b) Ön yüzey x eksenine doğrultusunda yüke bağlı uzama

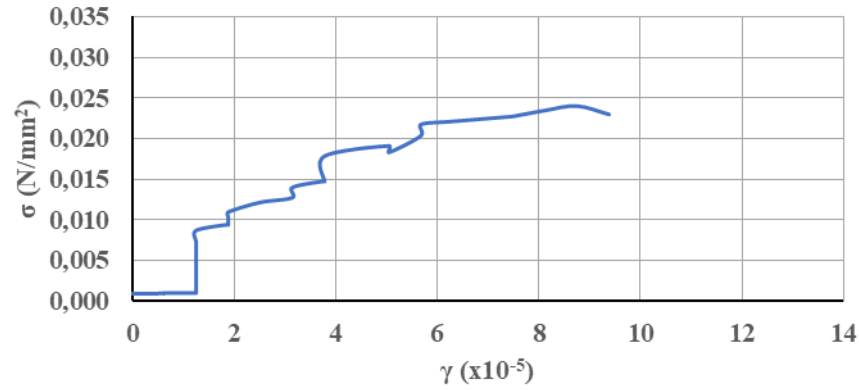
Yük - Deplasman Diyagramı (Düşey Deplasman)



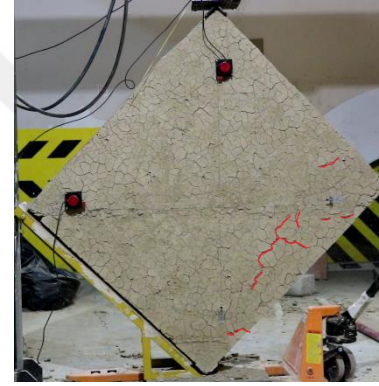
c) Ön yüzey y eksenine doğrultusunda yüke bağlı kısalma

DÇHS1 DUVAR NUMUNESİ

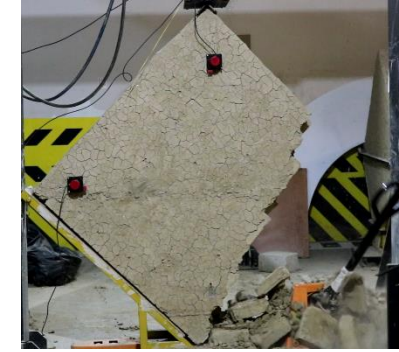
Gerilme - Gerinim Diyagramı



a) Ön yüzey y eksenine boyunca gerilme-gerinim diyagramı

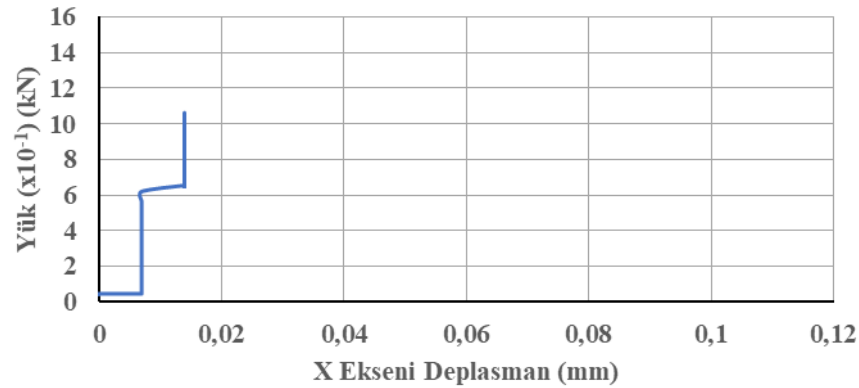


Şekil a) Çatlama deformasyonu



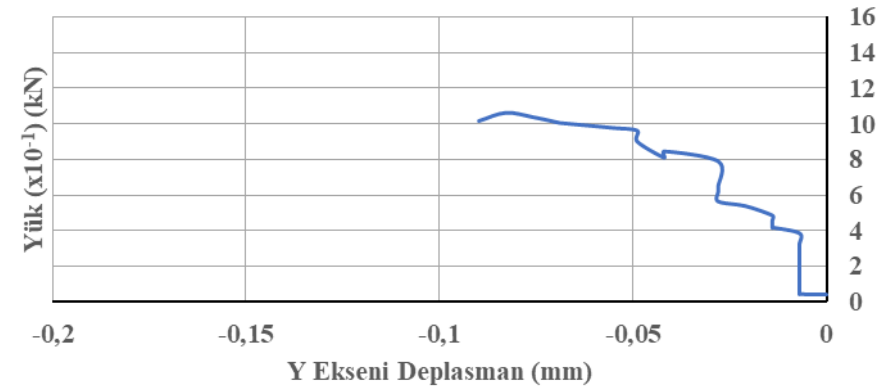
Şekil b) İflas modu

Yük - Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)



b) Ön yüzey x eksenine doğrultusunda yüke bağlı uzama

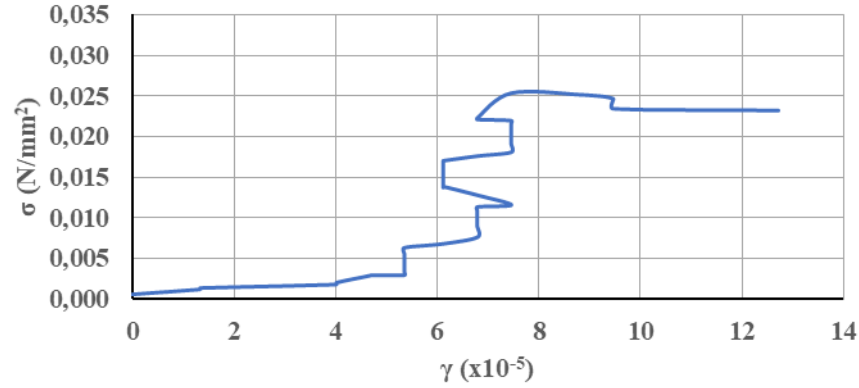
Yük - Deplasman Diyagramı (Düşey Deplasman)



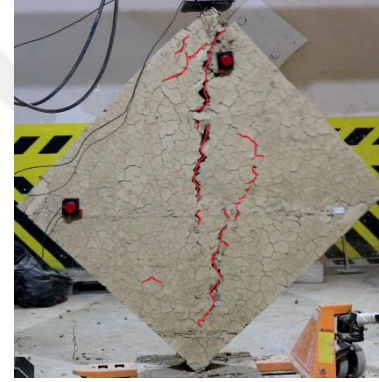
c) Ön yüzey y eksenine doğrultusunda yüke bağlı kısılma

DÇHS2 DUVAR NUMUNESİ

Gerilme - Gerinim Diyagramı



a) Ön yüzey y eksenine boyunca gerilme-gerinim diyagramı

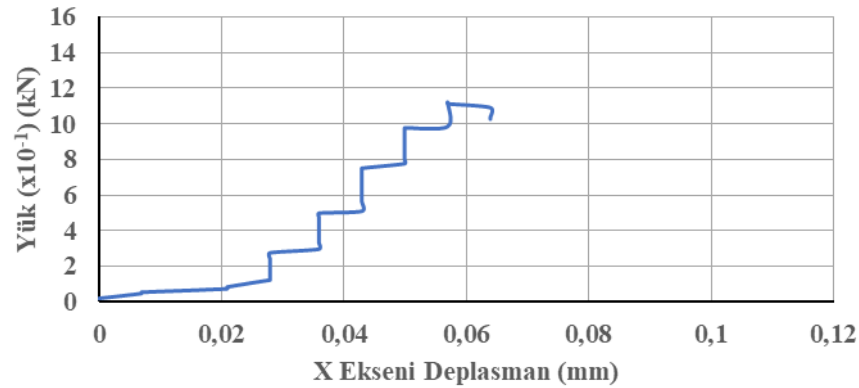


Şekil a) Çatlama deformasyonu



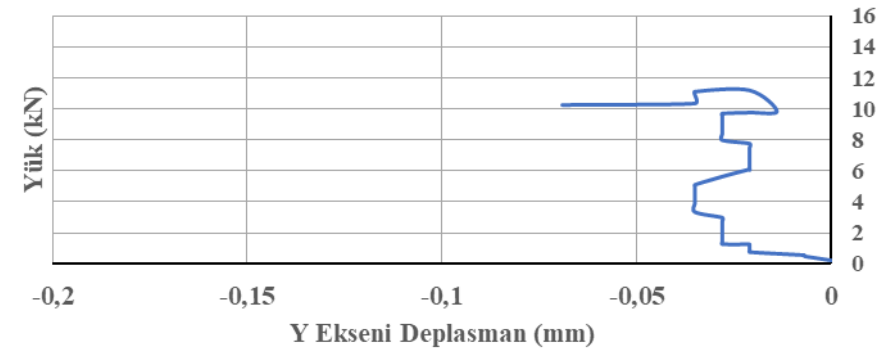
Şekil b) İflas modu

Yük - Deplasman Diyagramı (Yatay Deplasman)



b) Ön yüzey x eksenine doğrultusunda yüke bağlı uzama

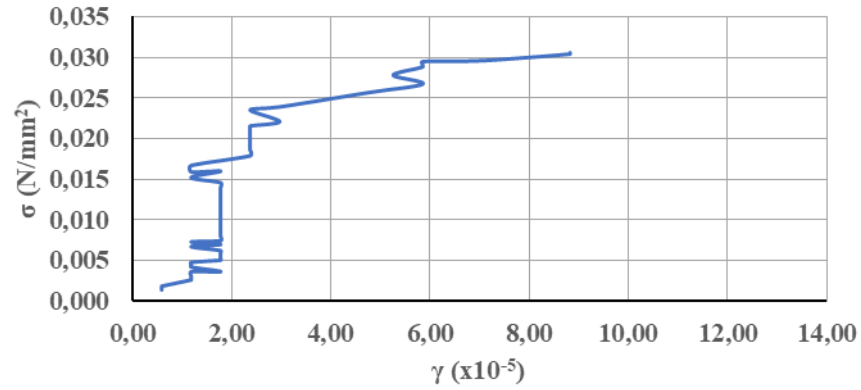
Yük - Deplasman Diyagramı (Düşey Deplasman)



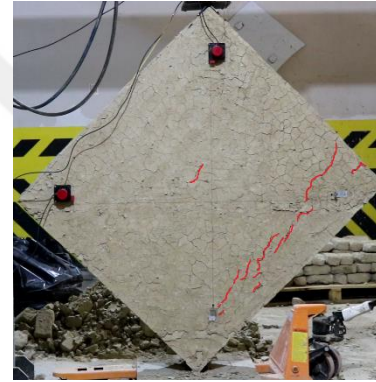
c) Ön yüzey y eksenine doğrultusunda yüke bağlı kısılma

DÇHS3 DUVAR NUMUNESİ

Gerilme - Gerinim Diyagramı



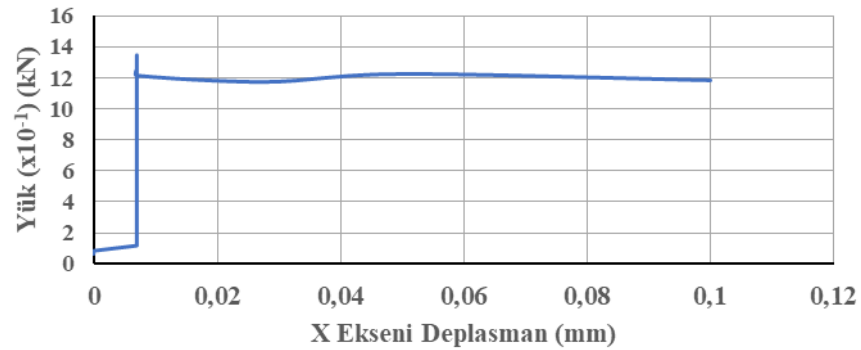
a) Ön yüzey y eksenı boyunca gerilme-gerinim diyagramı



Şekil a) Çatlama deformasyonu

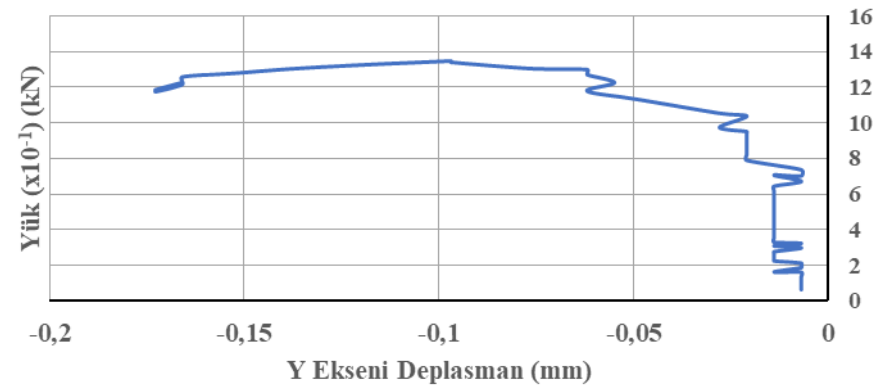


Şekil b) İflas modu

Yük - Deplasman Diyagramı
(Yatay Deplasman)

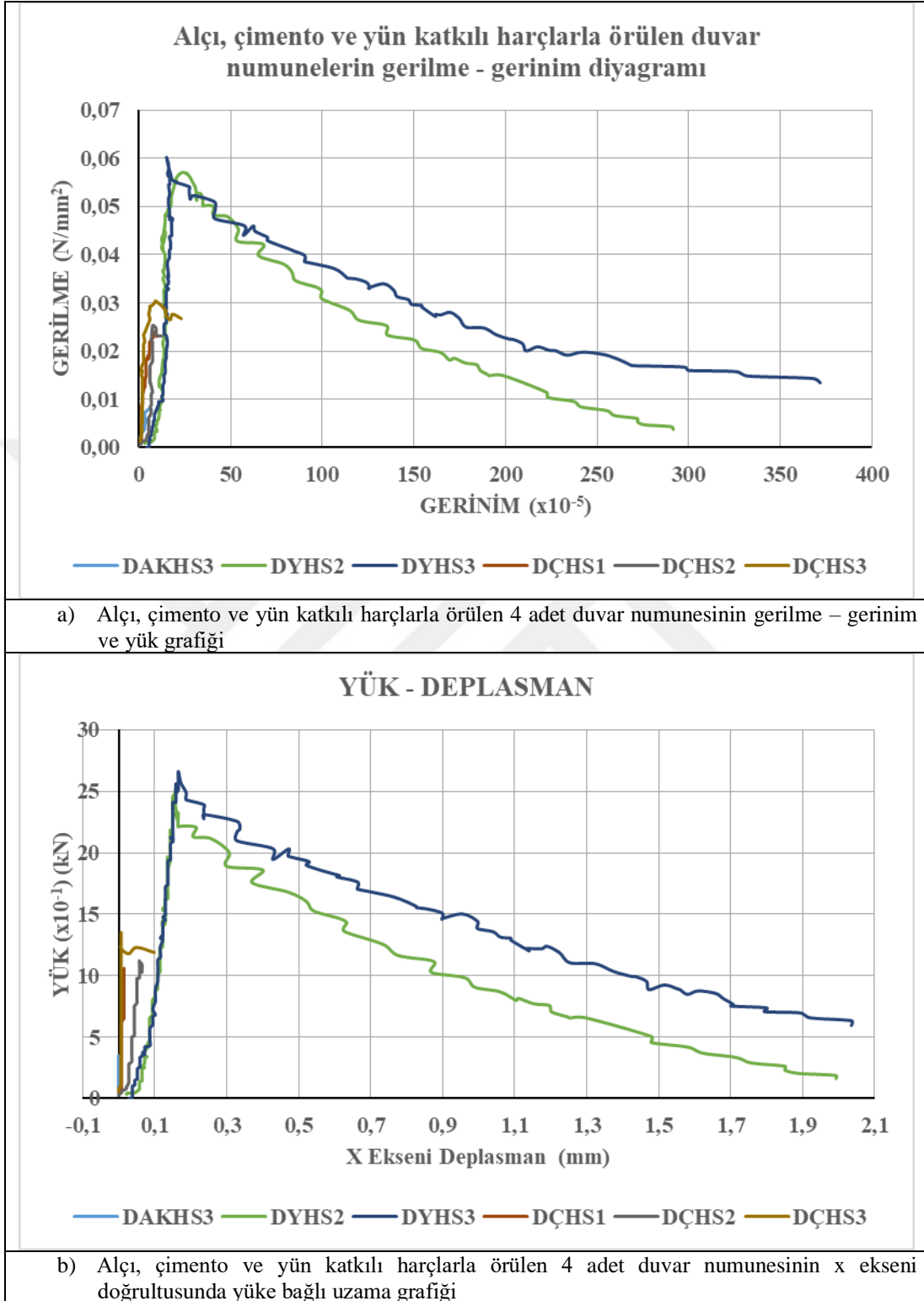
b) Ön yüzey x eksenı doğrultusunda yüke bağlı uzama

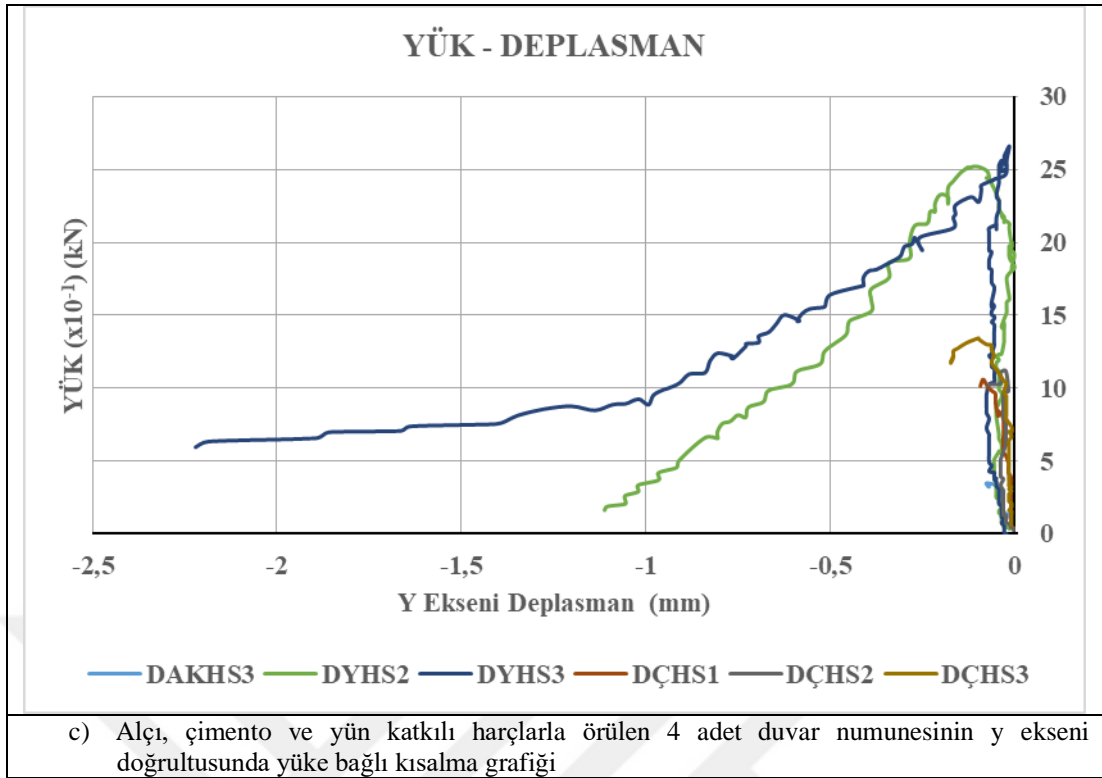
Yük - Deplasman Diyagramı (Düşey Deplasman)



c) Ön yüzey y eksenı doğrultusunda yüke bağlı kısılma

Çizelge 4.7. Alçı, çimento ve yün katkıli harçlarla örülen duvar numunelerinin gerilme-gerinim ve x ve y eksenleri doğrultusunda şekil değiştirme ilişkileri





DAKHS3 numunesinde x yönünde 2mm ve y yönünde 0.075mm yer değiştirme ölçülmüştür. Çimento katkılı numunelerde ise x yönünde en fazla 0.1mm ve y yönünde en fazla 0.17mm yer değiştirme ölçülmüştür (Çizelge 4.6.).

DYHS2 numunesinde 2 mm x eksenli boyunca ve 1.1 mm y eksenli boyunca, DYHS3 numunesinde de yaklaşık 2.1 mm x eksenli boyunca ve 2.25 mm y eksenli boyunca gerçekleşen yer değiştirme ile yük seviyesindeki düşüşe bağlı olarak esas çatlaklar ortaya çıkmıştır. Bu numunelerde diğer numunelere göre eksenler boyunca en yüksek yer değiştirme miktarı gözlenmiştir. Maksimum yük seviyesi, diyagonal kayma mukavemeti ve düzlem içi mukavemet de bu duvar numunelerinde en yüksek olarak gözlenmiştir. Bu duvar numunelerinin maksimum nokta sonrası (*post-peak*) davranışları da benzerdir (Çizelge 4.7.).

Alçı katkılı kerpiç harcı ile üretilen duvar numunelerinin ikisi yükleme yapılmadan kendiliğinden kayma gerçekleşerek iflas etmiştir. Diğer deneyi gerçekleştirilen DAKHS3 duvar numunesinde ise maksimum 3.513 kN yüklemekten sonra iflas modu gerçekleşmiştir.

13 duvar numunesi içinde iki adet deneyi gerçekleştirilemeyen alçı katkılı kerpiç harcı ile üretilen duvar numunelerinin haricindeki 11 duvar numunesi içinde en düşük kayma dayanımı, 1.364kN maksimum yük seviyesi ile yün katkılı kerpiç harcı ile üretilen DYHS1 duvar numunesinde gerçekleşmiştir. Bu duvar numunesinde yün

katkısı kerpiç harcına kırılarak katılmamış, yatay derzler serilerek uygulanmıştır. Numunelerin kenarları eşit uzunlukta olmadığından diğer numunelerde de olduğu gibi bu numunede de ağırlık merkezine yakın olan kısımda derz boyunca kayma oluşarak iflas modu gerçekleşmiştir. Katkı maddeleri örgü harcına karıştırılarak imal edilen numuneler içinde en az kayma dayanıma sahip numune ise alçı katkılı DAKHS3 numunesidir.

Buna karşın en iyi kayma dayanımı performansını da yün katkılı kerpiç harcı ile üretilen DYHS2 ve DYHS3 numuneleri göstermiştir. Bu duvar numunelerine katılan koyun yünü katkısı ise 3–4 cm boyutunda kırılarak katılmıştır. 25.160 kN ve 26.595 kN maksimum yük seviyelerinden sonra numunelerin iflas modları gerçekleşmiştir.

Üretilen duvar numunelerinin yaklaşık 30 cm kalınlığında olması ve kullanılan kerpiç tuğla boyutlarının 2 katı büyüklüğünde ve 60 cm kalınlığında geleneksel sistemde kerpiç duvar uygulamalarının bulunması, yapılan deneylerde elde edilen sonuçlarının 1/2 oranında küçültülmüş geleneksel duvar numuneleri için bir sonucu temsil etmesini de sağlamıştır. 60 cm kalınlığında ve deneylerde kullanılan kerpiç tuğla boyutlarının 2 katı büyüklüğünde kerpiç tuğlalarla örülecek duvar numunelerinde gerçekleştirilecek benzer diyagonal kayma deneylerinde, numune ağırlığı ile orantılı olarak daha yüksek maksimum yük seviyelerinde iflas modu gözlenmesi muhtemeldir.

Çimento katkılı kerpiç harcı ile örülen duvar numuneleri, kireç katkılı kerpiç harcı ile örülen, sıvalı duvar numunelerinkine benzer ancak ortalama olarak daha fazla kayma dayanımı göstermiştir. DÇHS1 numunesi bu numuneler içinde en yüksek kayma dayanımını 13.053 kN maksimum yük seviyesi ile göstermiştir. Seri imalat çimento katkılı kerpiç tuğlaların, yeni kerpiç yapı uygulamalarında yaygınlıkla kullanılması nedeniyle çimento katkılı kerpiç harcının da yeni yapı uygulamalarında kullanılması da dayanıklı yapılar elde edilmesini sağlayacaktır. Ancak restorasyon tekniği açısından değerlendirdiğimizde çimento malzemenin ahşap, taş vb. malzeme ile teması halinde tuzlanma, çapaklanma vb. gibi deforme edici etkisinin bulunması nedeniyle, kerpiç yapı restorasyonunda kullanılması, aksine daha dayanıksız ve kalıcı olmayan restorasyon uygulamalarına yol açacaktır. (bknz. Bölüm 2.2.) Bu nedenle çimento katkılı kerpiç harcının içeriğindeki %10'luk çimento katkısının yüksek bir oran olması nedeniyle restorasyon uygulamalarında tercih edilmemesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Türbeönü semti kerpiç yapılarının duvarlarında yapılacak restorasyon uygulamalarında yün katkılı kerpiç harcının doğal ve geri dönüşebilir bir malzeme olması nedeniyle kullanılması uygun olacaktır. Yün katkılı kerpiç harcı malzemesi

kolay temin edilebilir, üretiminde ve kullanımı sonrasında fazla enerji gerektirmeyen, toksik olmayan, yapının yaşam süreci boyunca yapı içindeki temas ettiği diğer malzemelere deforme edici etkisi olmayan, çimento ve kireç katkılı kerpiç harcı gibi diğer malzemelere göre gösterdiği 2 kat yüksek basınç mukavemeti gibi üstün özellikleri nedeniyle tercih edilmelidir.



5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

5.1. Sonuçlar

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda;

- Çatalhöyük neolitik yerleşimi, Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı ve Türbeönü evlerinde kullanılan kerpiç malzemede kireç katkısının kerpiç harcında kullanılmış olduğu,
- Türbeönü evlerinde kullanılan kerpiç tuğlası, harcı ve sıvasında saman ve kireç katkısının bir arada kullanılmış olduğu,
- Türbeönü yöre toprağının yağlı toprak özelliğinde olduğu ve %70 silt+kil içerdiği,
- Kerpiç tuğla üretiminde sadece saman katkısı katkı yapılarak üretilen kerpiç tuğla harcının standart kıvam ve çekme deneylerinde, kireç ve saman katkılı kerpiç tuğla harcı numunelerine göre daha iyi performans elde edildiği,
- Saman katkılı kerpiç numuneler 1sa 10 dk. içinde suda dağılırken, saman ve kireç katkılı kerpiç numunelerin 2 aydan daha fazla süre su içinde dağılmadan kalabildiği, kireç katkısının suya dayanımı önemli derecede arttırdığı,
- Rötire deneyinde, saman ve kireç katkılı numunelerde saman katkılı numunelere göre daha az rötire oluştuğu,
- Seri tuğla imalatı gerçekleştirmek için üretilen saman ve kireç katkılı kerpiç harcıdan, TS2514'e göre 7x7x7 cm küp numuneler alınarak gerçekleştirilen basınç mukavemeti deneyinde, 1.65 N/mm² basınç mukavemeti elde edildiği,
- TS EN 1015-11'e göre yapılan basınç mukavemeti deneylerinde, örgü harçlarının basınç mukavemetlerinin 7x7x7 cm numunelerde kireç > yün > çimento > alçı, 4x4x16 cm numunelerde yün > çimento > kireç > alçı sırasıyla mukavemete sahip olduğu,
- ASTM C1314-14'e göre yapılan arası örgü harçlı iki kuzu tuğlanın basınç mukavemeti deneylerinde, örgü harçlarının basınç mukavemetlerinin yün > kireç > çimento > alçı sırasıyla mukavemete sahip olduğu,
- Eğilme dayanımı sadece yün katkılı örgü harcı için (1.13 N/mm²) olarak ölçülebildiği, diğer harçların eğilme dayanımlarının ölçülemeyecek kadar küçük olduğu,

- %15 alçı katkı oranı ile üretilen kerpiçlerde, %10 ve %20 alçı katkılı numunelerden daha fazla basınç mukavemeti elde edildiği,
 - ASTM E519/E519M-15'e göre gerçekleştirilen diyagonal kayma deneylerinde yün katkılı numunelerin diğer numunelere göre eksenler boyunca yer değiştirme miktarı (DYHS3 numunesinde x ekseninde yaklaşık 2.1 mm, y ekseninde 2.25 mm), maksimum yük seviyesi (25.877 kN), diyagonal kayma mukavemeti (58.5 N/mm²) ve düzlem içi mukavemeti en yüksek olarak gözlemlendiği,
 - DKH1 ve DKH2 kireç katkılı sıvasız numunelere göre, DKHS1 ve DKHS2 kireç katkılı sıvalı numunelerin diyagonal kayma mukavemetinin %50'lik bir artış gösterdiği, numunelerde sıva uygulanmasının kayma mukavemetini olumlu yönde değiştirdiği,
 - Alçı katkılı numunelerden DAKHS1 ve DAKHS2 numunelerinin deneylerinin başarısız olduğu, diğer numuneler içinde en az kayma dayanıma sahip numunenin alçı katkılı DAKHS3 numunesi olduğu maksimum 3.513 kN yüke dayanım gösterebildiği,
 - Kireç ve çimento katkılı numunelerin benzer performans gösterdiği, bu numuneler içinde en fazla olarak DKHS2 numunesinin 12.178 kN ve DÇHS3 numunesinin 13.053 kN yüke dayanım gösterebildiği,
 - Yün katkısının derzlere serilerek uygulandığı DYHS1 numunesine göre yün katkısının kırılarak örgü harcına katıldığı DYHS2 ve DYHS3 numunelerinde kayma mukavemetinde ile %108'lik bir artış elde edildiği,
 - Yün katkılı DYHS2 ve DYHS3 numunelerinde ise kireç katkılı ve sıvalı DKHS1 ve DKHS2 numunelerine göre kayma mukavemetinde %129 artış gözlemlendiği,
- sonuçlarına varılmıştır.

5.2. Öneriler

Tescilli yapıların restorasyonlarında yapıların özgünlüğünün korunması esastır. Bunun yanı sıra restorasyon tekniği kapsamında uygulanacak malzemeler özgün, doğal ve geri dönüşebilir malzemeler olarak seçilmelidir. Yapılacak restorasyon uygulamaları da gerektiğinde yapıya zarar vermeden geriye döndürülebilecek şekilde yapılmalı ve gerekli dayanıklılığı ve kalıcılığı da yapıya kazandırmalıdır.

Kerpiç yapıların restorasyonunu yaparken kerpiç malzemeyi onarmak ve yenisi ile değiştirmek için öncelikle mevcut yapının ve yörenin kerpiç malzeme içerikleri incelenmelidir. Restorasyonda kullanılmak için üretilecek kerpiç harcında yörenin kendi toprağı kullanılmalıdır ve özgün kerpiç malzemelerdeki katkı malzemeleri ve oranları esas alınarak harç hazırlanmalıdır. Konya yöresinde kireç katkısının neolitik çağdan beri kerpiç malzeme katkı yapıldığı yapılan deneysel çalışma ile belirlendiğinden Konya yöresinde kireç katkısını, alçı, puzolan vb. katkılara karşı tercih etmek doğru bir restorasyon yaklaşımı olacaktır.

Türbeönü semti kerpiç yığma yapılarının restorasyonunda da kendi özgün malzemesi olan kireç katkılı kerpiç harcı kullanılmalıdır. Yeniden üretilecek kerpiç tuğlaları da kireç katkılı olarak üretilmeli, bunun yanı sıra en iyi basınç mukavemeti, eğilme dayanımı ve kayma dayanımı özelliklerini gösteren yün katkılı kerpiç harcı da özgün, doğal ve geri dönüşebilir bir malzeme olarak, restorasyon uygulamalarında tercih edilmelidir. Yün katkılı kerpiç harcını tercih etmekle, kerpiç malzemenin özelliklerini iyileştirerek elde edilmiş, daha dayanıklı ve kerpiç yapılara uygun yeni bir kerpiç malzeme ile restorasyon yaparak daha kalıcı ve dayanıklı restorasyon uygulamaları elde edebilecektir. Ekonomik sınırlar içinde karışım oranları belirlenen perlitli sıva alçısı katkısı, Türbeönü yöre toprağına uygun bir malzeme özelliğı göstermemektedir. Daha sonraki yapılacak benzer çalışmalarda, Türbeönü yöre toprağı yağlı toprak özelliğinde (%70 silt+kil) olduğundan, ham toprağı kum eklenerek ince taneli malzeme oranı ideal olan %20 oranına düşürülmelidir. Çimento katkısı ise toprak, taş, ahşap vb. doğal malzemeleri deforme edici etkisi göz önüne alındığında ve restorasyon kriterleri kapsamında değerlendirildiğinde yüksek dayanım performansı da göstermediğinden Türbeönü semti kerpiç yapılarının restorasyonu için tercih edilmesi gerekli değildir.

Sonuç olarak kireç ve yün katkısı kerpiç harcına katılarak elde edilecek onarım harçları ile Türbeönü semti kerpiç yapılarının duvarlarında oluşan çatlama deformasyonlarının onarımı, duvarlarda güçlendirme ve yenileme yapılabilir. Ancak alçı katkısı için benzer çalışmalar farklı alçı cinsleri ile denenmelidir. Elde edilecek sonuçlar tez çalışmasında kullanılan alçı cinsi ile elde edilen sonuçlarla karşılaştırılmalıdır. Kullanılan perlitli sıva alçısı katkı yapılar hazırlanan kerpiç harcıyla Türbeönü semti kerpiç yapılarının restorasyonun yapılması uygun olmayacaktır. Çimento katkısı ile hazırlanacak kerpiç harçları ise geleneksel yapıların restorasyonunda kullanılmamalıdır.

Günümüzde az sayıda kalan ve tescillenerek koruma altına alınan Türbeönü semti kerpiç yapılarının restorasyonları yapılırken özgün kerpiç malzemesini korumak ve özgün kerpiç malzemenin yerini alabilecek kireç ve yün katkılı kerpiç malzemeyle değiştirmek yapıların özgün yapısal niteliğini koruyarak restore edilmelerini sağlayacaktır. Günümüzde yapılan restorasyon uygulamalarında kerpiç yapıların özgün kerpiç malzemesinin dolu tuğla, taş vb. malzemelerle yer değiştirilmesi sonucunda yapılar kimliklerini kaybettiğinden kerpiç malzemelerin özelliklerinin araştırılması ve benzer çalışmalar yapılması daha da önem kazanmaktadır. Korumacılıkla ilgili koruma kurulu, belediye, mimar, mühendis, mal sahibi vb. gibi yetkili kişilerin de bu konuya özellikle önem vermesi, yapıların özgün yapısal özelliklerini kaybetmeden özgün malzemeleriyle korunması konusunda bilinçli olması gerekmektedir. Tarihi yapı restorasyonunun sadece yapının dış görüntüsünün ve plan özelliklerinin gelecek nesillere aktarılması değil, yapının aynı zamanda özgün strüktürü ve malzemeleriyle de korumak ve yaşatmak olduğunu bilerek uygulama yapılması gerekmektedir.

Proje aşamasında yapılacak fizibilite çalışması kapsamında restorasyonu yapılacak yapının özgün kerpiç malzemesinden numuneler alınarak laboratuvar ortamında kimyasal ve petrografik analizleri yapılarak malzemenin içeriği tespit edilmelidir. Elde edilen sonuçlara göre de restorasyonda kullanılacak kerpiç harcının katkı malzemeleri ve karışım oranları belirlenmelidir. Projede buna göre yeni üretilecek kerpiç malzeme ile ilgili bilgi verilmelidir.

Kerpiç imalatının emek yoğun ve zahmetli bir üretim süreci olduğu ve kerpiç imalatını yapacak ustaların bulunamadığı nedeniyle kerpiç imalatının yapılmaması, kerpiç malzemenin giderek yok olmasına neden olmaktadır. Yeni yapı üretiminde kerpiç yapım tekniği günümüzde yaygın olarak terk edilmektedir. Ancak bu durum korumacılık açısından kerpiç yapı restorasyonunu da olumsuz etkilemektedir. Bu nedenle özgün kerpiç yapım tekniğinin yaşatılması için geleneksel kerpiç imalatının teşvik edilmesi gerekmektedir. Kerpiç malzemeyi yok etmek yerine yeniden üretmek restorasyon yaparken uygulanması gereken bir yöntem olmalıdır. Kerpiç yapılar ancak özgün kerpiç malzeme özellikleri araştırılıp, özgün kerpiç malzemesini yeniden elde etmek yoluyla korunup yaşatılabilecektir.

KAYNAKLAR

- Açıklım S, Çiftçi N, 2013. Tüketici ve Üretici Tercihlerinin Temelleri. In: İktisada Giriş 1. Eds: Özer M, Tiryaki A. Eskişehir: T.C. Anadolu Üniversitesi, p. 79-84.
- Aghazadeh E, 2011. Kireç ve alçı içeren toprak yapı elemanlarının fiziksel ve mekanik özellikleri, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi İstanbul.
- Akdemir Z, Limoncu S, Ekşi Akbulut D, (2005). Application of the adobe materials according to regional differences in Anatolia Settlements. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 324-30.
- Aköz AH, 2008. Deprem etkisi altındaki tarihi yığma yapıların onarım ve güçlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Alam I, Naseer A, Shah AA, 2015. Economical stabilization of clay for earth buildings construction in rainy and flood prone areas. *Construction and Building Materials*, 77, 154-9.
- Alçı A, (2019). Yapı Alçıları. AŞ. AAvBS. www.absalci.com.tr. **3.1**.
- Alecci V, Fagone M, Rotunno T, De Stefano M, 2013. Shear strength of brick masonry walls assembled with different types of mortar. *Construction and Building Materials*, 40, 1038-45.
- Alkan N, Çağiran E, Ersan HÖ, Eruş M, 2011. Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları. In. Eds: Şan Matbaası, p. 55-81
- Allen J, 2003. Cracking Erişim Adresi, <http://www.buildingconservation.com/articles/cracking/cracking.htm>.
- Almaç U, 2002. Alçı bağlayıcılı hazır harç ile toprak karışımının hasarlı kerpiç yapılarda onarım harcı olarak kullanılabilmesi için deneysel araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Almeida JAPP, Pereira EB, Barros JAO, 2015. Assessment of overlay masonry strengthening system under in-plane monotonic and cyclic loading using the diagonal tensile test. *Construction and Building Materials*, 94, 851-65.
- Arpacıoğlu Ü, (2006). Geçmişten günümüze kerpiç malzeme üretim teknikleri ve güncel kullanım olanakları. 3. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi: 667-79.
- Arslan N, (2013). Using mudbrick at Çatalhöyük. New Generation Earthen Architecture: Learning from Heritage- Kerpiç'13. Yücel GF. İstanbul, İstanbul Aydın University: 51-4.
- Ashurst J, Ashurst N, 1989. *Practical Building Conservation, Brick, Terracotta and Earth*, Great Britain, Gower Technical Press, p. 87, 111.

- ASTM, (2014). ASTM C1314-14 Standard Test Method for Compressive Strength of Masonry Prisms. International A, USA.
- ASTM, (2015). ASTM E519/E519M-15 Standard Test Method for Diagonal Tension (Shear) in Masonry Assemblages. International A, USA.
- Atalan Ö, (2005). Traditional Sığacık houses. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 87-95.
- Avcıoğlu M, 2011. Yapı Teknolojisi 1, İstanbul, Birsen Yayınevi, p. 191, 192.
- Aydınay B, 2002. Donatılı ve donatısız alker duvarların kayma dayanımı üzerine deneysel bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Aymerich F, Fenu L, Meloni P, 2012. Effect of reinforcing wool fibres on fracture and energy absorption properties of an earthen material. *Construction and Building Materials*, 27, 66- 72
- Babaeidarabad S, Arboleda D, Loreto G, Nanni A, 2014. Shear strengthening of unreinforced concrete masonry walls with fabric-reinforced-cementitious-matrix. *Construction and Building Materials*, 65, 243-53.
- Bakır İ, 1986. Sosyal değişim sürecinde konut planları farklılaşması – Konya örneği, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.
- Basili M, Marcari G, Vestroni F, 2016. Nonlinear analysis of masonry panels strengthened with textile reinforced mortar. *Engineering Structures*, 113, 245-58.
- Bayülke N, 2001. Depreme Dayanıklı Betonarme ve Yığma Yapı Tasarımı, İzmir, İMO İzmir Şubesi, p. 250-252
- Beall C, 2004. *Masonry Design and Detailing*, USA, McGrawhill, p. 26-40, 78-81, 123-146.
- Berk C, 1951. *Konya Evleri*, İstanbul, İstanbul Matbaacılık, p. 205.
- Binici H, Aksoğan O, Shah T, 2005. Investigation of fibre reinforced mud brick as a building material. *Construction and Building Materials*, 19, 313-8.
- Blondet M, Vargas J, Tarque N, (2005). Building Codes for earthen buildings in seismic areas: The Peruvian Experience. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 11-8.
- Bolhassani M, Hamid AA, Lau ACW, Moon F, 2015. Simplified micro modeling of partially grouted masonry assemblages. *Construction and Building Materials*, 83, 159-73.

- Bolhassani M, Hamid AA, Moon FL, 2016. Enhancement of lateral in-plane capacity of partially grouted concrete masonry shear walls. *Engineering Structures*, 108, 59-76.
- Bolhassani M, Hamid AA, Rajaram S, Vanniamparambil PA, Bartoli I, Kontsos A, 2017. Failure analysis and damage detection of partially grouted masonry walls by enhancing deformation measurement using DIC. *Engineering Structures*, 134, 262-75.
- Bonshor RB, Bonshor LL, 1996. *Cracking in Buildings*, London, Construction Research Communications Ltd. , p. 102.
- Bouhicha M, Aouissi F, Kenai S, 2005. Performance of composite soil reinforced with barley straw. *Cement and Concrete Composites*, 27, 5, 617-21.
- Böke H, Akkurt S, İpekoğlu B, 2004. Tarihi yapılarda kullanılan Horasan harcı ve sıvalarının özellikleri. *Yapı Dergisi*, 269, 90-5.
- Calatan G, Hegyi A, Dico C, Mircea C, 2016. Determining the Optimum Addition of Vegetable Materials in Adobe Bricks. *Procedia Technology*, 22, 259-65.
- Calaton G, Hegyi A, Dico C, Mirce C, 2016. Determining the optimum addition of vegetable materials in adobe bricks. *Procedia Technology*, 22, 259-65.
- Camurcuoglu Cleere D, Felter M, George IMS, (2005). Support Teams Report. Catalhöyük 2005 Archive Report: 120-30.
- Chapagain NK, (2005). Living in Lomanthang: An earthen walled settlement in the Trans-Himalayan region of Nepal. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 54-9.
- Costi de Castrillo M, Philokyprou M, Ioannou I, 2017. Comparison of adobes from pre-history to-date. *Journal of Archaeological Science: Reports*, 12, 437-48.
- Croci G, 1998. *The Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*, UK, Computational Mechanics Publications, p. 55-56.
- Çakır K, 2010. Doğal puzolan katkılı kireç harcı ile toprak karışımının kerpiç yapılarda dış sıva olarak kullanılabilmesi üzerine deneysel bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Mimar Sinan Güzel Sanatlar Üniversitesi, İstanbul.
- Çelebi R, 2012. *Anadolu Kerpiç Mimarlığı*, İstanbul, T.C. İstanbul Kültür Üniversitesi, p. 57-63.
- Çelik MH, Küçük N, Vural M, 2012. A study on the production of adobe with the addition of silica fume. *Contemporary Engineering Sciences*, Vol.5, 265-71
- D'Aragon J, (2005). Considering the vernacular, the traditional and the modern (houses) in front of the Earthquake. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 19-27.

- Dandona B, 2006. Evaluation of Repair Methods for Structural cracks: Early period Monastic Architecture, Ladakh Case: Mangyu Monastery, Masters Thesis, University of Pennsylvania.
- Değirmenci FN, 1998. Preservation of adobe by a pozzolanic plaster, Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.
- Değirmenci N, 2008. The using of waste phosphogypsum and natural gypsum in adobe stabilization. *Construction and Building Materials*, 22, 1220-4.
- Demirtaş G, 2010. GRC Cephe Panellerinde oluşan sorunlar ve çözüm önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
- Dizhur D, Ingham JM, 2013. Diagonal tension strength of vintage unreinforced clay brick masonry wall panels. *Construction and Building Materials*, 43, 418-27.
- Doran DK, 2004. Yapı Malzemeleri, İstanbul, Bileşim Yayınevi, p. 187.
- Durmuş C, 1988. Çeltik kavuzu katkısıyla kerpiç üretimi üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Ankara.
- Ekinci CE, 2008. Bordo Kitap “Yapı ve Tasarımcının El Kitabı”, Data Yayınları, p. 589, 590.
- El-Diasity M, Okail H, Kamal O, Said M, 2015. Structural performance of confined masonry walls retrofitted using ferrocement and GFRP under in-plane cyclic loading. *Engineering Structures*, 94, 54-69.
- Eres Z, (2005). Mud-brick domed construction tradition in the Suruç Plain. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 60-7.
- Eriç M, (1980). Kerpiç eski eserlerin onarımı ve korunmasında bir araştırma. International Symposium on Mudbrick (Adobe) Preservation. 3, ODTÜ Mimarlık Fakültesi: 79-86.
- Esin T, (2008). Yapı malzemesi üretim sürecinde enerji etkinliği. 4. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi. İstanbul, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi: 367-75.
- Fathy AM, Planas J, Sancho JM, 2009. A numerical study of masonry cracks. *Engineering Failure Analysis*, 16, 675- 89.
- Feilden BM, 2003. *Conservation of Historic Buildings*, Elsevier, p. 72.
- Fırat F, 2001. Konya merkez ve çevresindeki konut alanlarının irdelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Ankara.
- Fodde E, (2005). The vernacular earthen building tradition of Sardinia (Italy): cultural and conservation questions. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 74-80.

- Galán-Marín C, Rivera-Gómez C, Petric J, 2010. Clay-based composite stabilized with natural polymer and fibre. *Construction and Building Materials*, 24, 8, 1462-8.
- Green NB, 1987. *Earthquake Resistant Building Design and Construction*, USA, Elsevier Science Publishing, p. 191.
- Güdücü G, 2003. Archaeometrical investigation of mud plasters on Hittite buildings in Şapinuwa-Çorum, Ortadoğu Teknik Üniversitesi Ankara.
- Gül T, 2011. Cam elyaf ve hava sürükleyici katkı kullanılarak geliştirilmiş kerpiç, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi İstanbul.
- Gündüz GN, 1999. Kerpiç yapılarda sıva ile dış yüzey koruması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Gürbüz G, 2005. Toprak yapı malzemesinin stabilizasyonu ve toprak bina yapım teknikleri üzerine bir araştırma, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Ankara.
- Gürbüz G, Çelebi G, (2005). Consideration of earth construction techniques in the context of earthquake resistance. *Living in Earthen Cities - Kerpiç'05*. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 28-36.
- Gürbüz G, Çelebi G, (2006). Toprak malzeme ve binaların “sürdürülebilir yapı” ölçütlerine göre irdelenmesi. *3. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi*, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi: 439-51.
- Gürdal E, Özgünler Acun S, 2011. Dünden Bugüne Toprak Yapı Malzemesi: Kerpiç. *Restorasyon Konservasyon*, sayı 9, 29-37
- Gürel MA, 2001. Kagir dolgu duvarların düzlemlerine dik deprem etkileri altında davranışı, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Gürfidan A, 2006. Safranbolu evlerinde kullanılan kerpiç malzemenin yüksek fırın çürufu ile iyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, Sakarya Üniversitesi Sakarya.
- Haach VG, Vasconcelos G, Lourenço PB, 2012. Experimental analysis of reinforced concrete block masonry spandrels using pre-fabricated planar trussed bars. *Construction and Building Materials*, 26, 1, 156-66.
- Haddow SD, (2014). Çatalhöyük 2014 Kazı Raporu: 23.
- Hall MR, Lindsay R, Krayenhoff M, 2012. 1 - Overview of modern earth building. In: *Modern Earth Buildings*. Eds: Hall MR, Lindsay R, Krayenhoff M: Woodhead Publishing, p. 3-16.
- Hasol D, (2008). *Ansiklopedik Mimarlık Sözlüğü*. *harç*. İstanbul, Yapı-Endüstri Merkezi Yayınları: 198.
- Hejazi SM, Sheikhzadeh M, Abtahi SM, Zadhoush A, 2012. A simple review of soil reinforcement by using natural and synthetic fibers. *Construction and Building Materials*, 30, 100-16.

- Hendry AW, Khalaf FM, (2001). *Masonry Wall Construction*. London, Spon Press-Adobe eReader format: 30-8.
- Hodder I, 2013. Substantive Technologies at Çatalhöyük: reports from the 2000-2008 seasons. In. Eds. Ankara: British Institute of Archeology at Ankara, p. 67-80, 1-96.
- ICOMOS, (2003). *Principles for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage* (2003).
- ICOMOS, (2003). *Recommendations for the Analysis, Conservation and Structural Restoration of Architectural Heritage*.
- Illampas R, Charmpis DC, Ioannou I, 2014. Laboratory testing and finite element simulation of the structural response of an adobe masonry building under horizontal loading. *Engineering Structures*, 80, 362-76.
- Incognita T, 2008. *Preserving European Earthen Architecture*, Belgium, Culture Lab, Argumentum Editions.
- Isik B, Tulbentci T, 2008. Sustainable housing in island conditions using Alker-gypsum-stabilized earth: A case study from northern Cyprus. *Building and Environment*, 43, 9, 1426-32.
- Ismail N, Ingham JM, 2012. In-situ and laboratory based out-of-plane testing of unreinforced clay brick masonry walls strengthened using near surface mounted twisted steel bars. *Construction and Building Materials*, 36, 119-28.
- Ismail N, Ingham JM, 2016. In-plane and out-of-plane testing of unreinforced masonry walls strengthened using polymer textile reinforced mortar. *Engineering Structures*, 118, 167-77.
- Işık B, 2005. Proceedings, Living in earthen cities – kerpiç’05. In. Eds: ITU, p. 331.
- Işık B, (2008). Earthen Architecture, experiences in gypsum stabilization alker,. – kerpiç’08. Işık B, ITU Mimarlık Fakültesi: 40.
- Işık B, 2008. Proceedings, Learning from earthen architecture: in climate change – kerpiç’08. In. Eds: ITU, p. 370.
- Işık B, 2010. Ageing investigation on the first case-study building constructed with gypsum-stabilised earthen material alker in 1983. *Journal of Enviromental Protection and Ecology 11*, No:3, 1193-200.
- Işık B, 2013. Proceedings, New generation earthen architecture: learning from heritage – kerpiç’13. In. Eds: ITU, p. 487.
- Iyer NL, 2014. Performance Evaluation of Clay Grout Formulations for Structural Cracking in Historic Earthen (Mud Brick) Buildings, Masters Thesis, University of Pennsylvania, Philadelphia, PA.

- Janaraj T, Dhanasekar M, 2014. Finite element analysis of the in-plane shear behaviour of masonry panels confined with reinforced grouted cores. *Construction and Building Materials*, 65, 495-506.
- Jasiński R, Drobiec Ł, 2016. Study of Autoclaved Aerated Concrete Masonry Walls with Horizontal Reinforcement under Compression and Shear. *Procedia Engineering*, 161, 918-24.
- Kadam SB, Singh Y, Li B, 2014. Strengthening of unreinforced masonry using welded wire mesh and micro-concrete – Behaviour under in-plane action. *Construction and Building Materials*, 54, 247-57.
- Kafesçioğlu R, 1949. Orta Anadolu'da Köy Evlerinin Yapısı, İstanbul, İstanbul Matbaacılık, p. 64.
- Kafesçioğlu R, 1955. Kuzey-batı Anadolu'da Ahşap Ev Yapıları, İstanbul, Pulhan Matbaası, p. 128.
- Kafesçioğlu R, 1955. Toprak, Çağdaş Yapı Malzemesi, İstanbul, p. 15.
- Kafesçioğlu R, 1965. Kireç – Kum Taşı Hakkında Kısa Bir Etüd, İstanbul, Yenilik Basımevi, p. 81.
- Kafesçioğlu R, 2017. Çağdaş Yapı Malzemesi Toprak ve Alker, İstanbul, İTÜ Vakfı Yayınları, p. 283.
- Kafesçioğlu R, 2018. Çağdaş Toprak Yapılar ve Alker, Uygulayıcının El Kitabı, İstanbul, İTÜ Vakfı Yayınları, p. 105.
- Kafesçioğlu R, Gürdal E, 2018. Çağdaş yapı malzemesi-alker “alçılı kerpiç”. Malzeme Dosyası/ Duvar Elemanları, 1-2. Erişim Adresi, http://v3.arkitera.com/v1/malzemedosyasi/duvar_elemanlari/alker/.
- Kafesçioğlu R, Toydemir N, Gürdal E, Özür B, (1980). Yapı Malzemesi Olarak Kerpiçin Alçı ile Stabilizasyonu. İstanbul.
- Kıvrak J, 2007. Silis dumanı katkılı kerpiçlerin mekanik ve fiziksel özelliklerinin araştırılması, Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi Ankara.
- Konthesingha KMC, Masia MJ, Petersen RB, Mojsilovic N, Simundic G, Page AW, 2013. Static cyclic in-plane shear response of damaged masonry walls retrofitted with NSM FRP strips – An experimental evaluation. *Engineering Structures*, 50, 126-36.
- Korkmaz SZ, 2007. Kırsal konutların deprem güvenliğinin artırılması, Doktora Tezi, Selçuk Üniversitesi Konya.
- Korkmaz SZ, Koçu N, Turer A, Korkmaz HH, (2005). Earthquake damage characteristics of earthen-adobe houses. *Living in Earthen Cities - Kerpiç'05*. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 46-53.

- Kömürcüoğlu EA, 1962. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç ve Kerpiç İnşaat Sistemleri, İstanbul, İ.T.Ü., p. 135.
- KUDEB KBB, (2010). Konya İl Merkezi Taşınmaz Kültür ve Tabiat Varlıkları Envanteri. KUDEB KBB, Bahçıvanlar Basım Sanayi A.Ş.
- Kuşaslan D, 2002. Yapıda durabilite ve hasar analizi, alçılı kerpiç yapı örneği üzerinde incelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Lin Y-W, Wotherspoon L, Scott A, Ingham JM, 2014. In-plane strengthening of clay brick unreinforced masonry walltes using ECC shotcrete. *Engineering Structures*, 66, 57-65.
- Marcari G, Basili M, Vestroni F, 2017. Experimental investigation of tuff masonry panels reinforced with surface bonded basalt textile-reinforced mortar. *Composites Part B: Engineering*, 108, 131-42.
- Mavuşoğlu Nİ, 2008. Savranşah köyü camisi restorasyon projesi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.
- Mazzotti C, Sassoni E, Pagliai G, 2014. Determination of shear strength of historic masonries by moderately destructive testing of masonry cores. *Construction and Building Materials*, 54, 421-31.
- Miccoli L, Garofano A, Fontana P, Müller U, 2015. Experimental testing and finite element modelling of earth block masonry. *Engineering Structures*, 104, 80-94.
- Millogo Y, Hajjaji M, Ouedraogo R, 2008. Microstructure and physical properties of lime-clayey adobe bricks. *Construction and Building Materials*, 22, 12, 2386-92.
- Millogo Y, Morel J-C, Aubert J-E, Ghavami K, 2014. Experimental analysis of Pressed Adobe Blocks reinforced with Hibiscus cannabinus fibers. *Construction and Building Materials*, 52, 71-8.
- Milosevic J, Gago AS, Lopes M, Bento R, 2013. Experimental assessment of shear strength parameters on rubble stone masonry specimens. *Construction and Building Materials*, 47, 1372-80.
- Milosevic J, Lopes M, Gago AS, Bento R, 2013. Testing and modeling the diagonal tension strength of rubble stone masonry panels. *Engineering Structures*, 52, 581-91.
- Moquin M, 2005. Adobe. In: *Alternative Construction: Contemporary Natural Building Methods*. Eds: Elizabeth L, Adams C: Wiley, p. 87-116.
- Najafgholipour MA, Maheri MR, Lourenço PB, 2013. Capacity interaction in brick masonry under simultaneous in-plane and out-of-plane loads. *Construction and Building Materials*, 38, 619-26.

- Oruç ŞE, Işık B, (2006). Kerpiç duvarlarla uygulanan kil bağlayıcı sıvanın fiziksel özelliklerinin araştırılması. 3. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi: 640-8.
- Oymael S, 2015. Yapı Bilgisi 1, İstanbul, Birsen Yayınevi, p. 65.
- Ökten MS, 2013. Lifli çimento esaslı kompozitlerle güçlendirilmiş dolgu duvarlı betonarme çerçevelerin deneysel incelenmesi, Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Özönder H, 2007. Türbeönü'nde Evi Meram'da Bağlı Olmak. Erişim Adresi, <https://meram.wordpress.com/2007/03/25/104/>
- Parisi F, Iovinella I, Balsamo A, Augenti N, Prota A, 2013. In-plane behaviour of tuff masonry strengthened with inorganic matrix-grid composites. *Composites Part B: Engineering*, 45, 1, 1657-66.
- Pekmezci BY, Kafesçioğlu R, Agahzadeh E, 2012. Improved performance of earth structures by lime and gypsum addition. *METU JFA* 2012, 2, 2.9, 205-21.
- Petersen RB, Ismail N, Masia MJ, Ingham JM, 2012. Finite element modelling of unreinforced masonry shear walltes strengthened using twisted steel bars. *Construction and Building Materials*, 33, 14-24.
- Pradhan PM, Timalisina SP, Bhatt MR, (2018). Determination of shear strength of bambu panel. Back to Earthen Architecture, Industrialized, injected, rammed, stabilized-Kerpic'18. Işık B. Gaziantep, iBoo Press: 1689-853.
- Quagliarini E, Lenci S, 2010. The influence of natural stabilizers and natural fibres on the mechanical properties of ancient Roman adobe bricks. *Journal of Cultural Heritage*, 11, 3, 309-14.
- Reman O, (2002). Toprağın, bağlayıcı ve diğer katkı malzemeleri ile kullanımını üzerine bir araştırma. 1. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi: 208-23.
- Rghei A, Abufayed A, (2005). The joy of living in earthen cities: A 21st century assessment and prospects with special reference to historic city of Ghadames. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 96-104.
- Saghafi MH, Safakhah S, Kheyroddin A, Mohammadi M, 2014. In-plane Shear Behavior of FRP Strengthened Masonry Walls. *APCBEE Procedia*, 9, 264-8.
- Serrano S, Barreneche C, Cabeza LF, 2016. Use of by-products as additives in adobe bricks: Mechanical properties characterisation. *Construction and Building Materials*, 108, 105-11.
- Shahina F, (2003). South Area. Archive Report 2003: 50-2.

- Shahnoori S, (2005). Reconstruction of the desert City of Bam in respect to seismic aspects. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 316-23.
- Silva RA, Oliveira DV, Miranda T, Cristelo N, Escobar MC, Soares E, 2013. Rammed earth construction with granitic residual soils: The case study of northern Portugal. *Construction and Building Materials*, 47, 181-91.
- Silva RA, Oliveira DV, Schueremans L, 2009. Strengthening of masonry and earthen structures by means of grouting –design of grouts. Erişim Adresi, http://repositorium.sdum.uminho.pt/bitstream/1822/31100/1/Prohitech%202009_paper.pdf
- Şengün E, (2016). Güvenlik Bilgi Formu. Çimento K. www.konyacimento.com.tr, Konya Çimento. **2016/01**: 11.
- Tayla H, 2007. Geleneksel Türk Mimarisinde Yapı Sistem ve Elemanları, İstanbul, Taç Vakfı, p. 75, 373-412.
- Tekin Ç, Kurugöl S, (2012). Puzolan-organik katkının kireç esaslı harcın mekanik özelliklerine etkisi. 6. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi ve Sergisi, TMMOB Mimarlar Odası İstanbul Büyükkent Şubesi: 313-22.
- Thomas K, 1996. *Masonry Walls*, Oxford, Butterworth-Heinemann Ltd., p.
- Tolles E, L., (2000). Earthquake Damage to Historic and older Adobe Buildings during the 1994 Northridge, California Earthquake. WCEE Online Proceedings - 12th Conference Auckland Newzealand.
- Tolles EL, Kimbro EE, Webster FA, Ginell WS, (2000). *Seismic Stabilization of Historic Adobe Structures*. USA, The Getty Conservation Institute.
- Tolles EL, Webster FA, Crosby A, Kimbro EE, (1996). *Survey Damage to Historic Adobe Buildings after the January 1994 Northridge Earthquake*. USA, The Getty Conservation Institute.
- Torrealva D, Acero J, (2005). Reinforcing adobe buildings with exterior compatible mesh. 1st Int. Conference Living in Earthen Cities-Kerpiç'05, I.T.U: 37-44.
- Tozoğlu DD, 1995. Konya'da mimari özelliği olan bazı evlere yeni fonksiyon verilmesi üzerine bir deneme, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi Konya.
- 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.
- TSE, (1985). TS 537- Çimentolu Kerpiç Bloklar-Duvarlar İçin, Türk Standardı, Grubu Tİİ, TSE: 2, 3.
- TSE, (2000). TS EN 1015-11 Kagir Harcı-Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini, Komitesi CTKT, TSE.

- TSE, (2004). TS EN 12670- Doğal taşlar–Doğal taşlar–Terimler ve tarifler, Türk Standardı, Grubu Mİ, TSE.
- TSE, (2006). TS 1900-1 İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri- Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, Türk Standardı, ICS 93.020, Grubu Tİİ, TSE: 31-66.
- TSE, (2008). TS EN 12407 Doğal Taşlar, Deney Yöntemleri Petrografik İnceleme, Komitesi CTMT, TSE
- TSE, (2009). TS 699- Doğal Yapı Taşları - İnceleme ve Laboratuvar Deney Yöntemleri, Türk Standardı, ICS 91.100.01;91.100.15., Grubu Tİİ, TSE.
- TSE, (2012). TS EN 459-1 Yapı Kireci - Bölüm 1: Tarifler, Özellikler ve Uygunluk Kriterleri, Türk Standardı, ICS 01.040.91; 91.100.10, Grubu Tİİ, TSE.
- Tung B, (2013). Çatalhöyük 2013 Kazı Raporu: 24.
- Türkçü Ç, 2004. Yapım, İstanbul, Birsen Yayınları, p. 93-100.
- Ünal G, (2014). rendering material. İnşaat Mühendisliği Sözlüğü. İstanbul, YEM Yayın: 352.
- Ünay Aİ, 2002. Tarihi Yapıların Deprem Dayanımı, Ankara, ODTÜ Mimarlık Fakültesi, p. 172.
- Üstündağ C, 2000. Bir-iki katlı yığma binaların yatay yükler altındaki davranışı ve kesme güvenliğinin sağlanması, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.
- Vargas J, Blondet M, Cancino C, Ginocchio F, Iwaki C, Morales K., 2008. Experimental results on the use of mud-based grouts to repair seismic cracks on adobe walls. In: Structural Analysis of Historic Construction. Eds: Fodde DA. London: Taylor & Francis Group, p. 1095-9.
- Vega P, Juan A, Ignacio Guerra M, Morán JM, Aguado PJ, Llamas B, 2011. Mechanical characterisation of traditional adobes from the north of Spain. Construction and Building Materials, 25, 7, 3020-3.
- Weaver ME, Matero FG, 1993. Conserving Buildings, Guide to Techniques and Materials, USA, John Wiley&Sons Inc., p.
- Yalçın H, Gürü M, 2006. Çimento ve Beton, Ankara, Palme Yayıncılık, p. 38, 39.
- Zabickova I, (2005). The earthen architecture in Czech Republic 2005. Living in Earthen Cities - Kerpiç'05. Işık B. İstanbul, I.T.U.: 310-5.
- Zakar L, 2013. Restorasyon uygulamalarında kullanılan çağdaş teknikler, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi İstanbul.

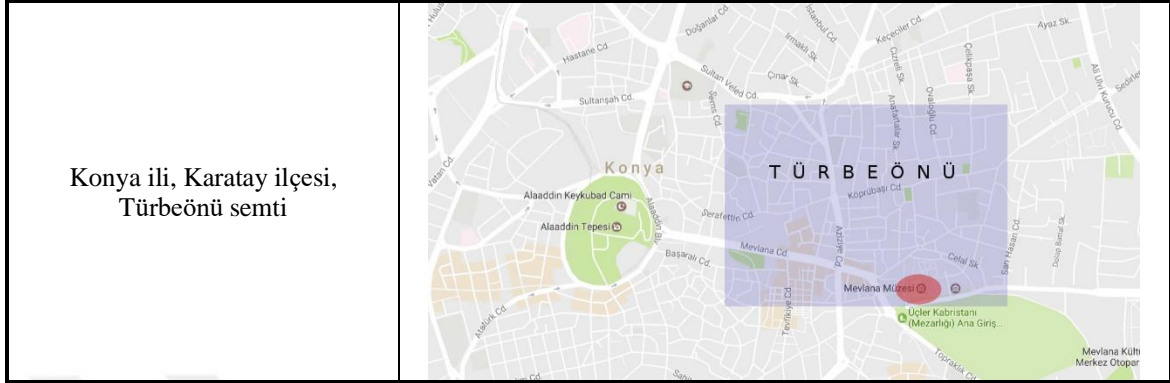
- Zakar L, Eyüpgiller KK, 2015. Mimari Restorasyon Koruma Teknik ve Yöntemleri, İstanbul, Ömür Matbaa, p. 67, 68.
- Zhang H, 2011. Building Mortar. In: Building Materials in Civil Engineering. Eds. Beijing: Woodhead Publishing and Science Press, p. 150-70
- Zhu M, Chung DDL, 1997. Improving brick-to-mortar bond strength by the addition of carbon fibers to the mortar. Cement and Concrete Research, 27, 12, 1829-39.



EKLER

EK- 1: TÜRBEÖNÜ SEMTİ TESCİLLİ YAPILARI YAPI KİMLİK BELGESİ

Çizelge 1. Türbeönü semti








Çizelge 2. Türbeönü semti tescilli kerpiç yapıları (KUDEB 2010)





<p>KONUT-1</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Amil Çelebi Sokak No:7'de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç ve ahşap malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-2</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Aslanlı Kışla Caddesi No:15'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Taş temel üzerine kerpiç yığma ve bağdadi olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 06.04.2007-1566 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	





<p>KONUT-3</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Celal Sokak No:6' da yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyılın ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Su basmana kadar taş malzeme, kalan kısımlar kerpiç malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT- 4</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Celal Sokak No:7' de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde boş olarak durmaktadır. 	
<p>KONUT-5</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Celal Sokak No:8' de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl başları, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Su basmanda taş, üst katlarda ise kerpiç malzeme ile yığma tekniğiyle yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-6</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Celal Sokak No:11' de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç ve ahşap malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	





<p>KONUT-7</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Celal Sokak No:22'de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde terk edilmiştir. 	
<p>KONUT-8</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Celal Sokak No:26'da yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Su basmana kadar taş malzeme, kalan kısımlar ise kerpiç ve ahşap malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde bakımsız olup atıl durumda bulunmaktadır. 	
<p>KONUT-9</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Celal Sokak, No:32'de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyılın ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-10</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Güngör Sokak No:7'de yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyılın ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapım sistemi bodrum katta taş malzemeden yığma tekniğinde yapılmıştır. Zemin kat ve birinci katta kerpiç, ahşap hatıllarla beraber kullanılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış günümüzde ise kullanılmamaktadır. 	

<p>KONUT-11</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Güngör Sokak No:10'da yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyılın ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yığma olarak yapılmıştır. Yapım malzemesi moloz taş ve kerpiçtir. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-12</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Güngör Sokak No:24'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyılın ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapının temellerinde taş, üst katlarda ise yığma kerpiç duvarlar kullanılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-13</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Civar Mahallesi, Sarı Hasan Caddesi No:24'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyılın ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapının temellerinde taş, üst katlarda ise yığma kerpiç duvarlar kullanılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-14</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Durak Fakih Mahallesi, Fakih Sokak No:20'de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyılın ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Su basmanına kadar taş malzeme, kalan kısımlar ise kerpiç ve ahşap malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	

<p>KONUT-15</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Durak Fakih Mahallesi, Tartan Sokak No:7'de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı su basmana kadar taş malzeme, üst kısımlarda kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-16</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Fakih Mahallesi, Fakih Sokak No:14'te yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-17</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Fakih Mahallesi, Fakih Sokak No:32'de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı su basmanına kadar taş, üst kısımlarda kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-18</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Fakih Mahallesi, Köprübaşı Caddesi No:52'de yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi 24.01.1991-943 • Yapının Tescil Tarihi Bodrum dış duvarları taş malzeme ile yığma olarak yapılmış, üst katlarda taşıyıcı sistem ise kerpiç ve ahşap malzeme birlikte kullanılarak yığma olarak inşa edilmiştir. • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	

<p>KONUT-19</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Fakih Mahallesi, Tartan Sokak No:4'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 19. yüzyıl, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989 - 551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış ve halen konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-20</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Hocahabib Mahallesi, Ada Sokak No:4'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Taşınmaz iki katlı, çıkmalı tuğla kerpiç malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 07.12.2004-74 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılan taşınmaz, günümüzde dükkân kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-21</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Hoca Habib Mahallesi, Mahmut Şevket Paşa, No:14'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapım sistemi yığmadır. Yapı malzemesi olarak taş, kerpiç ve ahşap kullanılmıştır. Çıkma da bağdadi tekniği kullanılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 01.12.1989 - 609 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış olan yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-22</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Ovaloğlu Mahallesi, Alsancak Sokak No:16'da yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış, halen konut olarak kullanılmaktadır. 	

<p>KONUT-23</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Sarı Hasan Mahallesi, Sarı Hasan Caddesi No:4'te yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl başları, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde konut kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-24</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Sarı Hasan Mahallesi, Sarı Hasan Caddesi No:6'da yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı kerpiç malzeme kullanılarak yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde terkedilmiştir. 	
<p>KONUT-25</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Sarı Hasan Mahallesi, Sarı Hasan Caddesi No:12'de yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç ve ahşap malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 15.09.1989-551 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-26</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Sırçalı Mescit Mahallesi, Kuzgun Kavak Caddesi No:14'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk çeyreği, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yığma taşıyıcı sistemi moloz taştan ve kerpiçten oluşmaktadır. Zemin kat moloz taş ve kerpiç yığma sistemi ile yapılmıştır. Birinci ve zemin katta iç duvarlar, ahşap payandaların arası kerpiç malzeme doldurularak taşıyıcı sistem meydana gelmiştir. Çıkmalarda bağdadi tekniği kullanılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 02.05.1991-1023 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılan taşınmaz 	

<p>günümüzde kullanılmamaktadır.</p> <p>KONUT-27</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Zincirlikuyu Mahallesi, Cebel Cudi Sokak No:13'te yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak kullanılan yapı halen konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-28</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Zincirlikuyu Mahallesi, Durak Fakih Caddesi No:40'ta yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme ile yığma olarak inşa edilmiştir. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı halen konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-29</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Zincirlikuyu Mahallesi, Durak Fakih Caddesi No:44'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzemedен yığma olarak inşa edilmiştir. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı halen konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-30</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi Zincirlikuyu Mahallesi, Köprübaşı Caddesi No:64'te yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 19. yüzyıl sonu, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Bodrum dış duvarları taş malzeme ile yığma olarak yapılmış, üst katlarda taşıyıcı sistem ise kerpiç ve ahşap malzeme birlikte kullanılarak kâgir olarak inşa edilmiştir. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	

<p>KONUT-31</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Zincirlikuyu Mahallesi, Köprübaşı Caddesi No:66'da yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 19. yüzyıl sonları, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme ile yığma olarak inşa edilmiştir. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-32</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Zincirlikuyu Mahallesi, Köprübaşı Caddesi No:68'de yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme ile yığma olarak yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış halen konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-33</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Seyit İbrahim Sokak No:10'da yer alır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 19. yüzyıl ortaları, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Kerpiç malzeme ile yığma olarak inşa edilmiştir. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991 - 943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak yapılmış olan yapı günümüzde harabe şeklindedir. 	
<p>KONUT-34</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Nalvuran Sokak No:6'da yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 19. yüzyıl sonu, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı Kerpiç malzeme ile yığma tekniğinde yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 17.03.1993-1603 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde bakımsız ve boş olarak durmaktadır. 	

<p>KONUT-35</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Seyit İbrahim Sokak No:5'te yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl başı, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı kerpiç malzemeli ve yığma olarak inşa edilmiştir. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Yapı konut olarak yapılmış olup günümüzde kullanılmamaktadır. 	
<p>KONUT-36</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Seyit İbrahim Sokak No:13'te yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl başı, Geç Osmanlı dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Yapı kerpiç malzemeli ve yığma olarak inşa edilmiştir. • Yapının Tescil Tarihi 24.01.1991-943 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Yapı konut olarak yapılmış olup halen konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-37</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Alsancak Sokak No:3'te yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Su basmanında taş, üst katta ise kerpiç ve ahşap malzeme ile yığma tekniğinde yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 20.03.1996-2498 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	
<p>KONUT-38</p> <ul style="list-style-type: none"> • Yapının Mevkii Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Anafartarlar Sokak No:10'da yer almaktadır. • Yapım Tarihi ve Dönemi 20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi. • Yapım Tekniği ve Malzemesi Su basmanda taş, üst katlarda ise kerpiç ve ahşap malzeme ile yığma tekniğinde yapılmıştır. • Yapının Tescil Tarihi 10.04.1996-2519 • Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır. 	

KONUT-39• **Yapının Mevkii**

Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Anafartalar Sokak No:14'te yer almaktadır.

• **Yapım Tarihi ve Dönemi**

20. yüzyıl ilk yarısı, Cumhuriyet dönemi.

• **Yapım Tekniği ve Malzemesi**

Su basmanda taş, üst katta ise kerpiç ve ahşap malzeme ile yığma tekniğinde yapılmıştır.

• **Yapının Tescil Tarihi**

22.04.2005-280

• **Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı**

Konut olarak inşa edilen yapı, günümüzde de konut olarak kullanılmaktadır.

**KONUT-40**• **Yapının Mevkii**

Karatay İlçesi, Ahmet Fakih Mahallesi, Anafartalar Sokak No:26'da yer almaktadır.

• **Yapım Tarihi ve Dönemi**

20. yüzyıl başı, Geç Osmanlı dönemi.

• **Yapım Tekniği ve Malzemesi**

Yapı kerpiç malzemeli ve yığma olarak inşa edilmiştir.

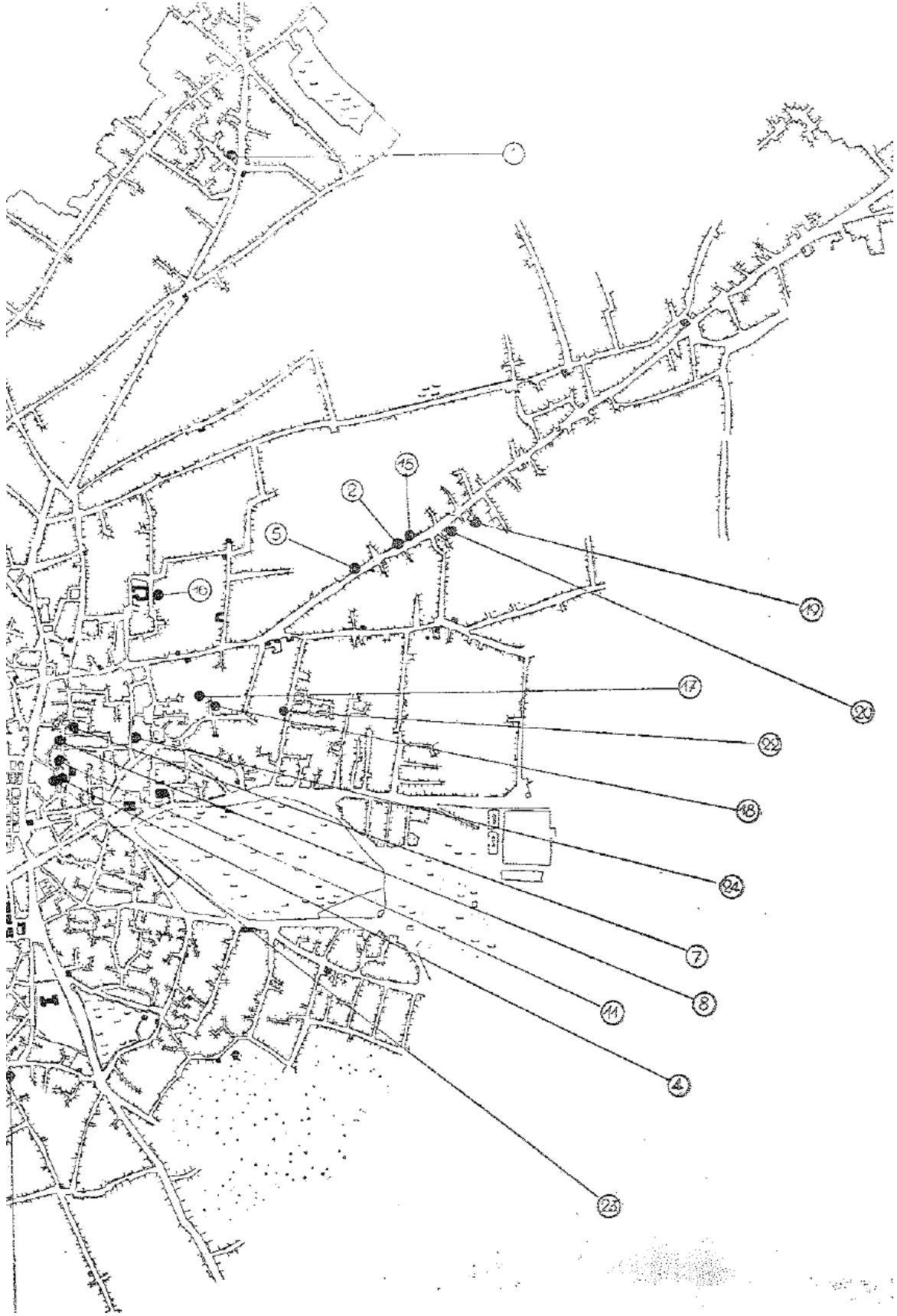
Yapının Tescil Tarihi

24.01.1991-943

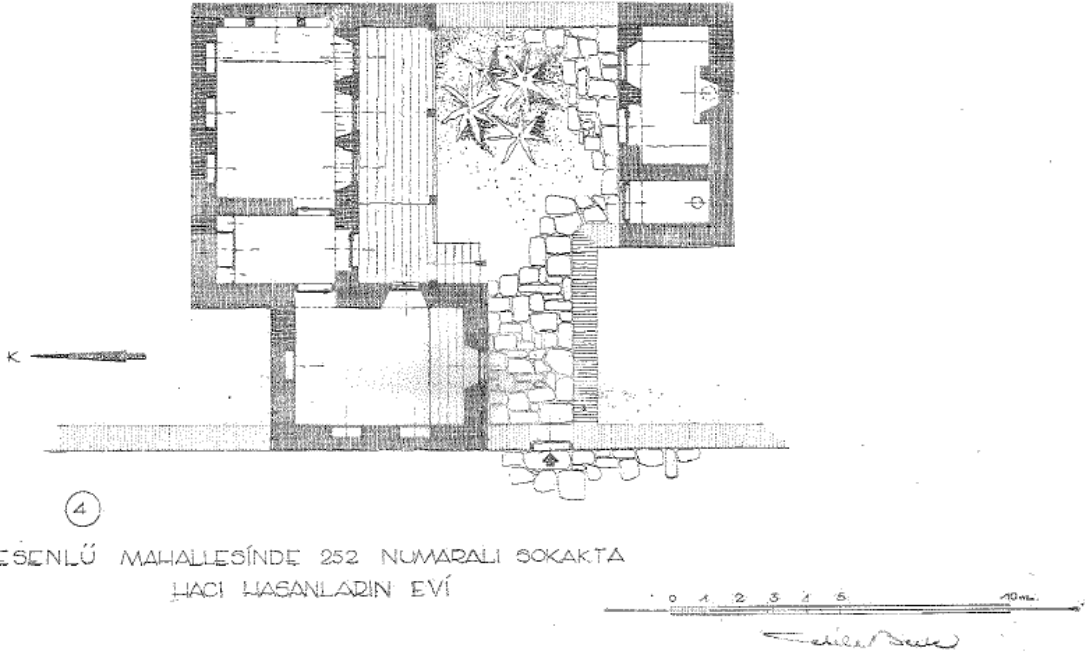
• **Yapının Orijinali ve Bugünkü Kullanımı**

Yapı konut olarak yapılmış olup halen konut olarak kullanılmaktadır.

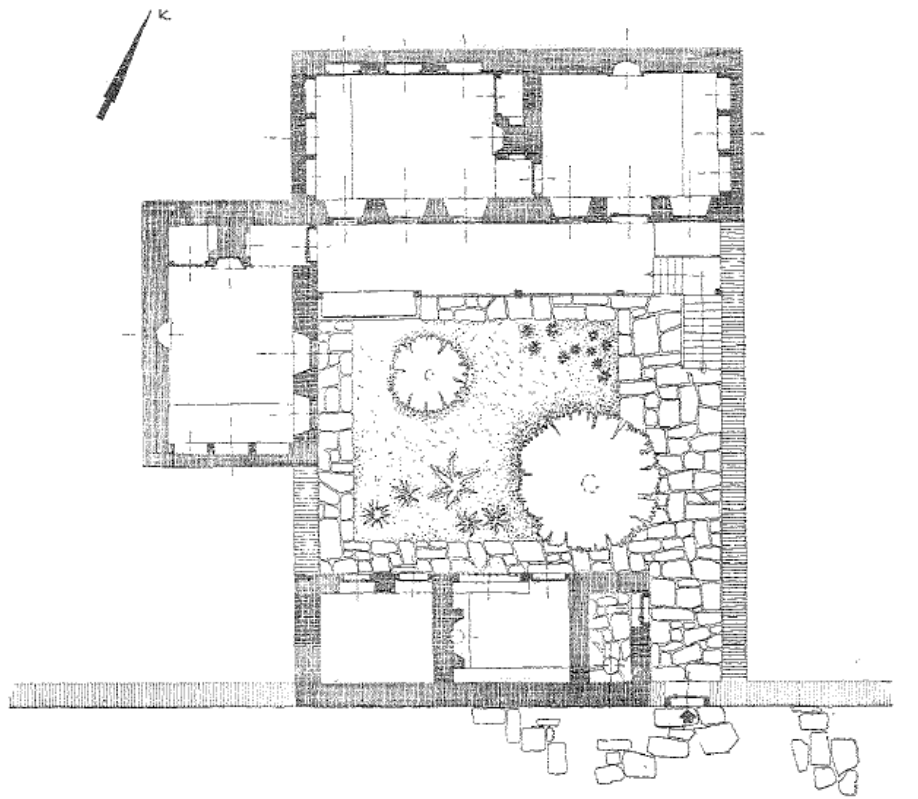


EK- 2: KONYA TÜRBEÖNÜ EVLERİ (Berk 1951)**Şekil 1. Türbeönü Senti Planı (Berk 1951)**

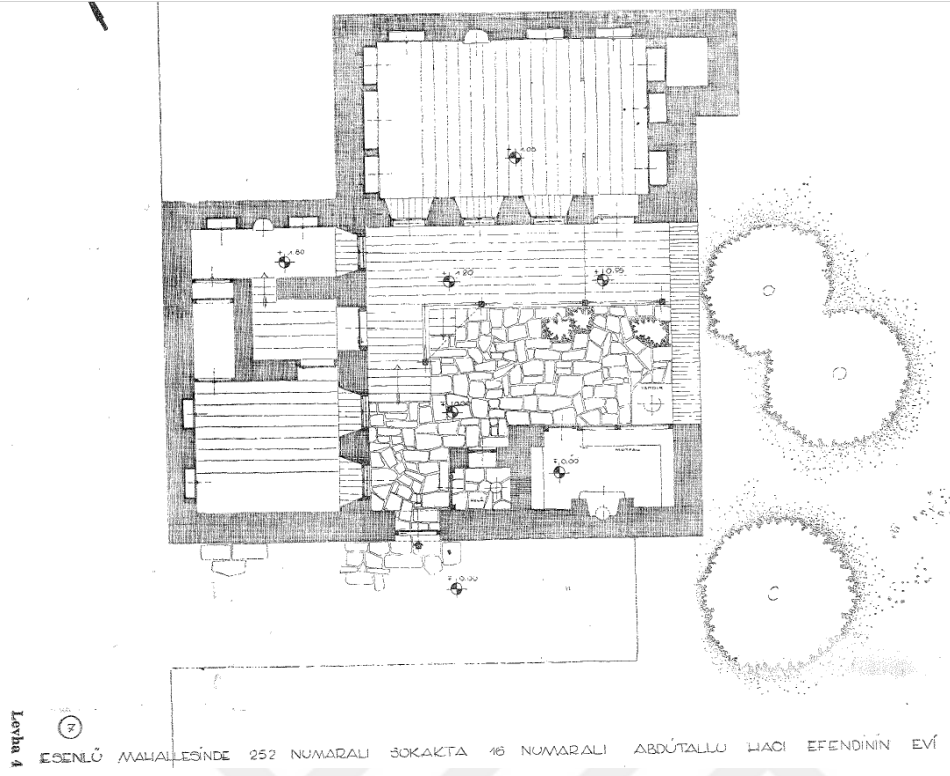
Şekil 2. Konut-4 (Berk 1951)



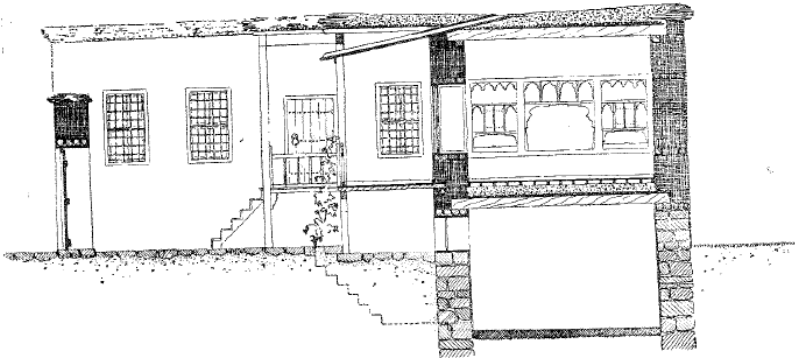
Şekil 3. Konut-5 (Berk 1951)



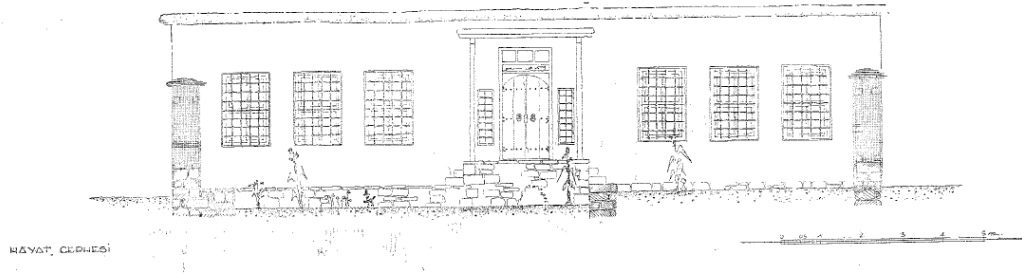
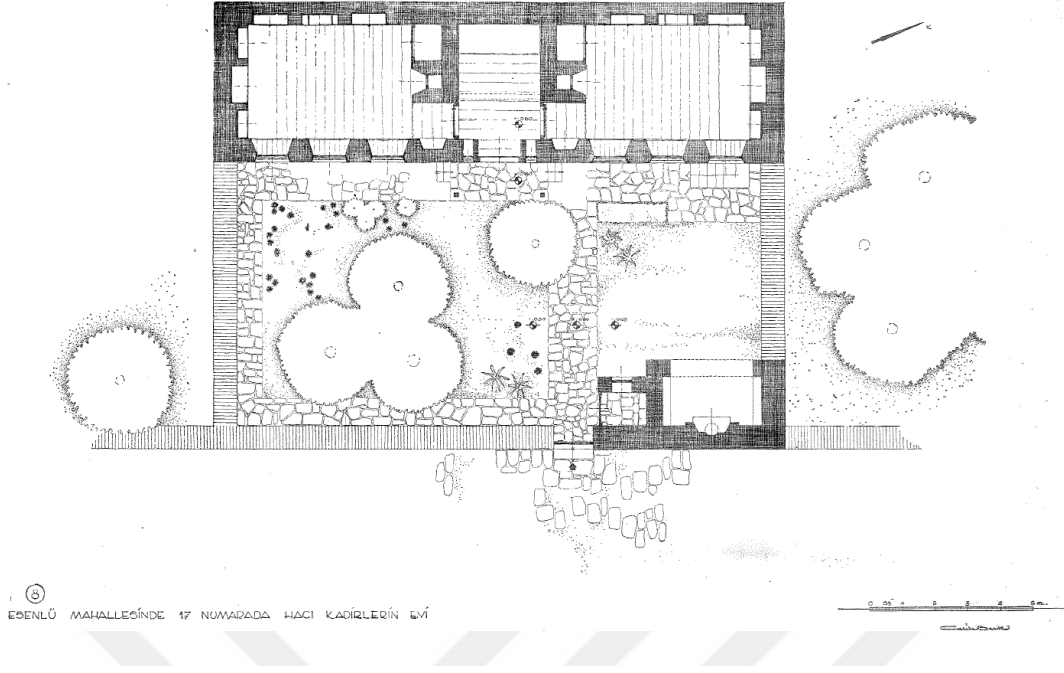
Şekil 4. Konut-7 (Berk 1951)



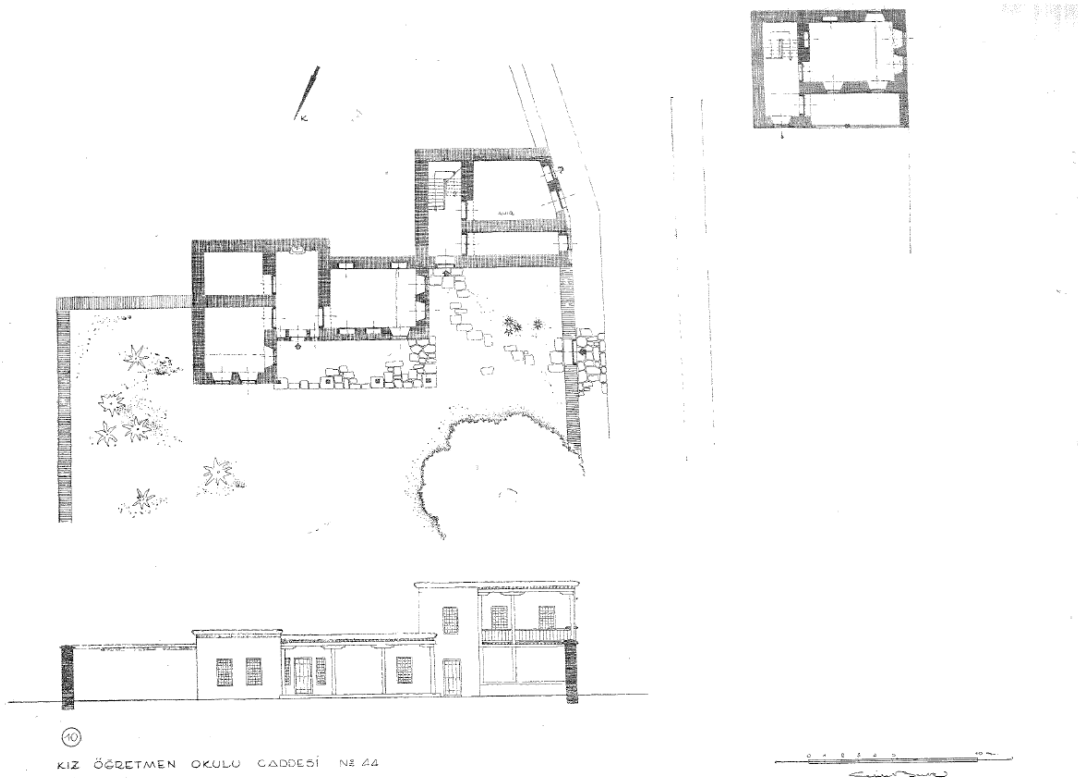
ESENLÜ MAHALLESİNDE 252 NUMARALI SOKAKTA 16 NUMARALI ABDÜTALLU HACI EFENDİNİN EVİ

ESENLÜ MAHALLESİNDE 252 NUMARALI SOKAKTA
16 NUMARALI ABDÜTALLU HACI EFENDİNİN EVİ

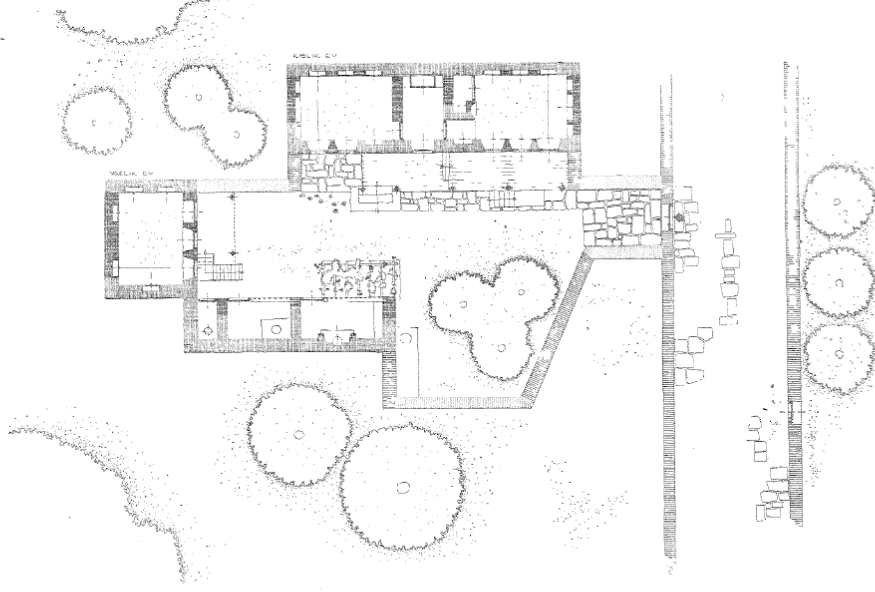
Şekil 5. Konut-8 (Berk 1951)



Şekil 6. Konut-10 (Berk 1951)



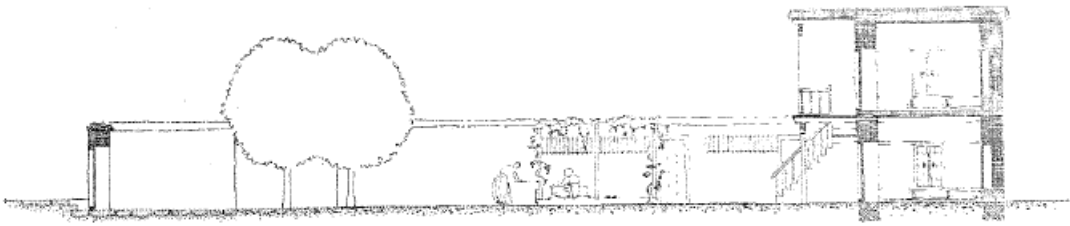
Şekil 7. Konut-11 (Berk 1951)



ESENLÜ MAHALLESİNDE 252 NUMARALI SOKAKTA 13 NUMARALI KARA MULLALARIN EVİ

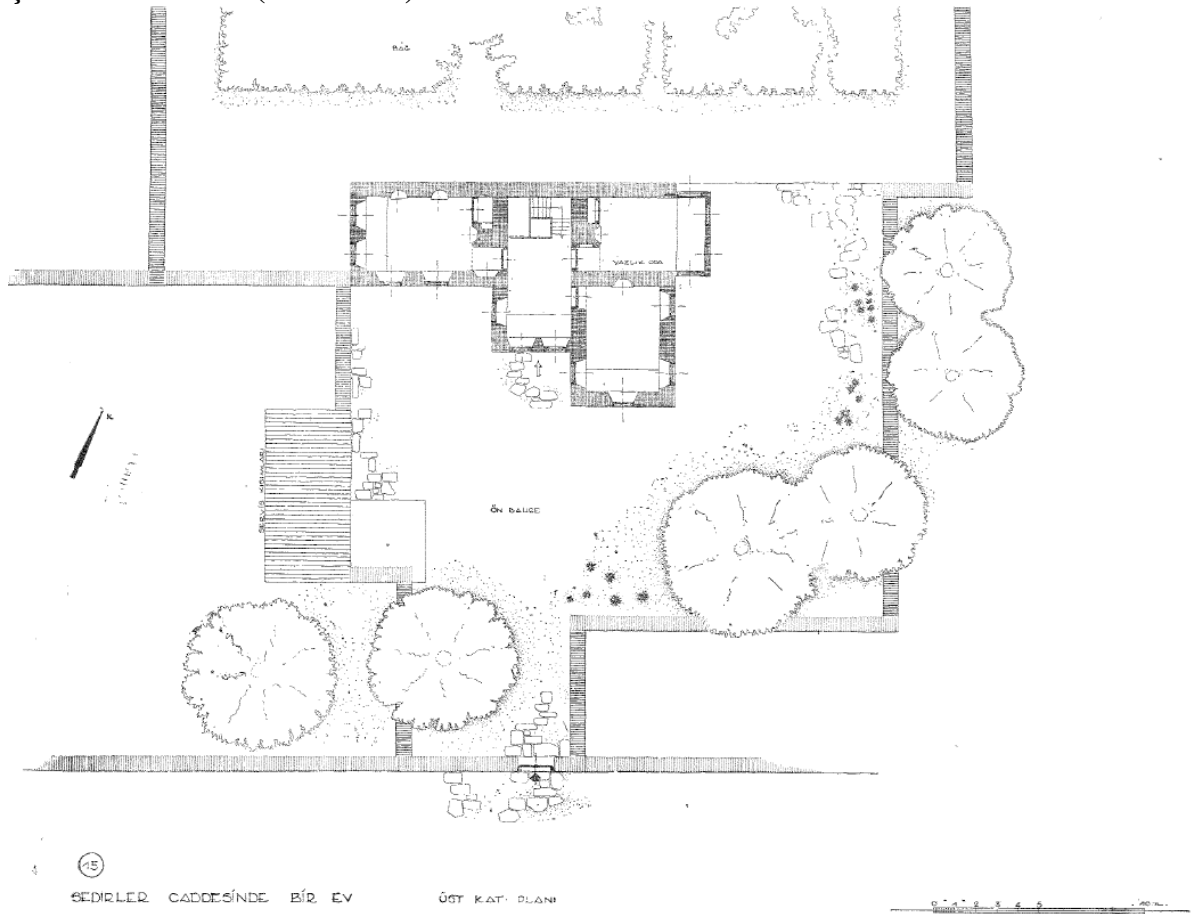


KIZILIK EVİN GÖRÜŞÜ

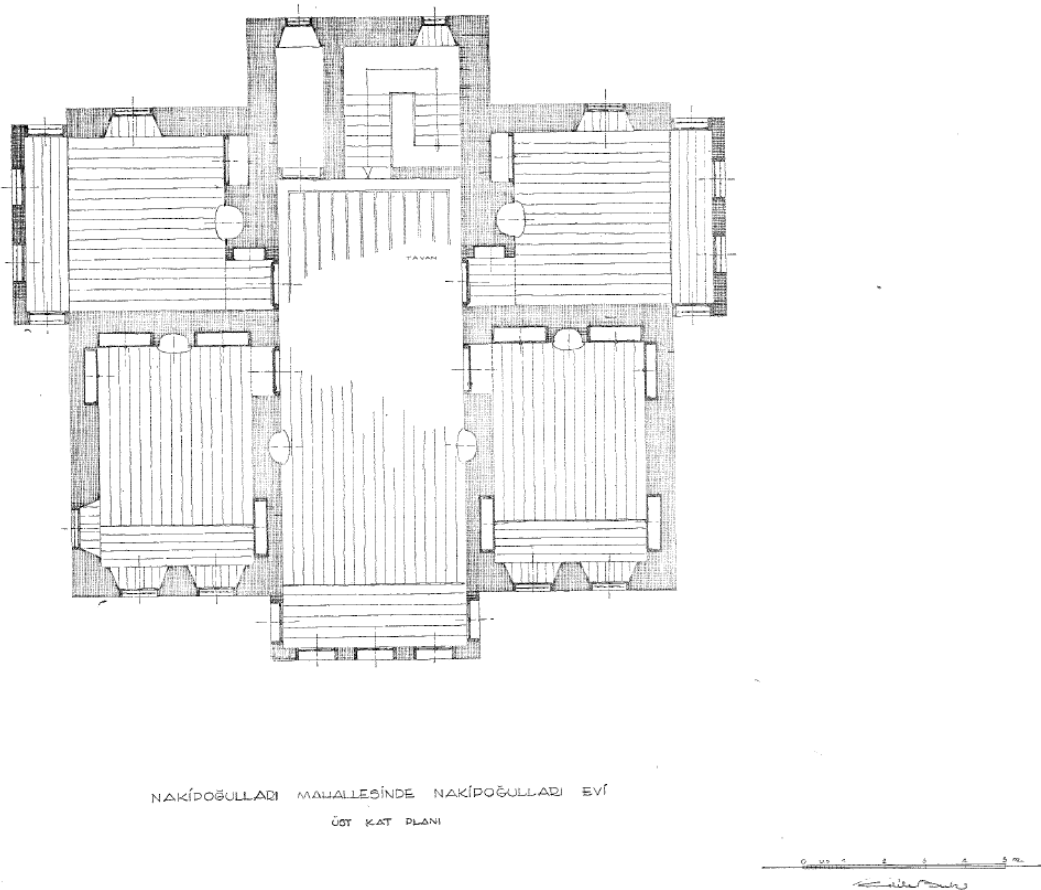


SERVİS KISIMLARI VE YAZLIK EVDEN KESİT

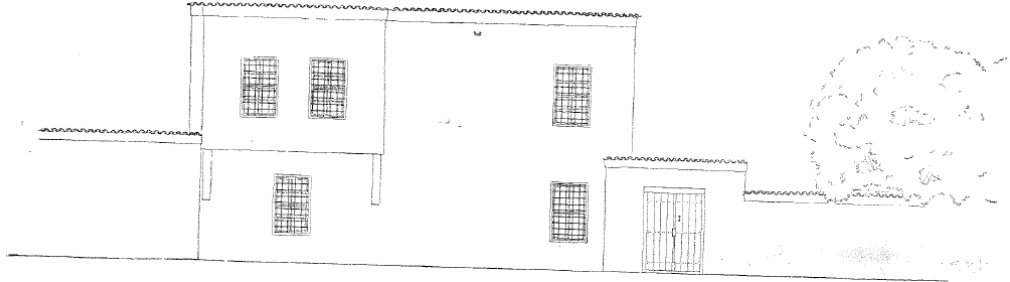
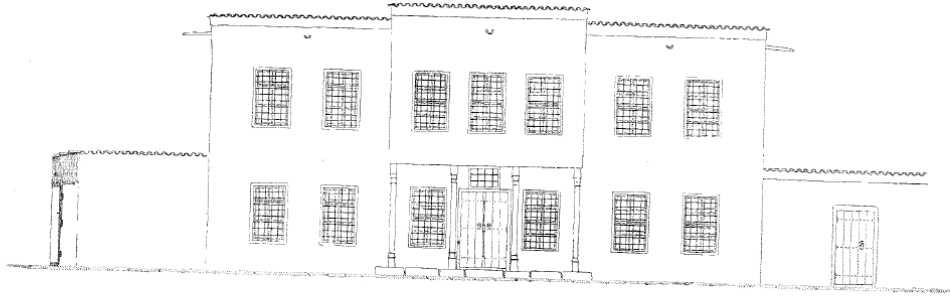
Şekil 8. Konut-15 (Berk 1951)



Şekil 9. Konut-16 (Plan) (Berk 1951)

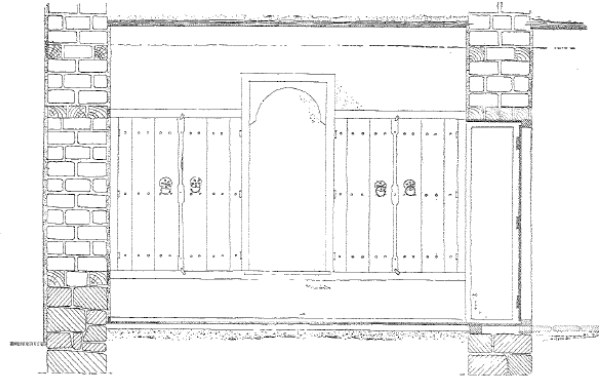
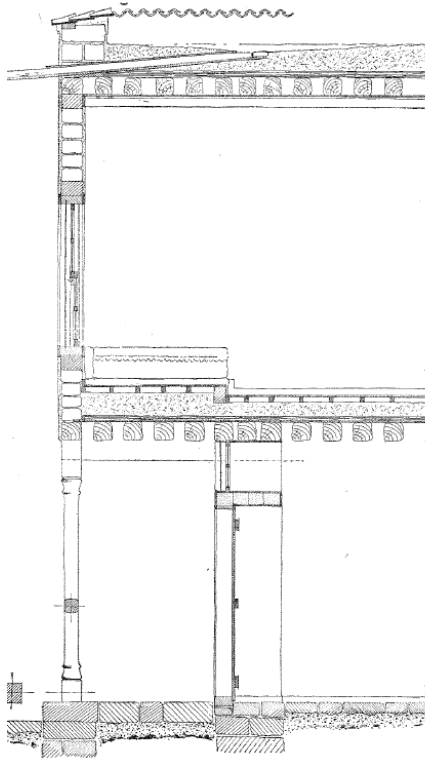


Şekil 10. Konut-16 (Görünüşler ve kesitler) (Berk 1951)



Levha 25.

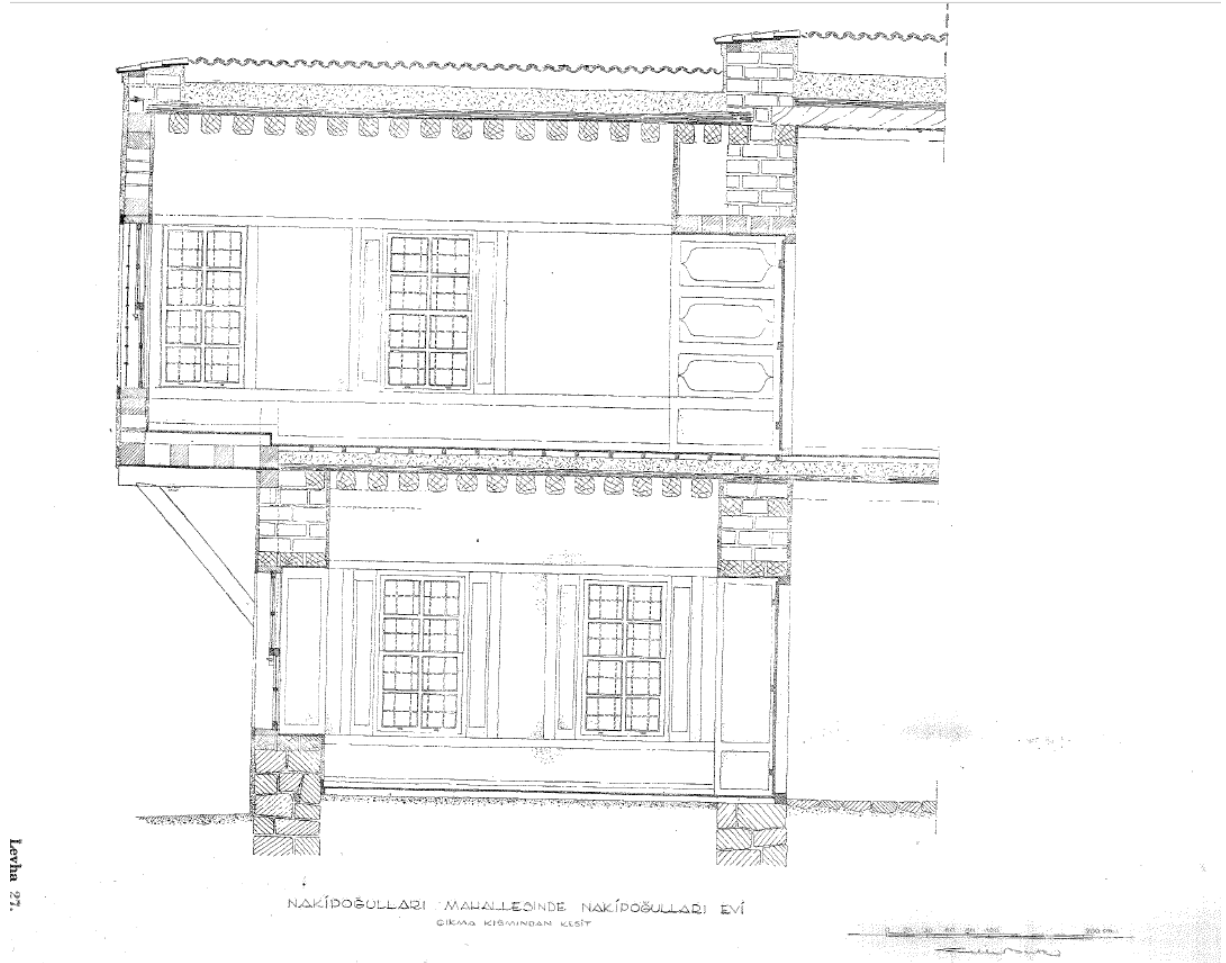
NAKİPOŞULLARI MAHALLESİNDE NAKİPOŞULLARI EVİ



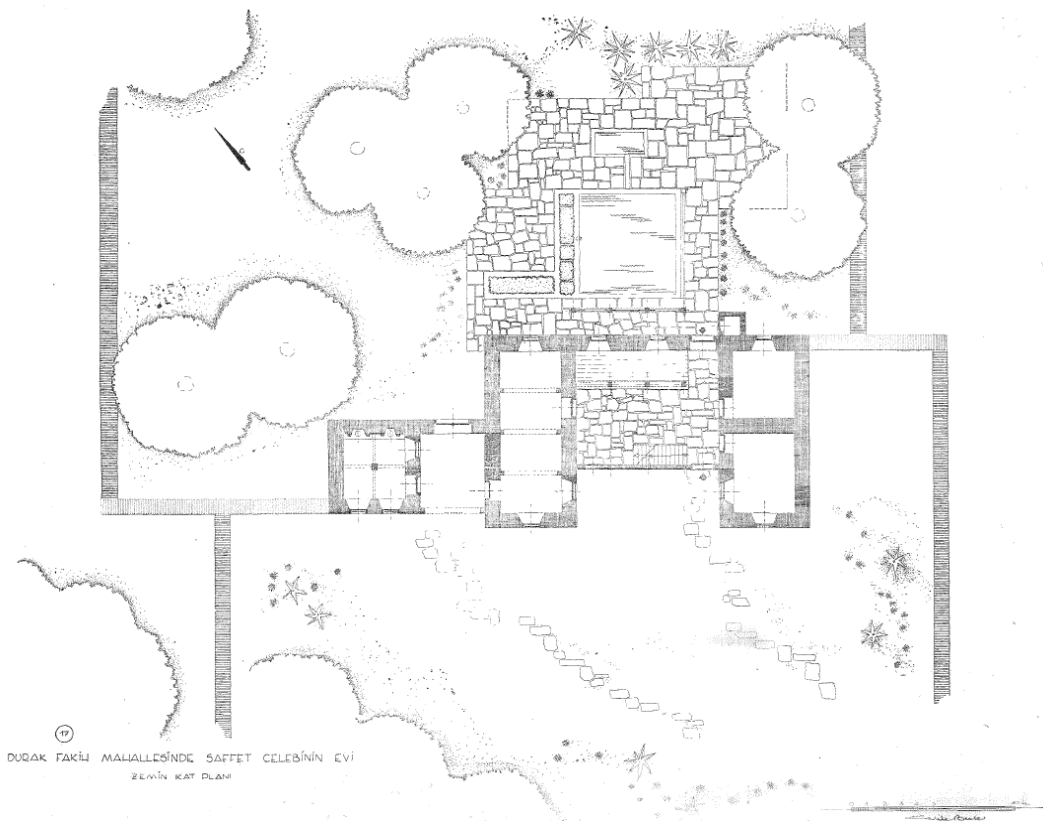
NAKİPOŞULLARI MAHALLESİNDE NAKİPOŞULLARI EVİ

- ZEMİN KAT ODALARINDA ÇİCEKLİK VE DOLAPLAR
- GİRİŞ KISIMINDAN KESİT

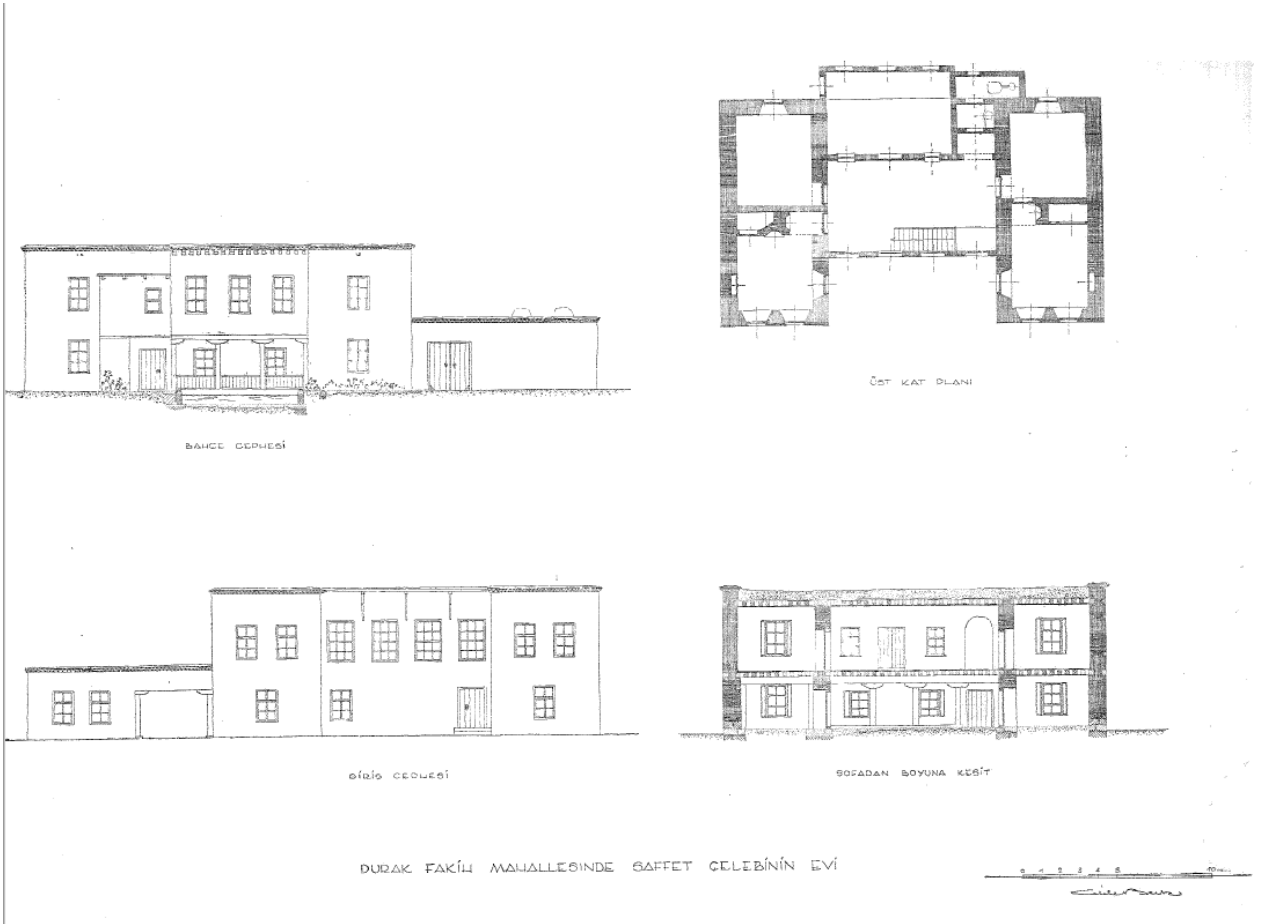
Şekil 11. Konut-16 (Kesit) (Berk 1951)



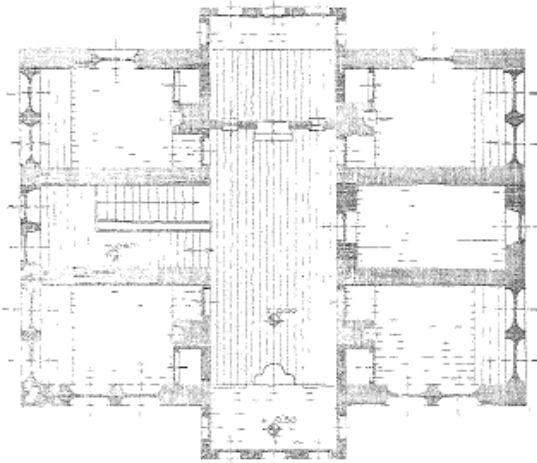
Şekil 12. Konut-17 (Berk 1951)



Şekil 13. Konut-17 (Üst kat, görünüşler, kesitler) (Berk 1951)



Şekil 14. Konut-18 (Berk 1951)

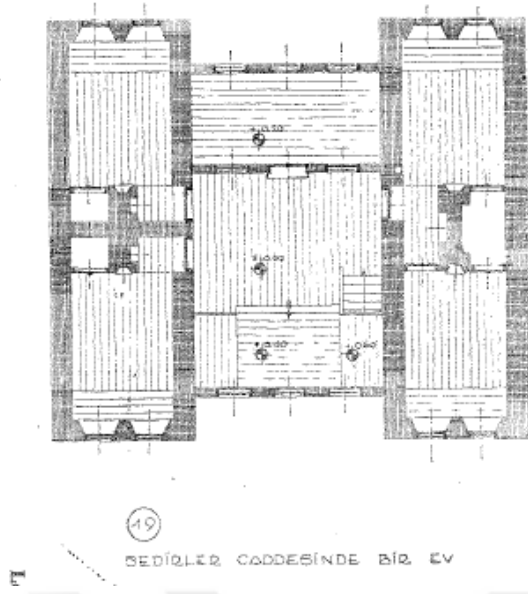


18

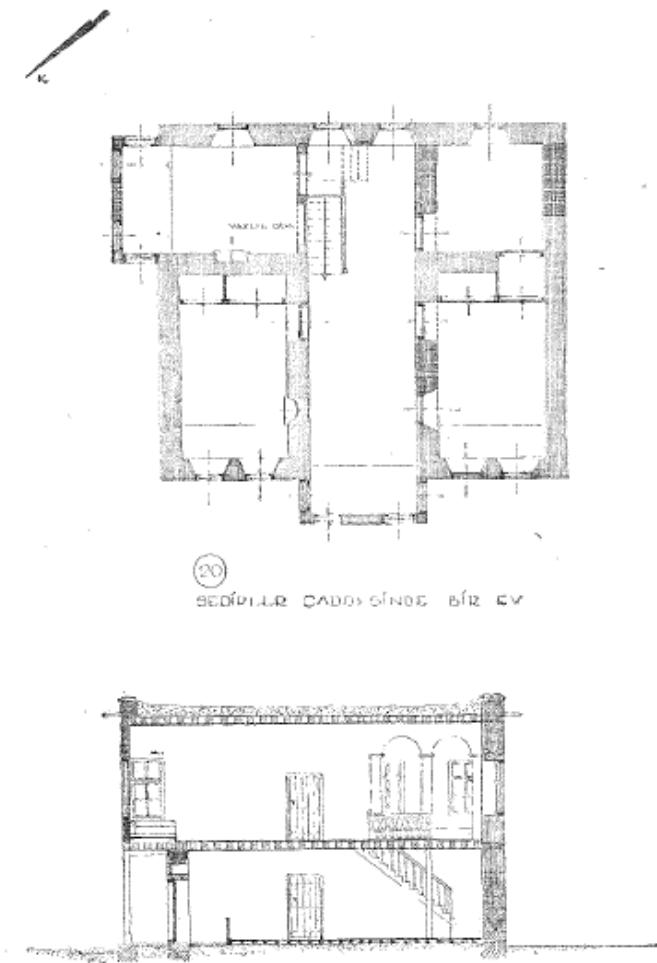
DURAK FAKİH MAHALLESİNDE SAHADDİN CELEBİNİN EVİ

0 1 2 3 4 5 10 cm

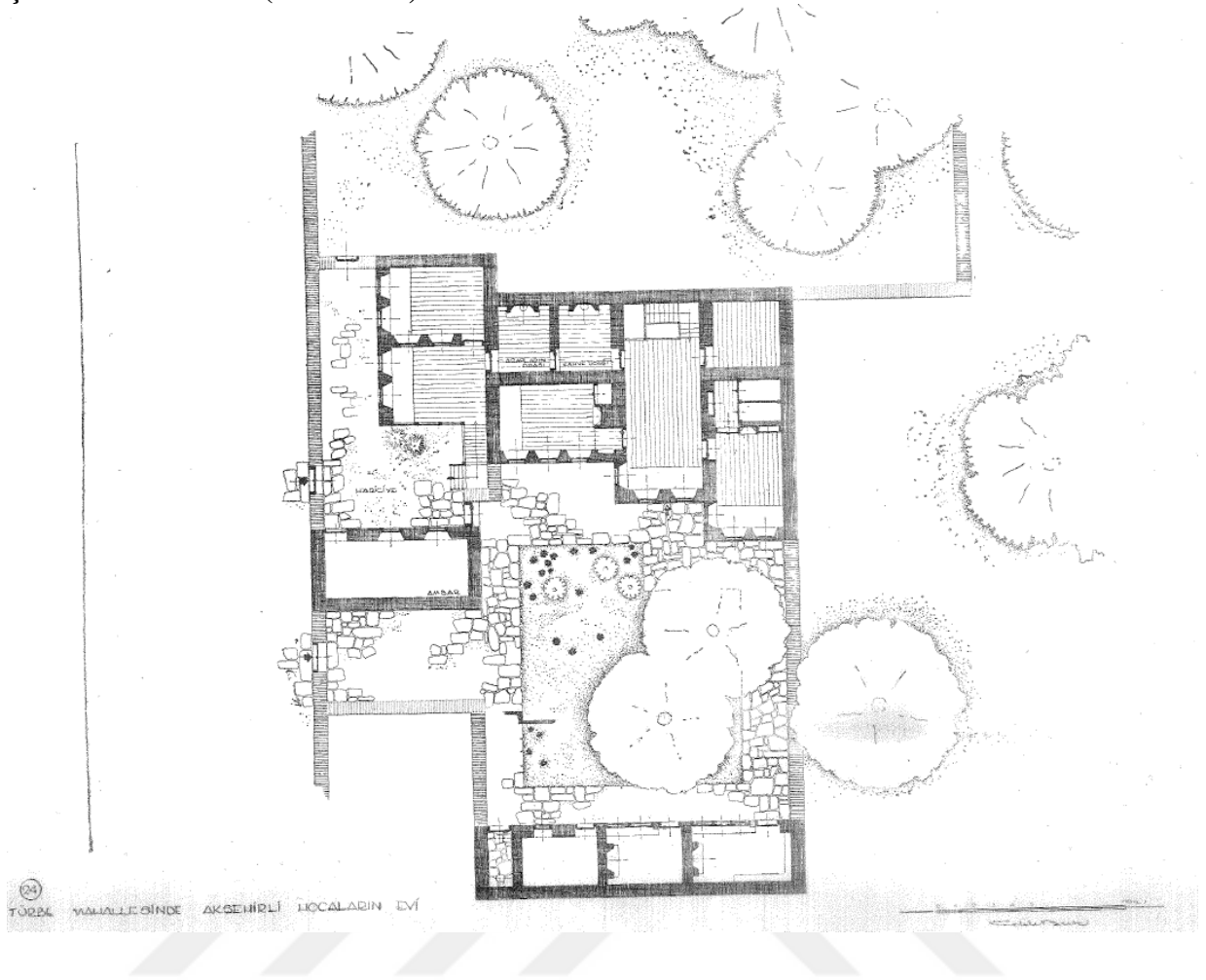
Şekil 15. Konut-19 (Berk 1951)



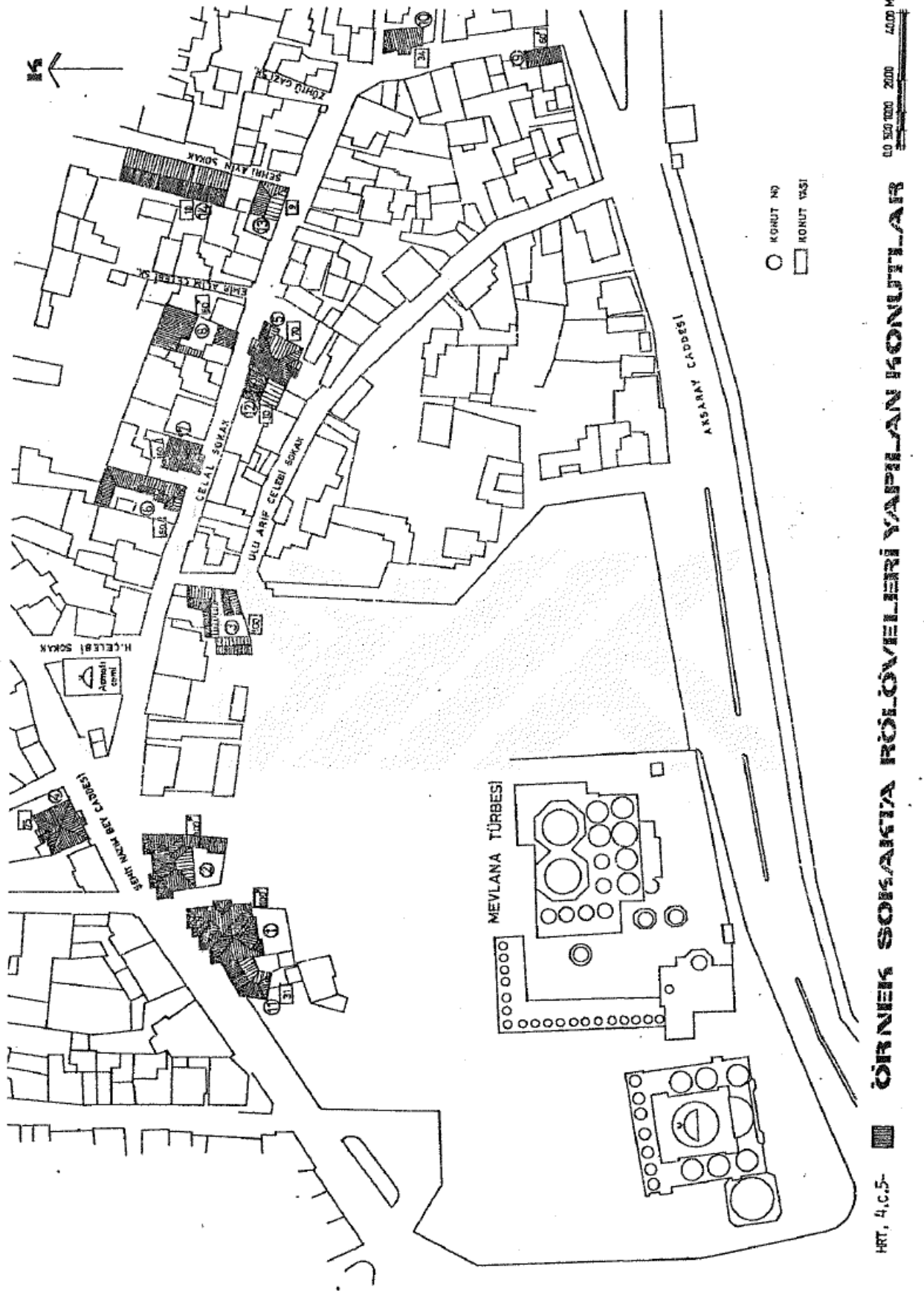
Şekil 16. Konut-20 (Berk 1951)



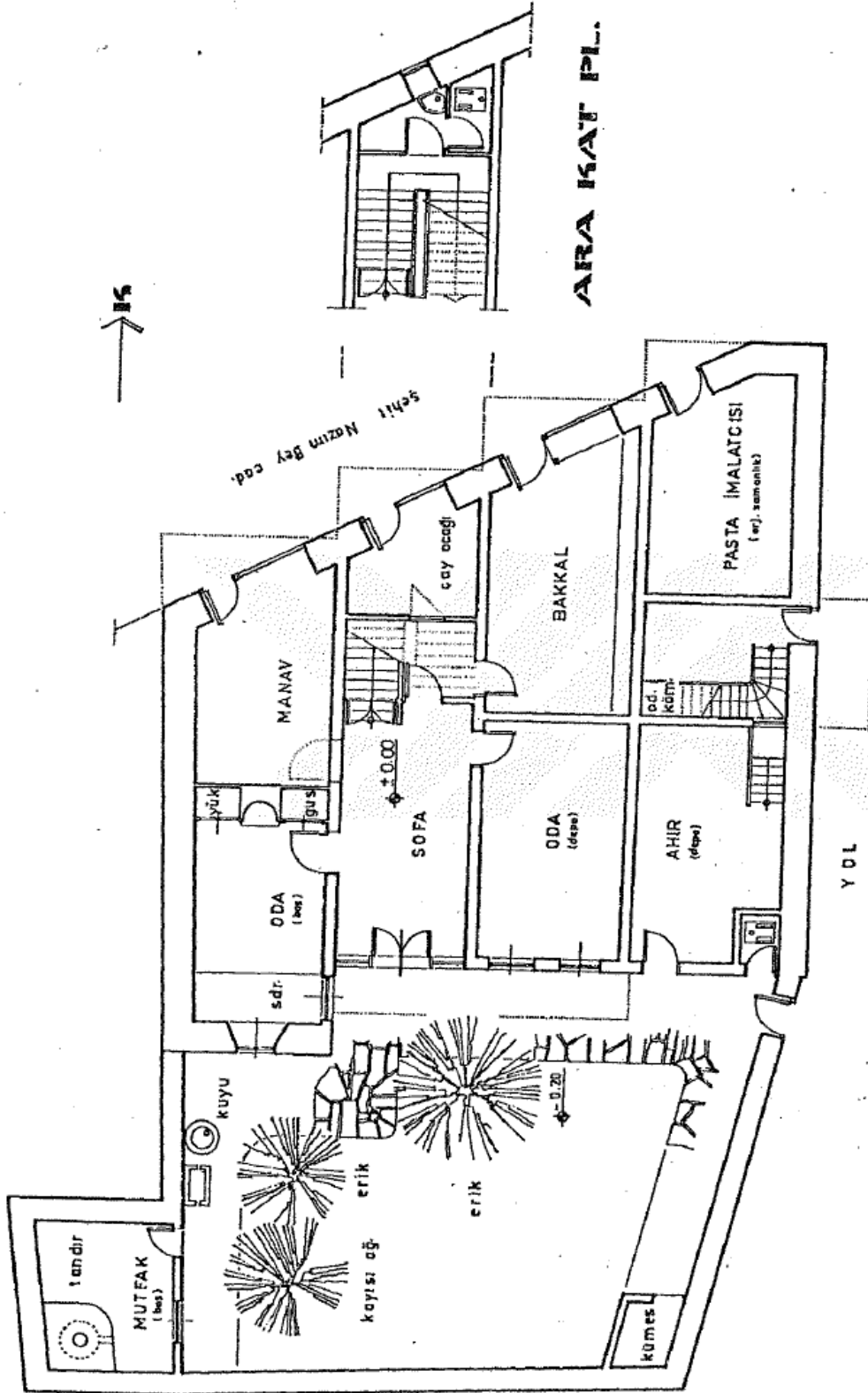
Şekil 18. Konut-24 (Berk 1951)



Şekil 1. Vaziyet planı (Bakır 1986)



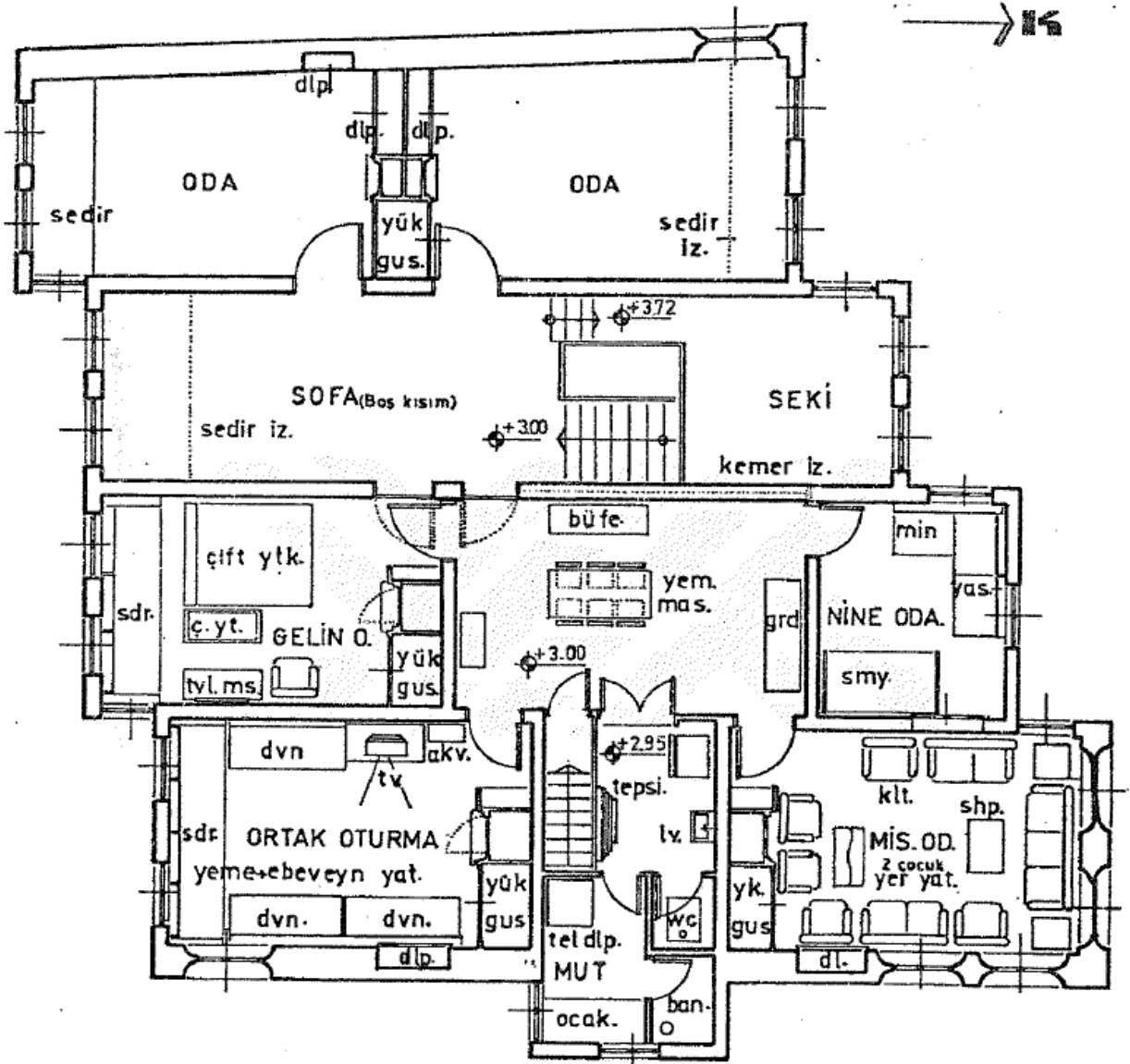
Şekil 2. Konut-1 (Zemin kat planı) (Bakır 1986)



ŞEKİL 4.C.1/A-1 NO'LU KONUT

ZEMİN KAT PLANI

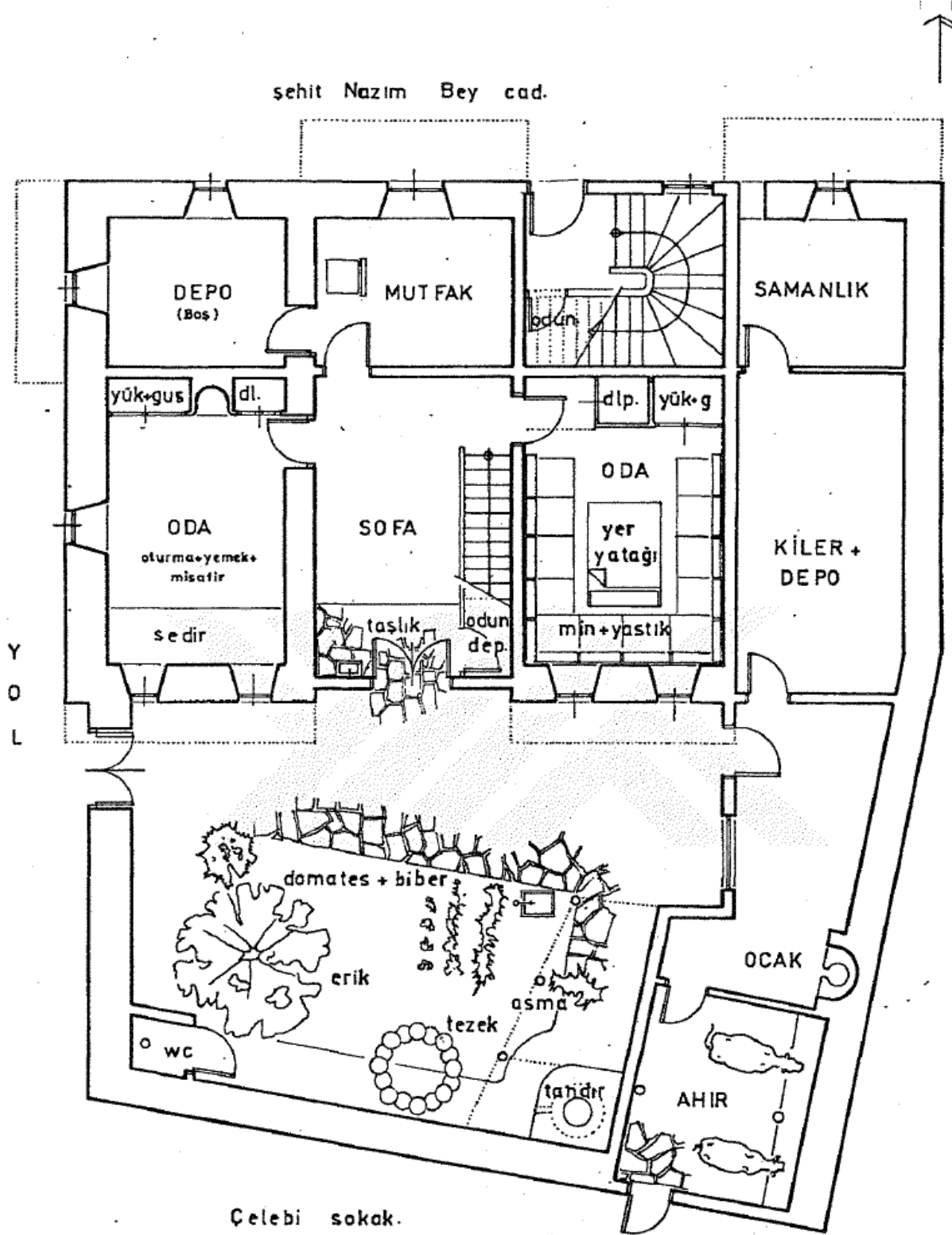
Şekil 3. Konut-1 (1. kat planı) (Bakır 1986)



ŞEKİL 4: c.1/B- 1 NO'LU KONUT
1. KAT PLANI

-93-
0 00 050 100 200 400 M

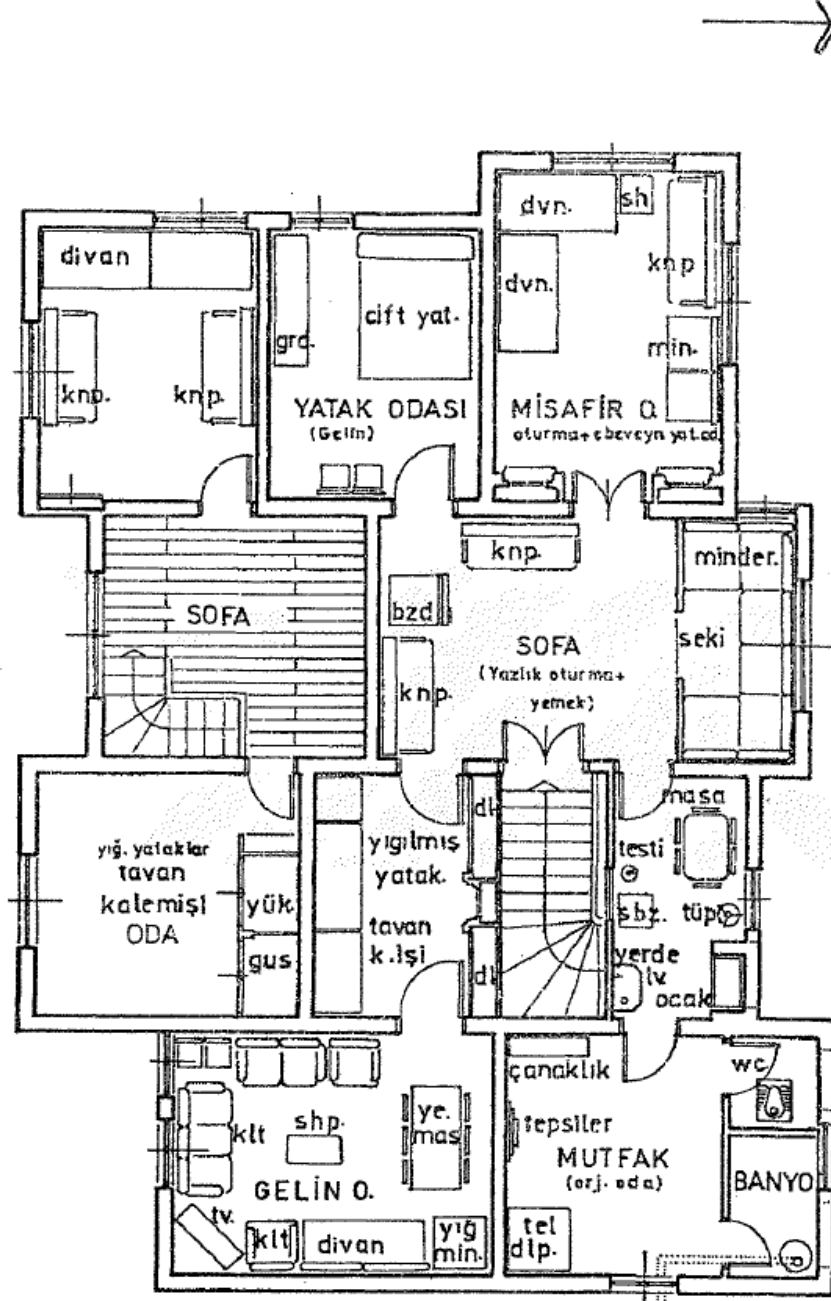
Şekil 4. Konut-2 (Zemin kat planı) (Bakır 1986)



ŞEKİL 4.C.2/A- 2 NO'LU KONUT
ZEMİN KAT PLANI

-94-
 000 050 100 200 400 M

Şekil 5. Konut-2 (1. kat planı) (Bakır 1986)



ŞEKİL 4.C.2/B- 2 NO'LU KONUT

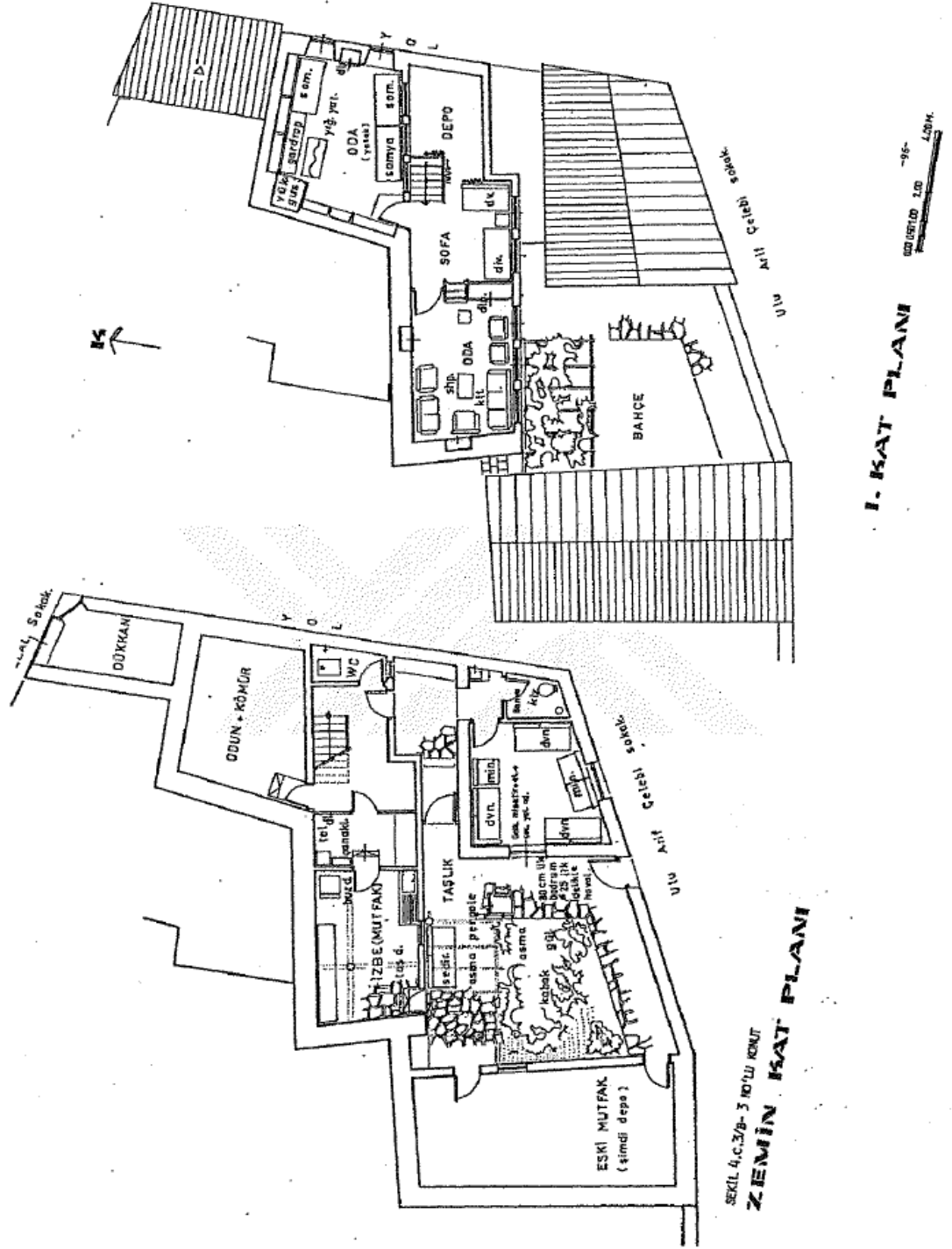
-95-

I. KAT PLANI

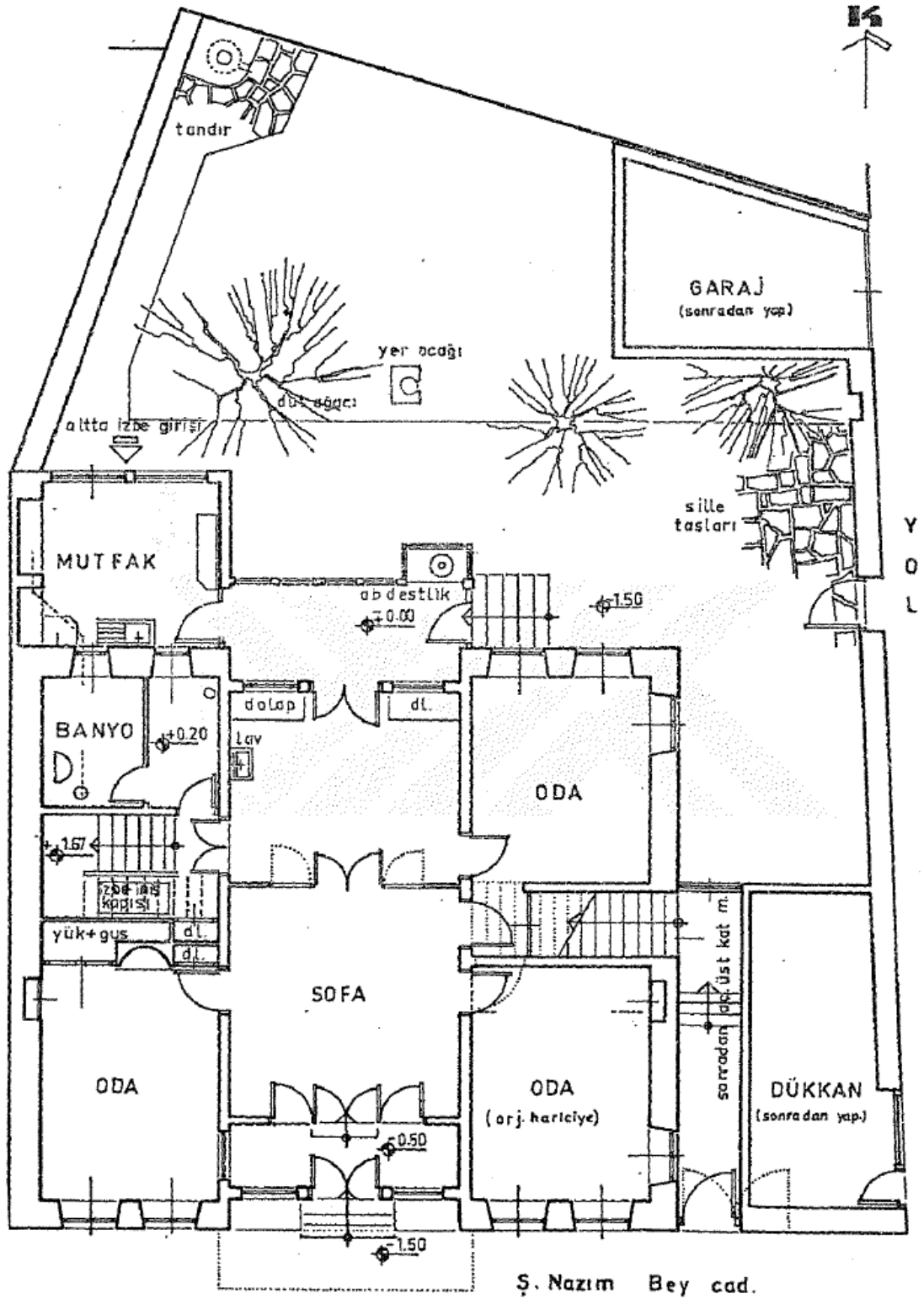
0.00 0.50 1.00 2.00 4.00M



Şekil 6. Konut-3 (Kat planları) (Bakır 1986)



Şekil 7. Konut-4 (Zemin kat planı) (Bakır 1986)



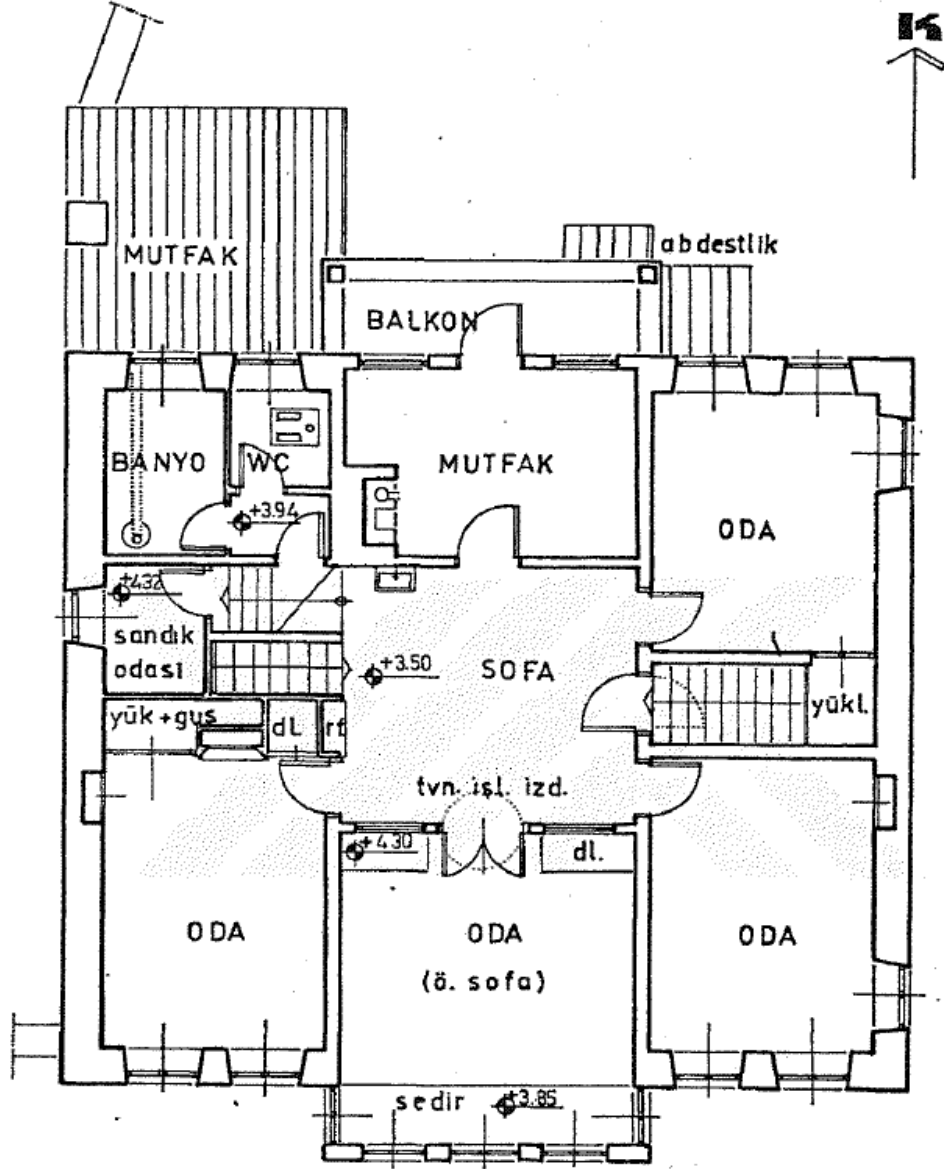
ŞEKİL 4.C.4/A- 4 NO'LU KONUT

-97-

ZEMİN KAT PLANI

000050100 200 4.00 M.

Şekil 8. Konut-4 (1. kat planı) (Bakır 1986)



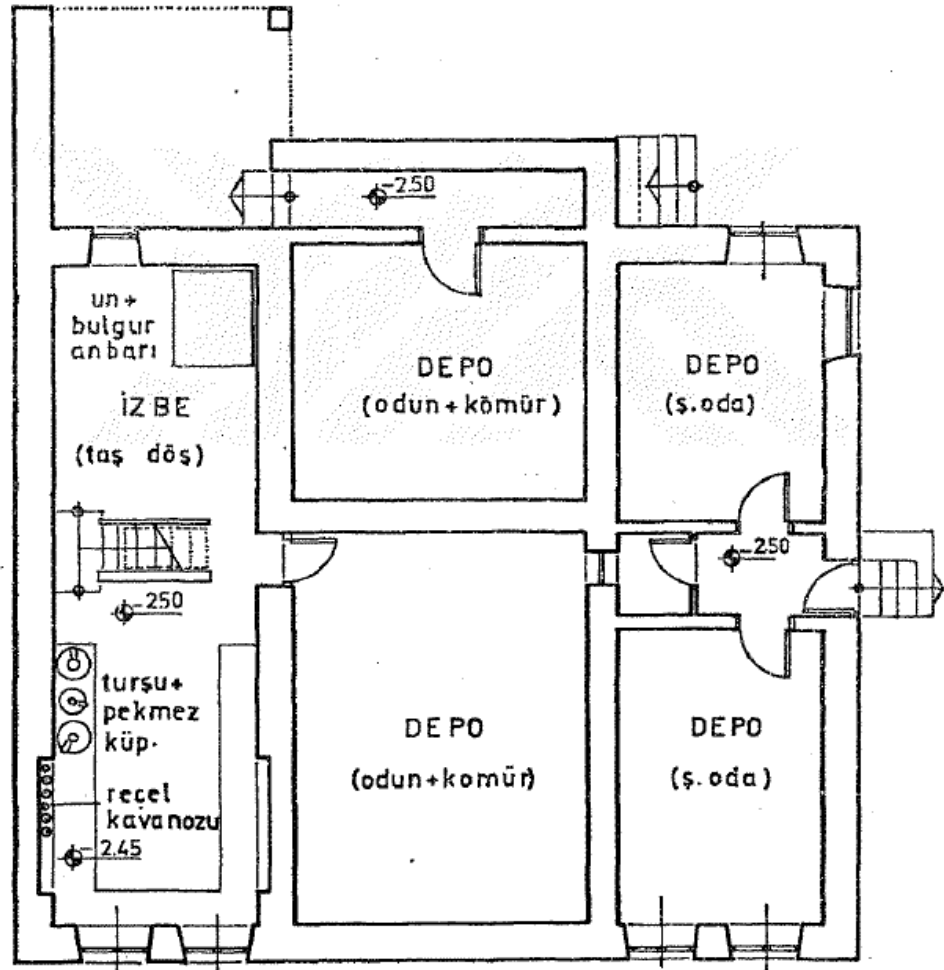
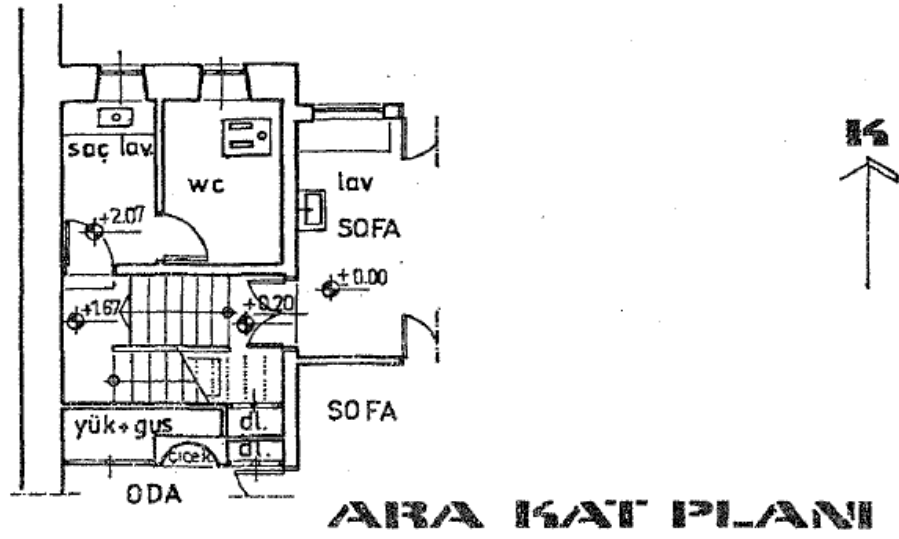
ŞEKİL 4.C.4/B- 4 NO'LU KONUT

I. KAT PLANI

-98-

0.0 0.50 1.00 2.00 4.00M

Şekil 9. Konut-4 (Kat planları) (Bakır 1986)

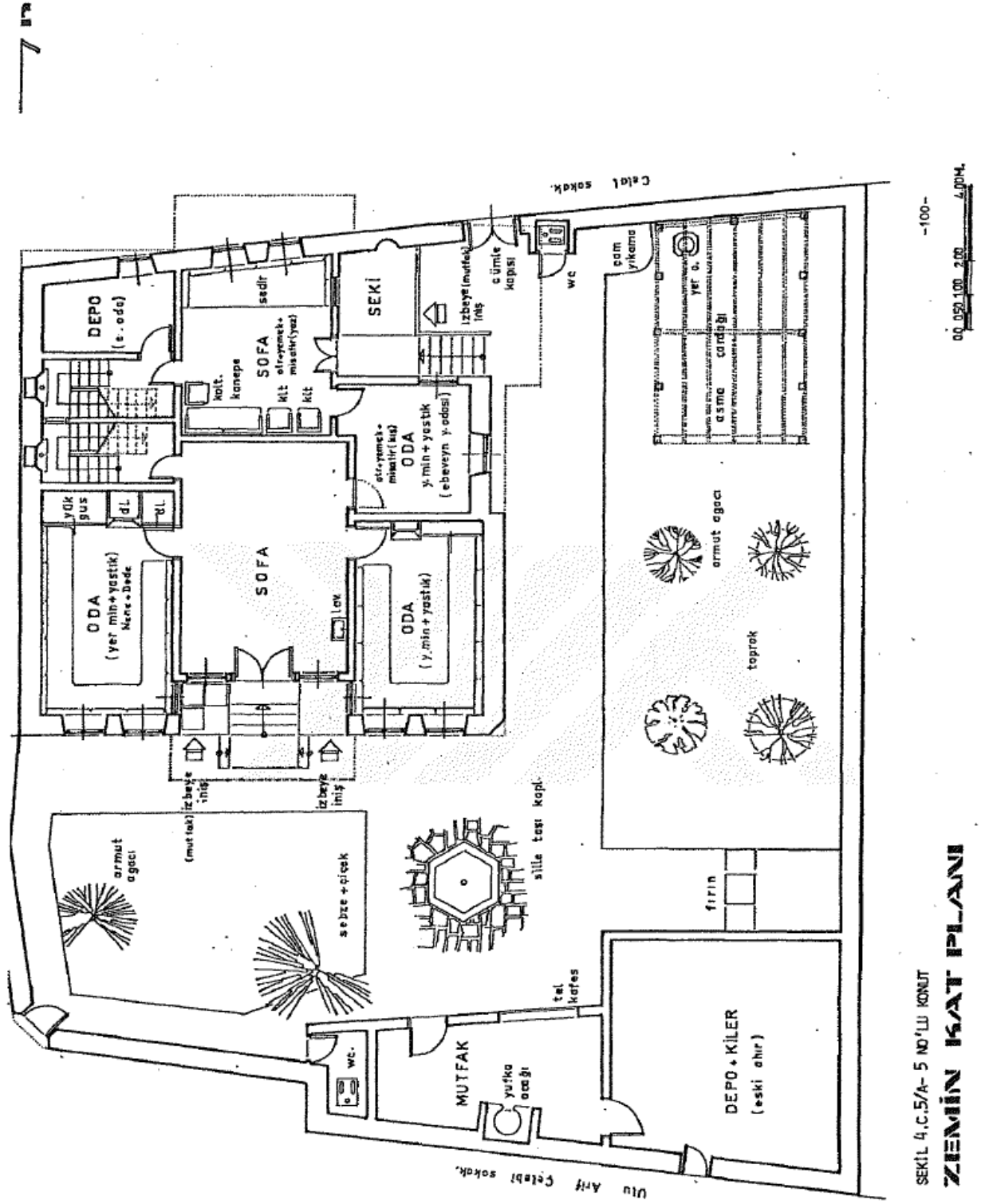


EKİL 4.C,4/C- 4 NO'LU KONUT

BODRUM KAT PLANI

00 050 100 200 4.00 M

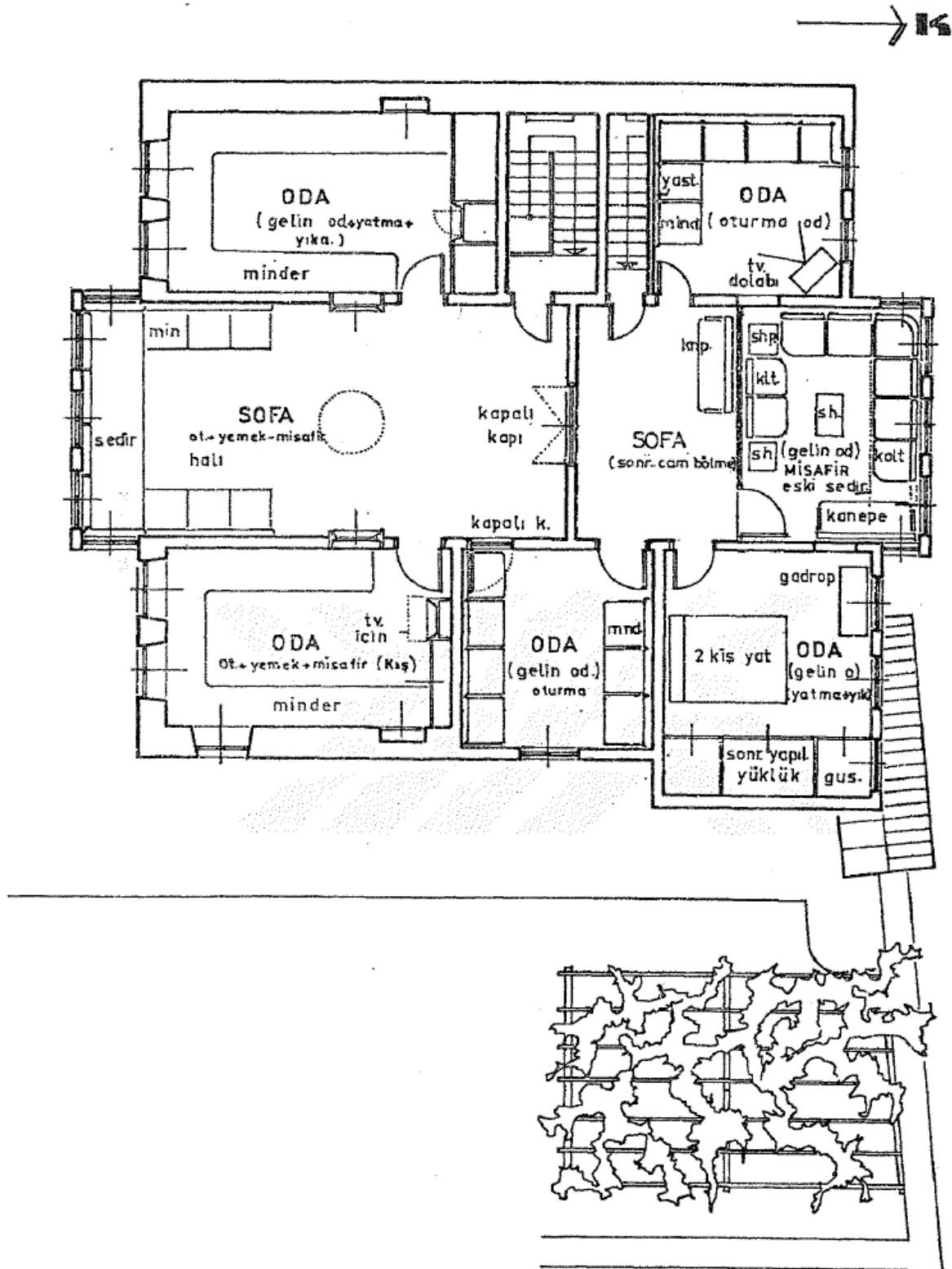
Şekil 10. Konut-5 (Zemin kat planı) (Bakır 1986)



SEKİL 4,C.5/A- 5 NO'LU KONUT

ZEMİN KAT PLANI

Şekil 11. Konut-5 (1. kat planı) (Bakır 1986)



SEKİL 4.C.5/B- 5 NO'LU KONUT

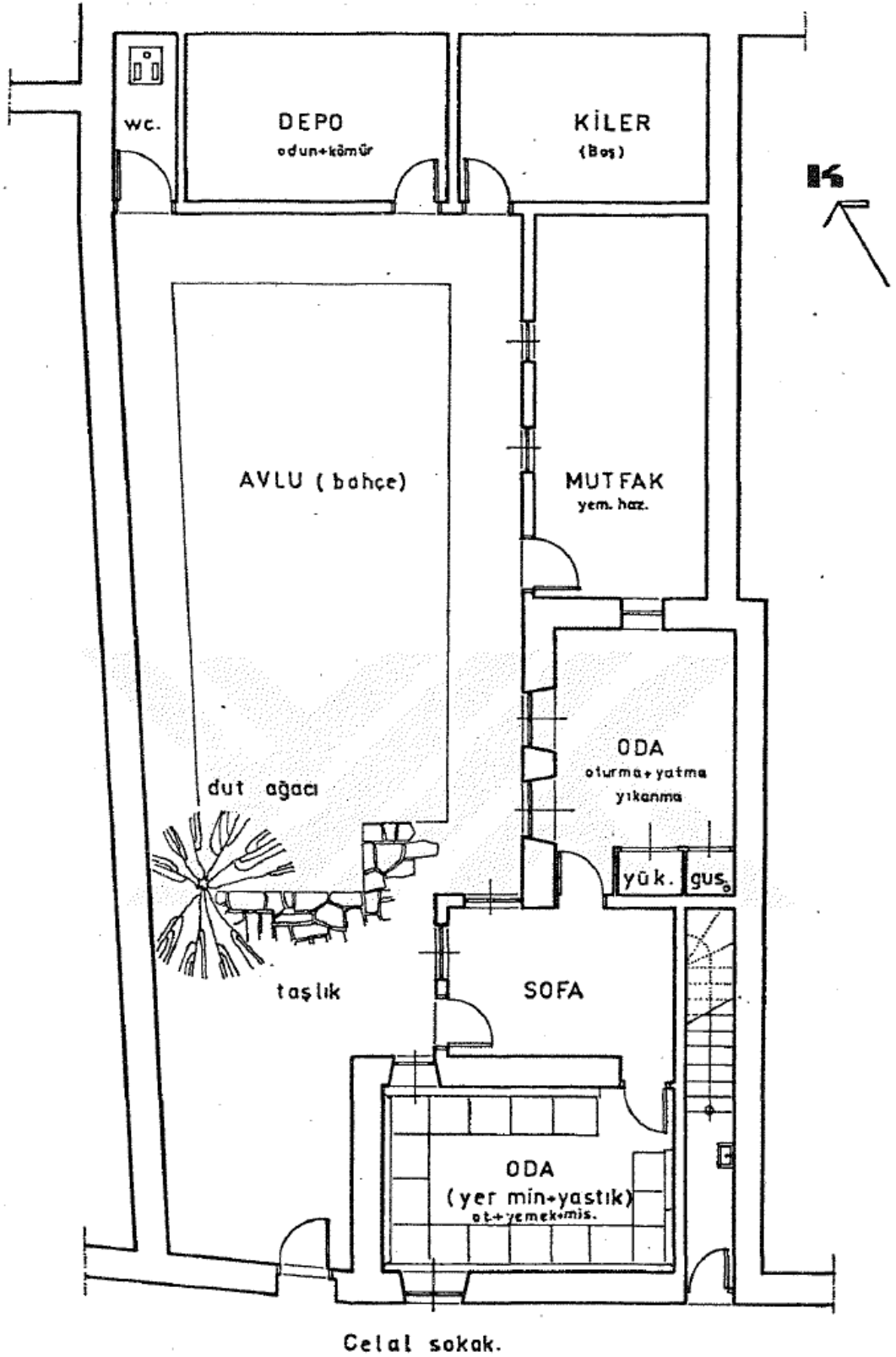
1. KAT PLANI

F. C.
Yükseköğretim Kurulu
Doküman No: A 111/86

-101-

000 050100 200 400 M.

Şekil 12. Konut-6 (Zemin kat planı) (Bakır 1986)

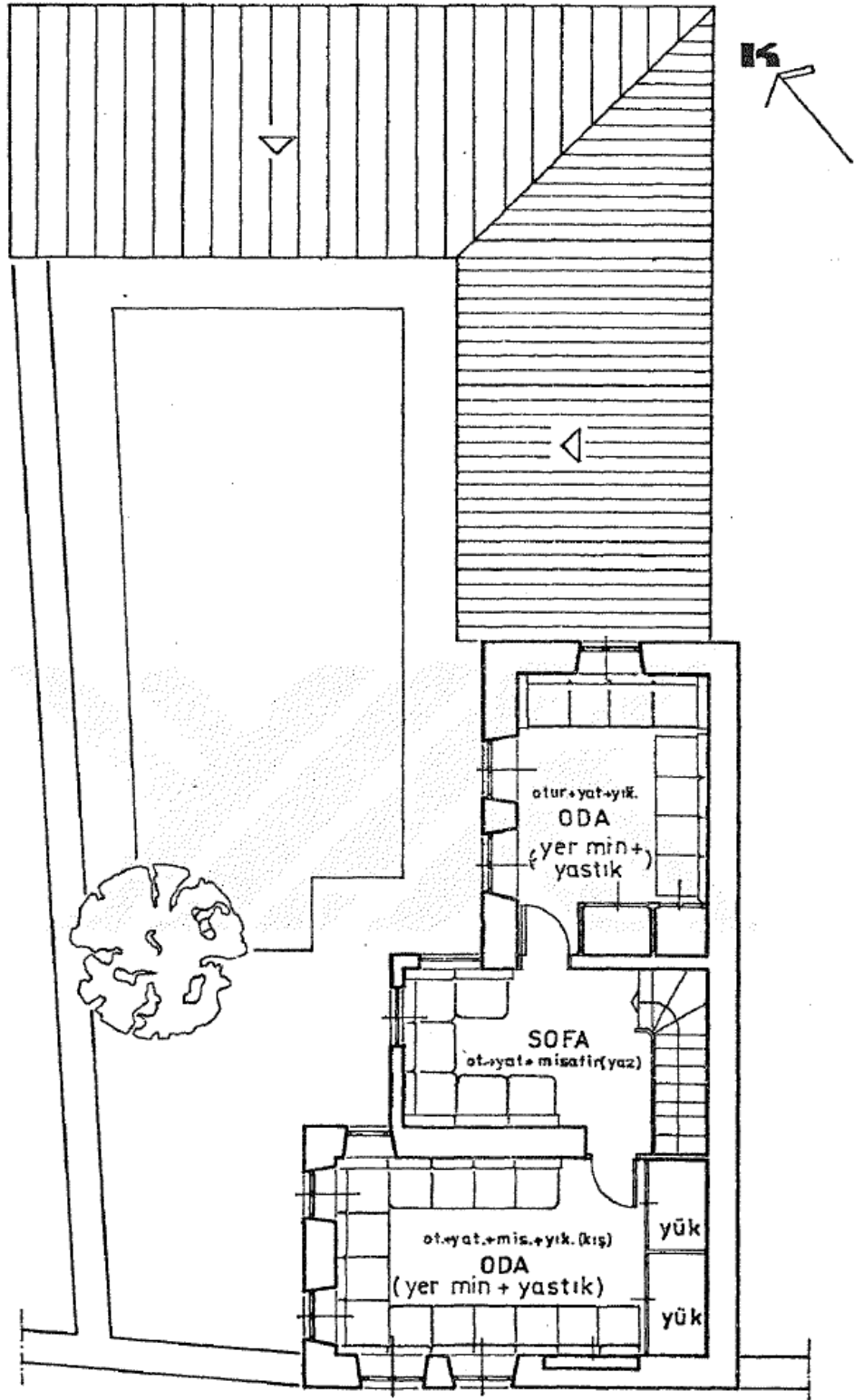


ŞEKİL 4.C.6/A- 6 NO'LU KONUT
ZEMİN KAT PLANI

-102-

00 050 100 200 400M

Şekil 13. Konut-6 (1. kat planı) (Bakır 1986)



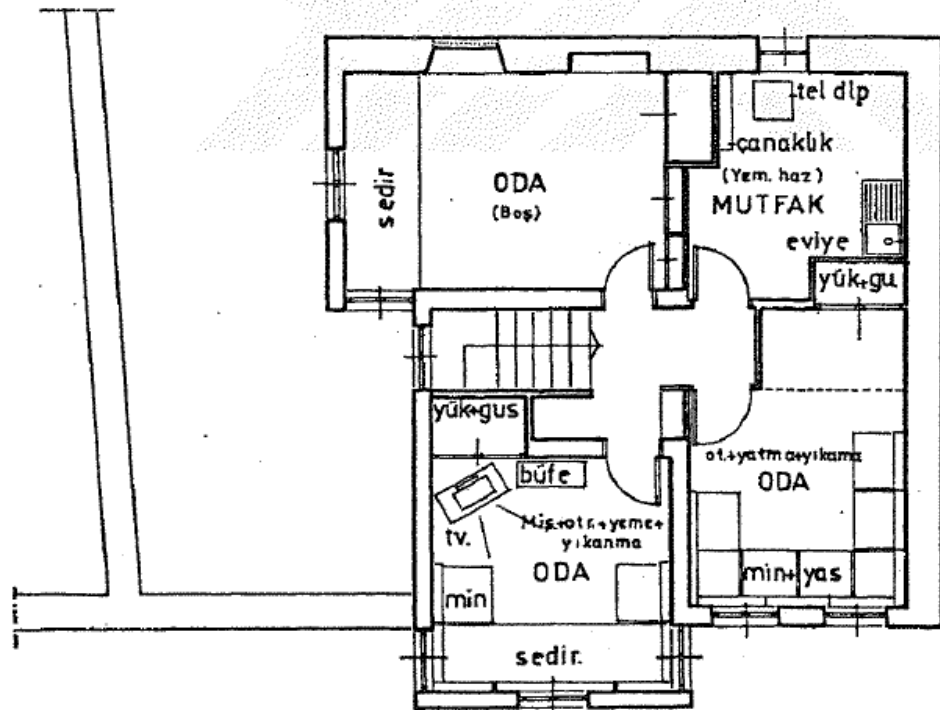
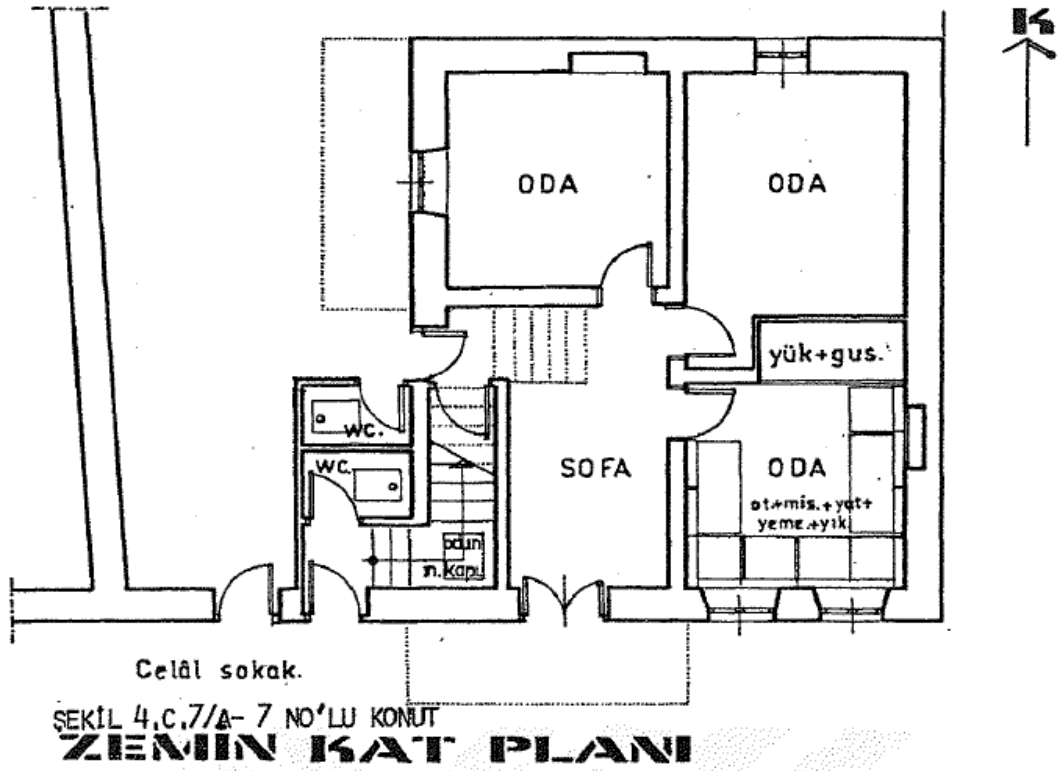
ŞEKİL 4.C.6/B- 6 NO'LU KONUT

-103-

I. KAT PLANI

000 050 100 200 400 M

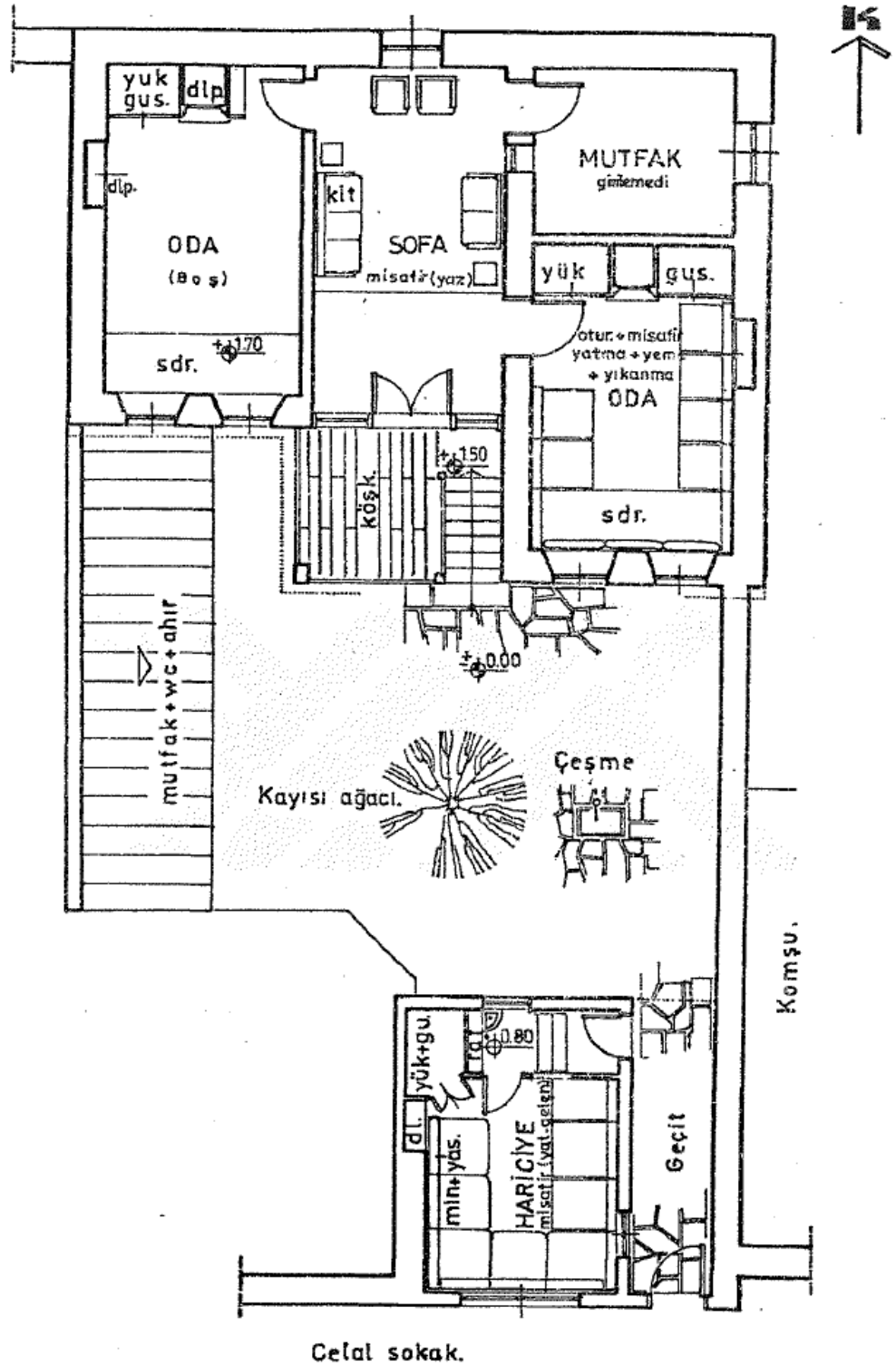
Şekil 14. Konut-7 (Kat planları) (Bakır 1986)



-104-

000 050 100 200 400 M.

Şekil 15. Konut-8 (1. kat planı) (Bakır 1986)

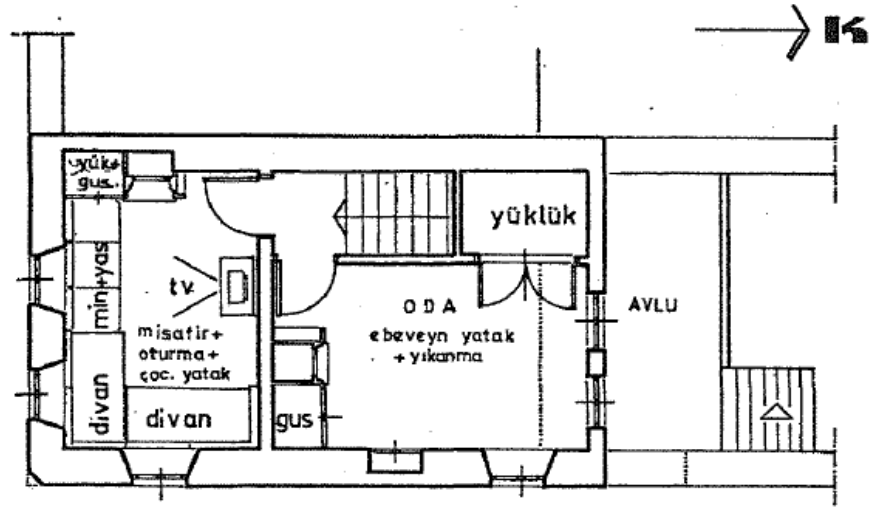


ŞEKİL 4.C.8/ 8 NO'LU KONUT

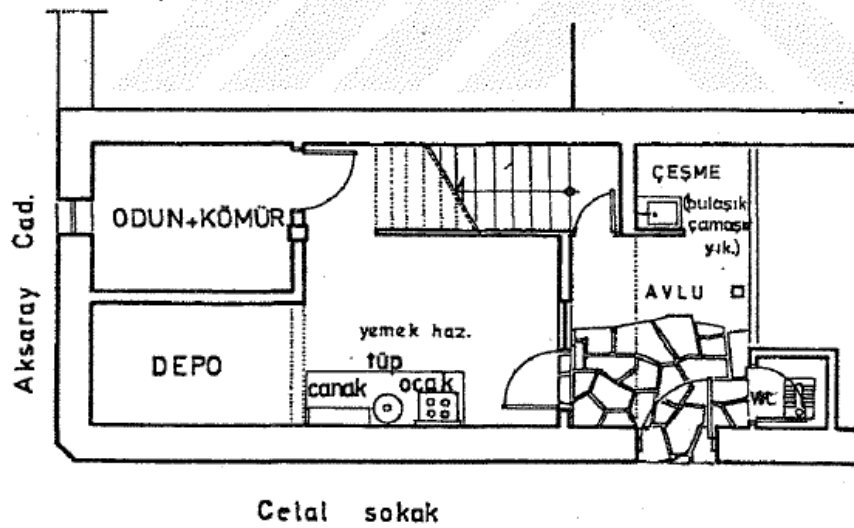
I. KAT PLANI

000 050 100 200 400 M.

Şekil 16. Konut-9 (Kat planları) (Bakır 1986)



ŞEKİL 4.C.9/B- 9 NO'LU KONUT
I. KAT PLANI



ŞEKİL 4.C.9/A- 9 NO'LU KONUT
ZEMİN KAT PLANI

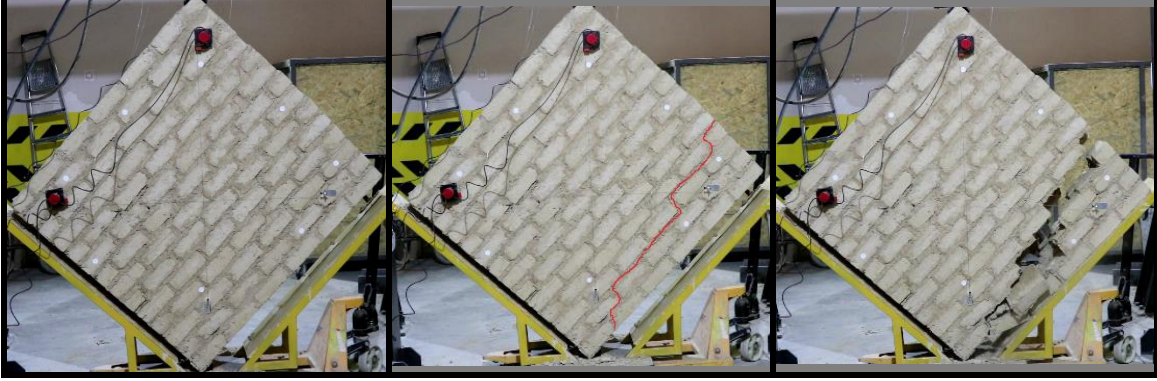
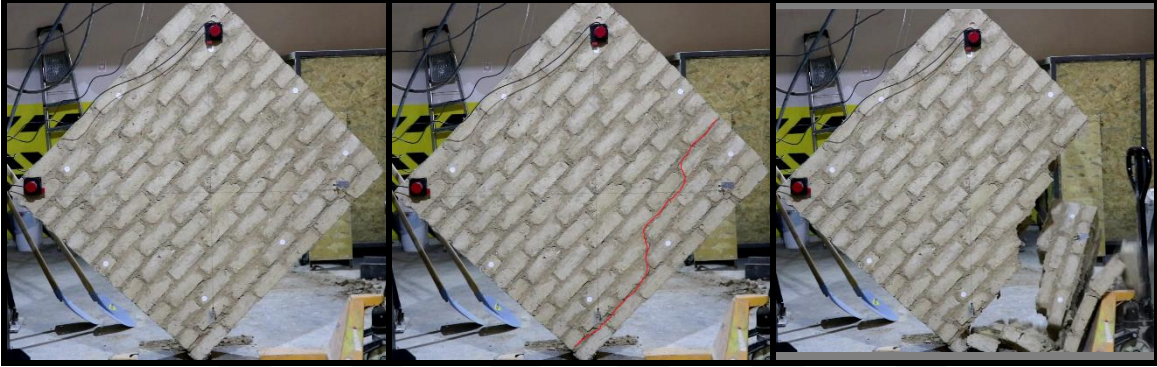
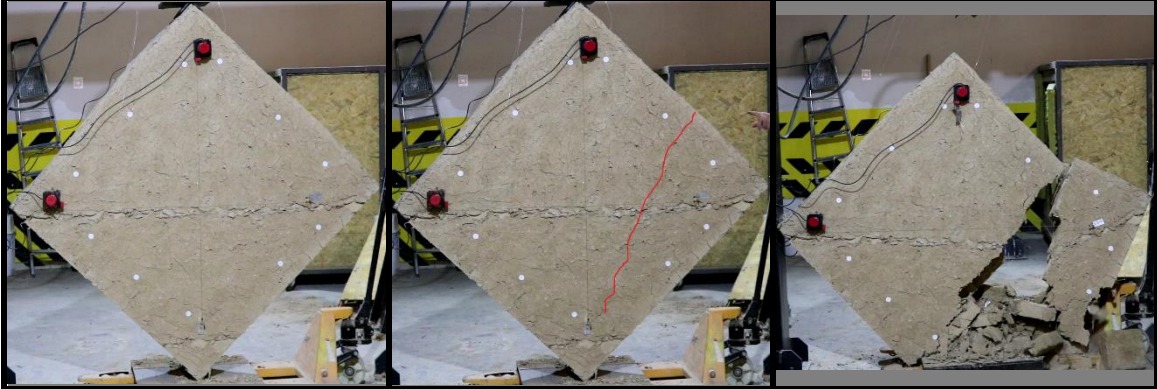
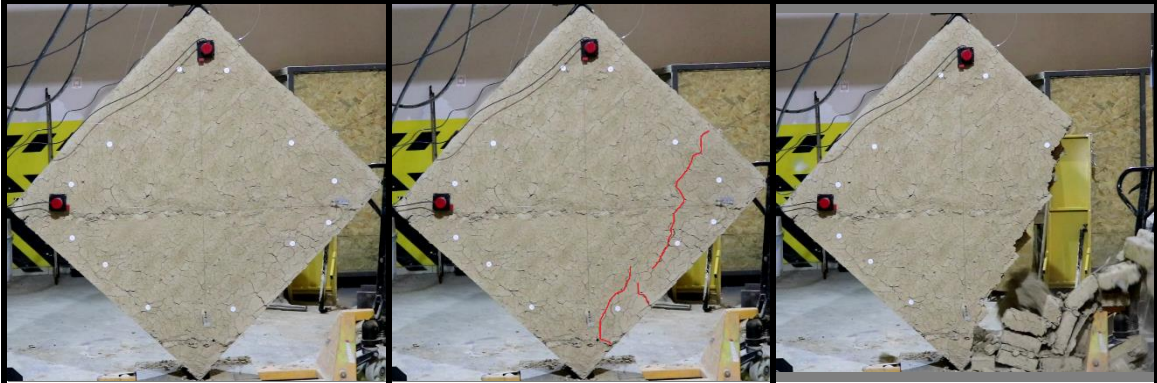
0.00 0.50 1.00 2.00 4.00 M

EK- 4: DENEY PROGRAMI

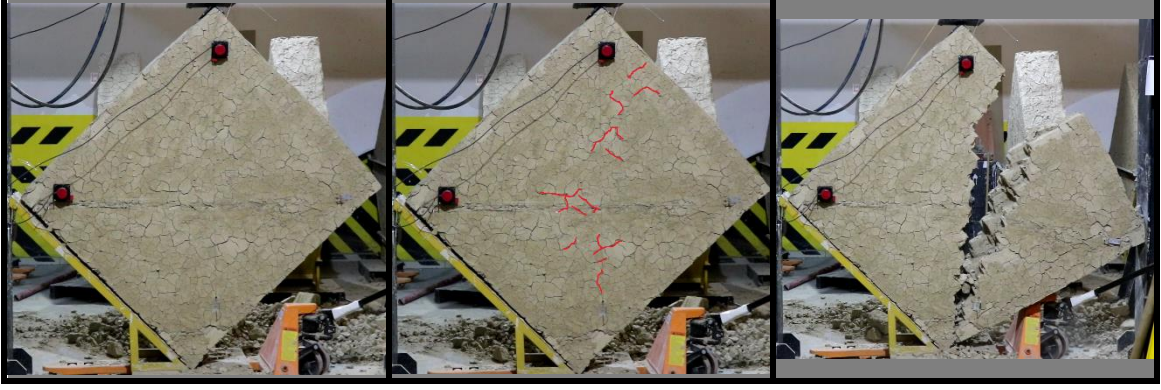
1. aşama	<p>Arkeolojik kalıntı kerpiç numunelerinin analizi;</p> <p>1- Kılıçarslan Köşkü Saray kalıntısı kerpiçlerinin analizinin</p> <p>2- Çatalhöyük yerleşimi kerpiçlerinin analizinin yapılması.</p> <p>Konya Türbeönü semti kerpiç yapı örneğinden alınan numunelerin kerpiç tuğla ve harç analizinin;</p> <p>1- Tescilli yapıda</p> <p>2- Geleneksel yığma kerpiç yapıda yapılması.</p>
2. aşama	<p>Killi Toprak Analizlerinin, TS 1900-1 İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuar Deneyleri- Bölüm 1: Fiziksel Özelliklerin Tayini, isimli standarda göre;</p> <p>1. dane çapı dağılımı (elek analizi) deneyi</p> <p>2. özgül ağırlık deneyi,</p> <p>3. standart sıkıştırma deneyi yapılması.</p> <p>1- Seri kerpiç tuğlası üretimi için 5 adet ana ve 5 adet kerpiç tuğlası ön üretiminin TS 2514- Kerpiç Bloklar ve Yapım Kuralları standardına göre yapılması.</p> <p>2- Kerpiç tuğlası harcından alınacak 70x70x70mm numuneler ve üretilen kerpiç tuğlaları üzerinde TS 2514'a göre basınç dayanımı ve harç numunelerinde rötre, çamurlaşma, çekme dayanımı ve standart kıvam deneylerinin yapılması.</p>
3. aşama	<p>TS 2514'e göre, Diyagonal kayma deneyi için min.1200 adet ana (20 x 20 x7 cm'lik kerpiç tuğlası) seri üretiminin yapılması.</p> <p>TS 2514'e göre, Diyagonal kayma deneyi için min. 1920 adet kuzu (10 x 20 x7 cm'lik kerpiç tuğlası) seri üretiminin yapılması.</p> <p>Üretilen kerpiç tuğlanın numunesinde 1. Aşamadaki deneylerin sonuçları ile karşılaştırmak için Kimyasal Testlerinin, Analitik Kimya Deneylerinin ve Petrografik Analizin yapılması.</p>
4. aşama	<p>1- TS 2515- Kerpiç Yapıların Yapım Kuralları, Yürürlükten kaldırılmış Türk Standardına göre; kerpiç duvar örgü harcının hazırlanması.</p> <p>2- Hazırlanan harçta, TS EN 1015-11 Kagir Harcı-Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini standardına göre;</p> <p>1. basınç dayanımı deneyi</p> <p>2. eğilme dayanımı deneyinin yapılması</p> <p>3- ASTM C1314-14'e göre harçlı kerpiç tuğlasında basınç mukavemeti deneylerinin yapılması.</p>

5. aşama	<ol style="list-style-type: none"> 1- Kireç katkılı kerpiç harcının hazırlanması 2- Hazırlanan alçı katkılı kerpiç harcında, TS EN 1015-11 Kagir Harcı-Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini standardına göre; <ol style="list-style-type: none"> 1. basınç dayanımı deneyi 2. eğilme dayanımı deneyinin yapılması 3- ~134x125x34 cm'lik, kireç katkılı kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 4 adet duvar numunesinin diyagonal kayma deneyi için hazırlanması. 4- ASTM E519/E519M-15 “Duvar Uygulamalarındaki Diyagonal Kayma Gerilmesi Deney Metodu” isimli Amerikan standardına göre kireç katkılı kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 4 adet duvar numunesinde kayma dayanımı testi yapılması.
	<ol style="list-style-type: none"> 1- Alçı katkılı kerpiç harcının hazırlanması 2- Hazırlanan kireç katkılı kerpiç harcında, TS EN 1015-11 Kagir Harcı-Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini standardına göre; <ol style="list-style-type: none"> 1. basınç dayanımı deneyi 2. eğilme dayanımı deneyinin yapılması 3- ~134x125x34 cm'lik, alçı katkılı kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 3 adet duvar numunesinin örülmesi ve diyagonal kayma deneyi için hazırlanması. 4- ASTM E519/E519M-15 “Duvar Uygulamalarındaki Diyagonal Kayma Gerilmesi Deney Metodu” isimli Amerikan standardına göre, alçı katkılı kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 3 adet duvar numunesinde kayma dayanımı testi yapılması.
	<ol style="list-style-type: none"> 1- Yün katkılı kerpiç harcının hazırlanması 2- Hazırlanan yün katkılı kerpiç harcında, TS EN 1015-11 Kagir Harcı-Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini standardına göre; <ol style="list-style-type: none"> 1. basınç dayanımı deneyi 2. eğilme dayanımı deneyinin yapılması 3- ~134x125x34 cm'lik, yün katkılı kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 3 adet duvar numunesinin örülmesi ve diyagonal kayma deneyi için hazırlanması. 4- ASTM E519/E519M-15 “Duvar Uygulamalarındaki Diyagonal Kayma Gerilmesi Deney Metodu” isimli Amerikan standardına göre, yün katkılı kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 3 adet duvar numunesinde kayma dayanımı testi yapılması.

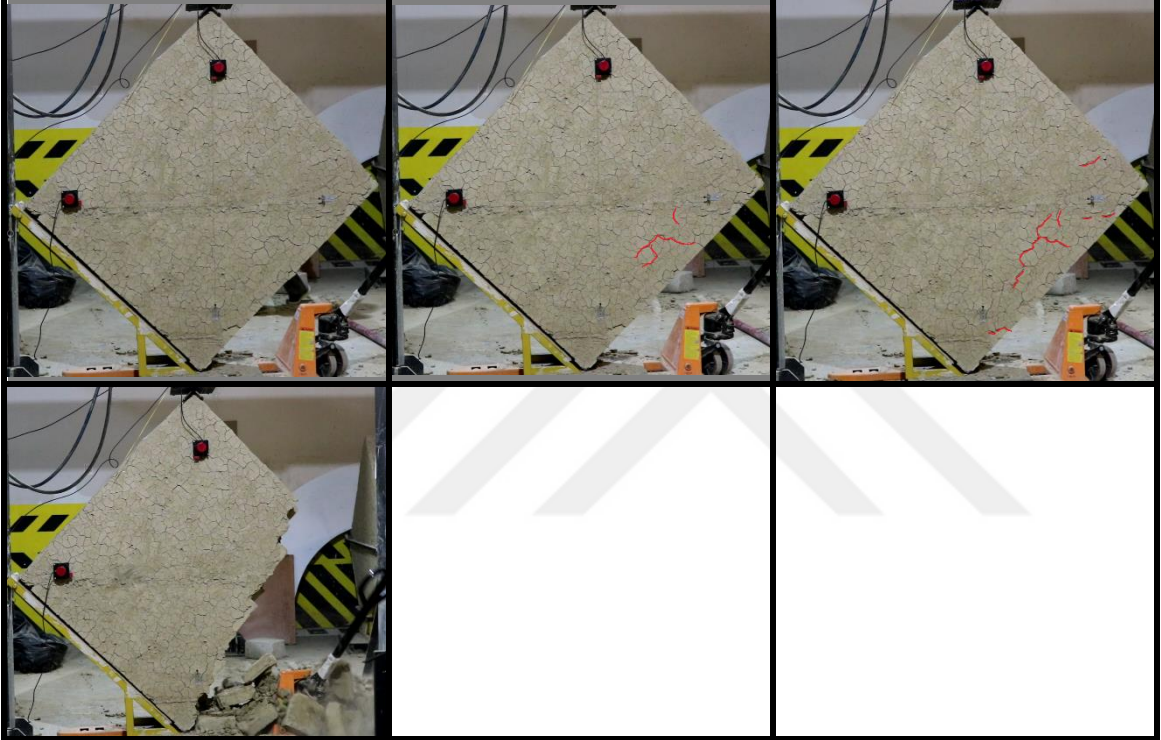
	<ol style="list-style-type: none">1- Çimento katkıli kerpiç harcının hazırlanması2- Hazırlanan çimento katkıli kerpiç harcında, TS EN 1015-11 Kagir Harcı-Deney Metotları; Bölüm 11: Sertleşmiş harcın basınç ve eğilme dayanımı tayini standardına göre;<ol style="list-style-type: none">1. basınç dayanımı deneyi2. eğilme dayanımı deneyinin yapılması3- ~134x125x34 cm'lik, çimento katkıli kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 3 adet duvar numunesinin örülmesi ve diyagonal kayma deneyi için hazırlanması.4- ASTM E519/E519M-15 "Duvar Uygulamalarındaki Diyagonal Kayma Gerilmesi Deney Metodu" isimli Amerikan standardına göre, çimento katkıli kerpiç örgü harcı ile örülmüş, 3 adet duvar numunesinde kayma dayanımı testi yapılması.
--	--

EK- 5 : DUVAR NUMUNELERİNDE ÇATLAMA İLERLEYİŞİ**DKH1 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ****DKH2 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ****DKHS1 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ****DKHS2 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ**

DAKHS3 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ



DÇHS1 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ



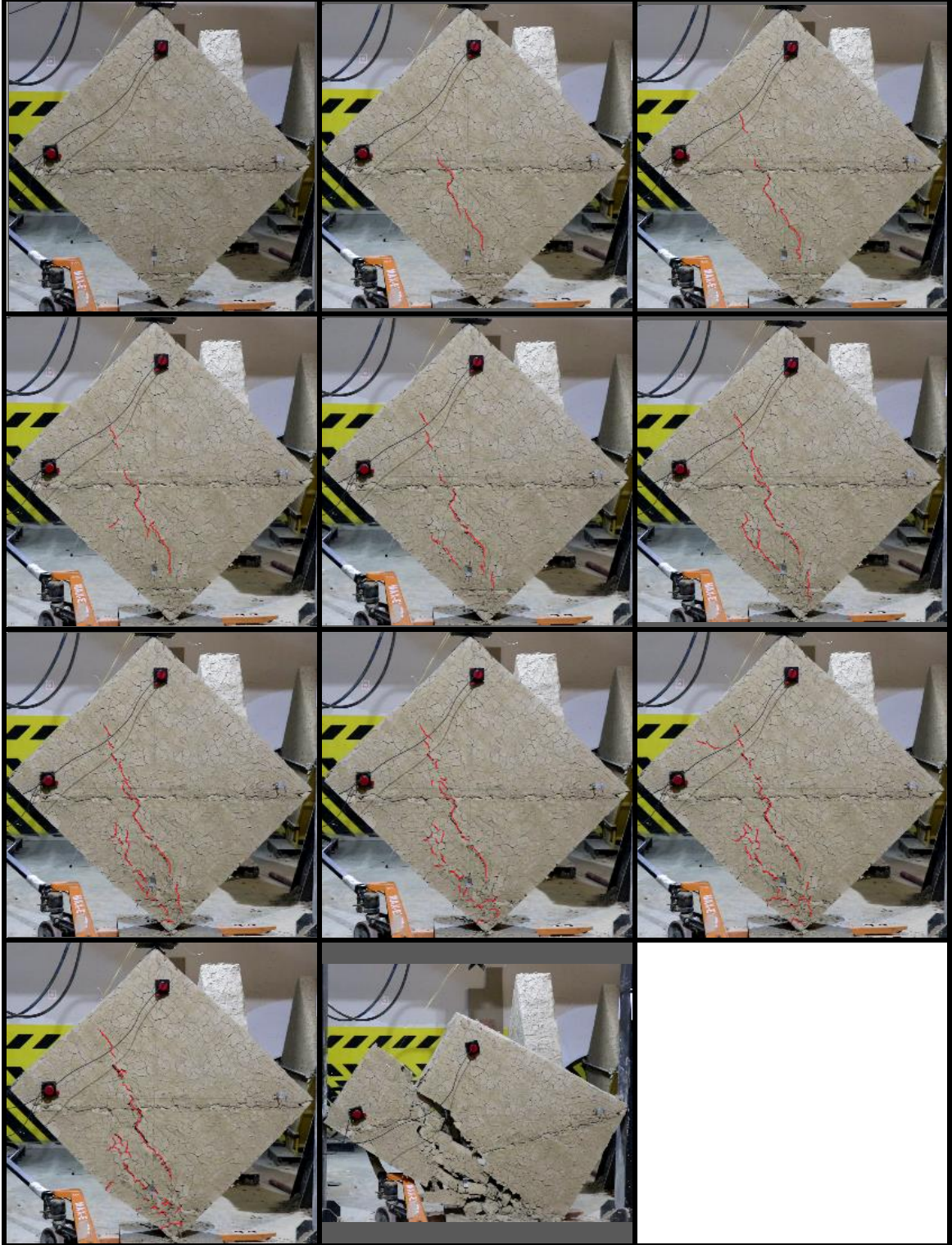
DÇHS2 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ



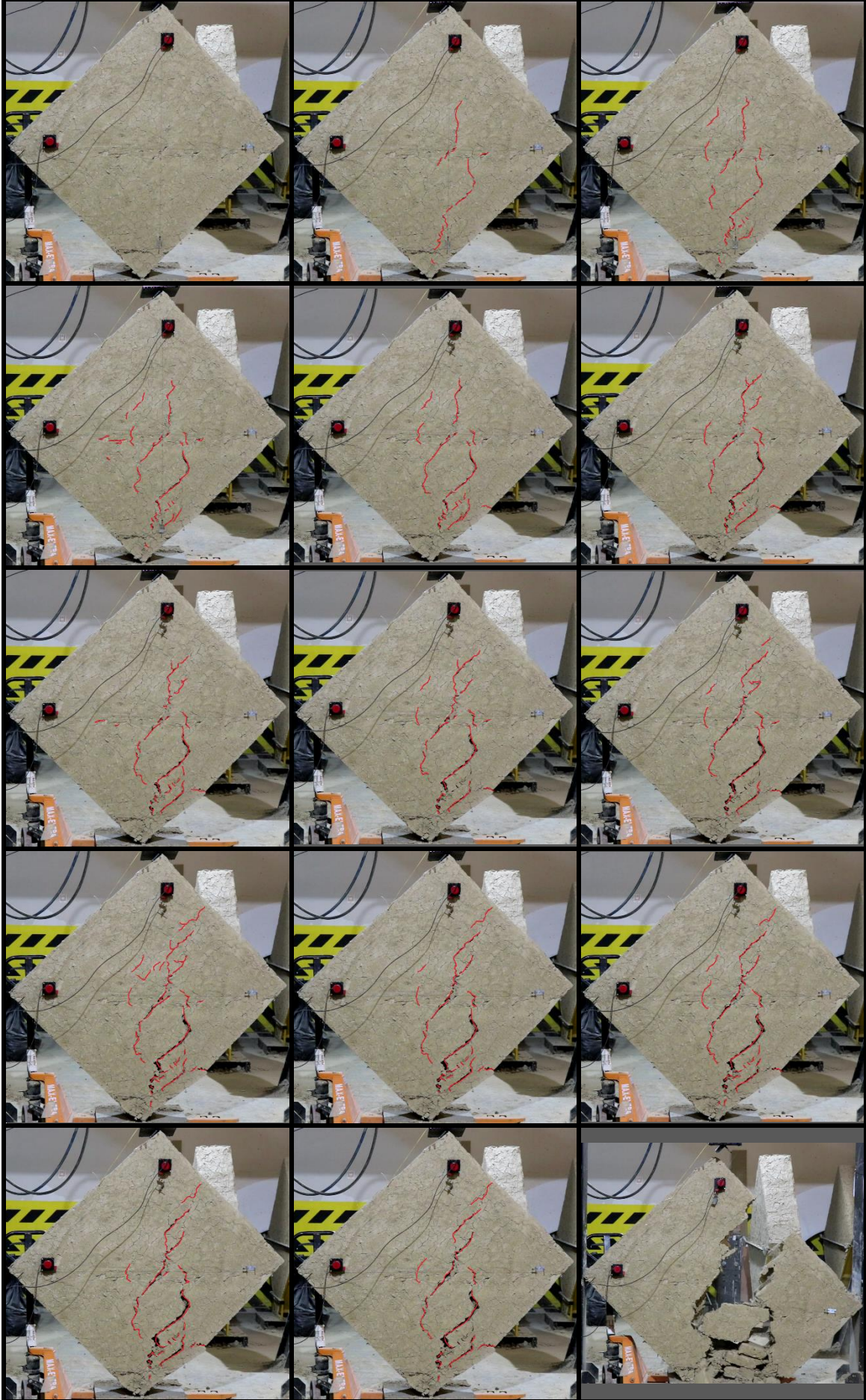
DÇHS3 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ



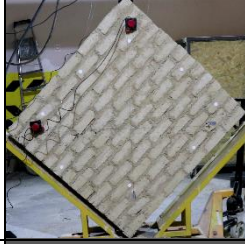
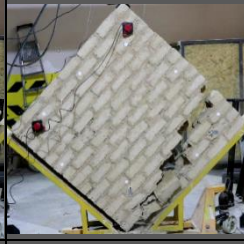
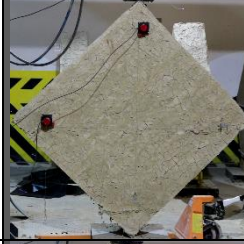





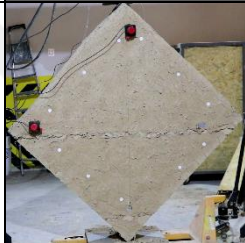



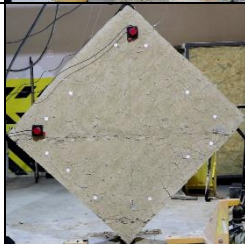

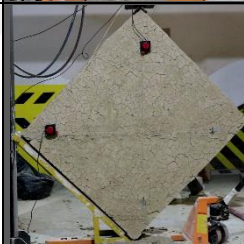






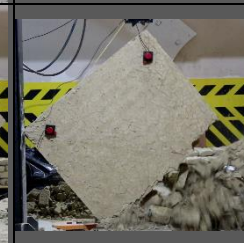


DYHS2 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ



DYHS3 ÇATLAMA İLERLEYİŞİ



EK- 6: DUVAR NUMUNELERİNİN BAŞLANGIÇ VE İFLAS MODLARI

Numune ismi	DENEYDEN ÖNCE	İFLAS MODU	Numune ismi	DENEYDEN ÖNCE	İFLAS MODU
DKH-1			DYHS-1		
DKH-2			DYHS-2		
DKHS-1			DYHS-3		
DKHS-2			DÇHS-1		
DAKHS-1	Deney başarısız.		DÇHS-2		
DAKHS-2	Deney başarısız.		DÇHS-3		
DAKHS-3					

EK- 7: LABORATUVAR ANALİZİ SONUÇLARI





KONYA ZEMİN

BİLİŞİM NAKLİYE MÜHENDİSLİK SONDAJ İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ

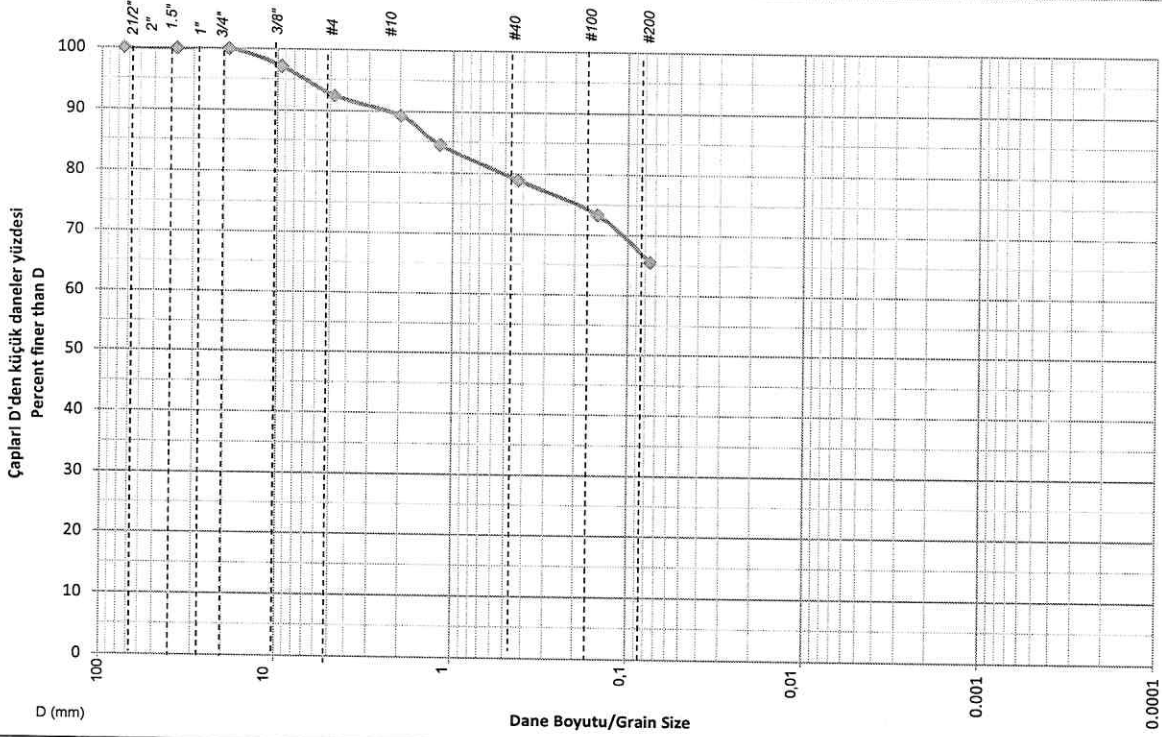
Hocacıhan Saray Mah. Kardelen Sok. Saray Apt. No: 8/B Selçuklu / KONYA / TÜRKİYE

Tel : (0.332) 237 35 37 Fax : (0.332) 237 35 37



ZEMİNLERDE DANE ÇAPI DAĞILIMI GRAIN SIZE CURVE

Firma Adı /Company Name :	GÜL NİHAL DEMİRTAŞ	Lab Kayıt No / Lab No.:	2017-0944
Proje Adı /Project Name :	TÜRBE ÖNÜ TOPRAK NUMUNESİ SONUÇLARI - / KONYA	Rapor Tarihi / Report Date :	21.6.2017
Sondaj No / Borehole-T.Pit No:	NUMUNE1	Standart No / Standard No:	TS 1900-1
Derinlik / Depth :	0.00		
Numune No / Sample No :	TORBA		



Zemin Soil	Taş	Çakıl - Gravel			Kum - Sand			Silt - Silt			Kil - Clay	AASHTO T 88
		Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine		

Toplam numune ağırlığı, w_s (gr) / Total Weight of Sample	Toplam malzeme ağırlığı (gr):	76.89
---	-------------------------------	-------

Elek açıklığı / Sieve Size		Elekte Kalan (gr) /Weight of Retaining	Toplam Elekte Kalan (gr) / Total Weight Of Retaining	Elekte Kalan / Percent Retaining (%)	Elekten Geçen /Percent Passing (%)
Milimetre	Inch				
75.000	3 in	0.00	0.00	0.0	100.0
37.500	1 1/2 in	0.00	0.00	0.0	100.0
19.000	3/4 in	0.00	0.00	0.0	100.0
9.500	3/8 in	2.21	2.21	2.9	97.1
4.750	No.4	3.57	5.78	4.6	92.5
2.000	No.10	2.45	8.23	3.2	89.3
1.180	No.16	3.65	11.88	4.7	84.5
0.425	No.40	4.35	16.23	5.7	78.9
0.150	No.100	4.29	20.52	5.6	73.3
0.075	No.200	5.98	26.50	7.8	65.5
PAN		50.4			

USCS :	ML	Çakıl, (%)	Silt+Kil, (%)	Kum, (%)
		7.52	65.54	26.95

Notlar / Notes :

- Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir. / The test results belong only to the experiment locations.
- Deney sonuçları laboratuvarımız izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz. / The test results can not be copied and reproduced without permission.
- Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 05/02/2014 tarih ve 459 No'lu laboratuvar izin belgesine sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlu Mühendisi / Test Responsible Engineer

Lab. Denetçi Mühendisi / Lab. Supervising Engineer

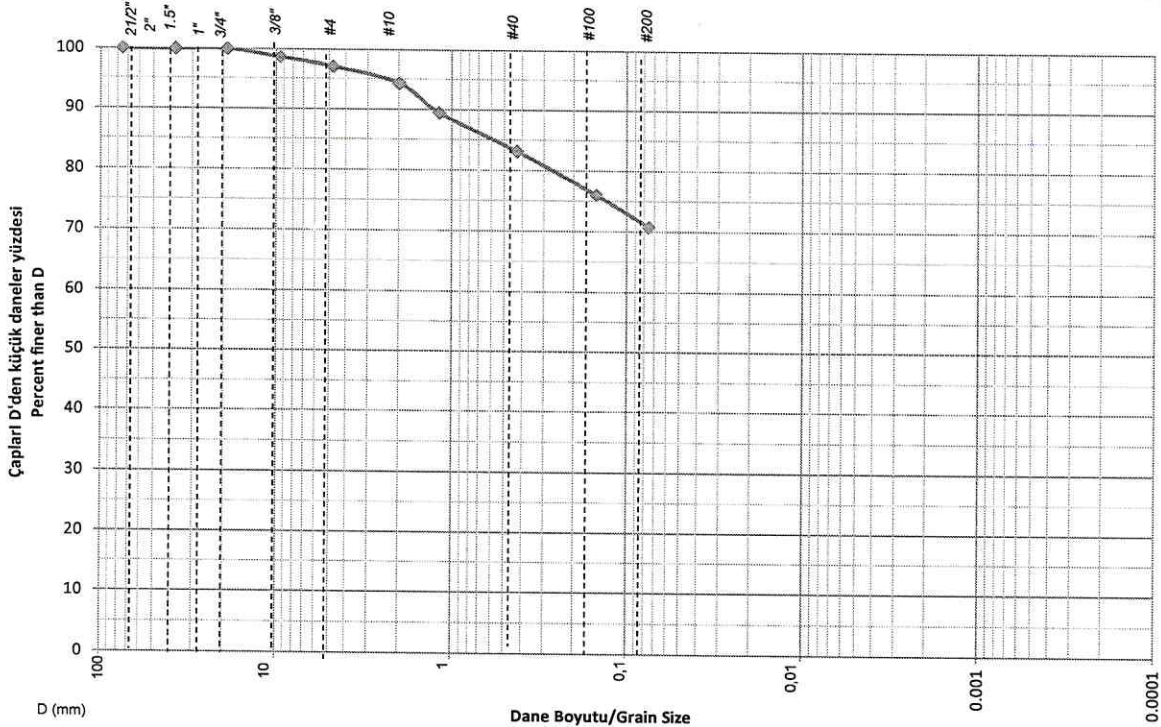
Bircan EREN
Jeoloji Mühendisi
Orta Sınıf No: 21742

Senol ÇAYLAK
Denetçi Mühendis
Belge No : 29437



ZEMİNLERDE DANE ÇAPI DAĞILIMI
GRAIN SIZE CURVE

Firma Adı /Company Name :	GÜL NİHAL DEMİRTAŞ	Lab Kayıt No / Lab No.:	2017-0944
Proje Adı /Project Name :	TÜRBE ÖNÜ TOPRAK NUMUNESİ SONUÇLARI - PAFTA - ADA - PARSEL - - - / KONYA	Rapor Tarihi / Report Date :	21.6.2017
Sondaj No / Borehole-T.Pit No:	NUMUNE2	Standart No / Standard No :	TS 1900-1
Derinlik / Depth :	0.00		
Numune No / Sample No :	TORBA		



Zemin Soil	Taş	Çakıl - Gravel			Kum - Sand			Silt - Silt			Kil - Clay	AASHTO T 88
		Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine		

Toplam numune ağırlığı, w s (gr) / Total Weight of Sample		Toplam malzeme ağırlığı (gr):			68.65		
Elekte açıklığı / Sieve Size		Elekte Kalan (gr) / Weight of Retaining	Toplam Elekte Kalan (gr) / Total Weight Of Retaining	Elekte Kalan / Percent Retaining (%)	Elekten Geçen / Percent Passing (%)		
Milimetre	Inch						
75.000	3 in	0.00	0.00	0.0	100.0		
37.500	1 1/2 in	0.00	0.00	0.0	100.0		
19.000	3/4 in	0.00	0.00	0.0	100.0		
9.500	3/8 in	0.94	0.94	1.4	98.6		
4.750	No.4	1.04	1.98	1.5	97.1		
2.000	No.10	1.90	3.88	2.8	94.3		
1.180	No.16	3.36	7.24	4.9	89.5		
0.425	No.40	4.33	11.57	6.3	83.1		
0.150	No.100	4.94	16.51	7.2	76.0		
0.075	No.200	3.61	20.12	5.3	70.7		
PAN		48.5					
USCS :				ML	Çakıl, (%)	Silt+Kil, (%)	Kum, (%)
					2.88	70.69	26.42

Notlar / Notes :

- Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir. / The test results belong only to the experiment locations.
- Deney sonuçları laboratuvarımız izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz. / The test results can not be copied and reproduced without permission.
- Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 05/02/2014 tarih ve 459 No'lu laboratuvar izin belgesine sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlu Mühendisi / Test Responsible Engineer

Birean EREN
Jeoloji Mühendisi
Oda Sicil No: 17712

Lab. Denetçi Mühendisi / Lab. Supervising Engineer

Şenol ÇAYLAK
Denetçi Mühendisi
Belge No: 29437



KONYA ZEMİN

BİLİŞİM NAKLİYE MÜHENDİSLİK SONDAJ İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ

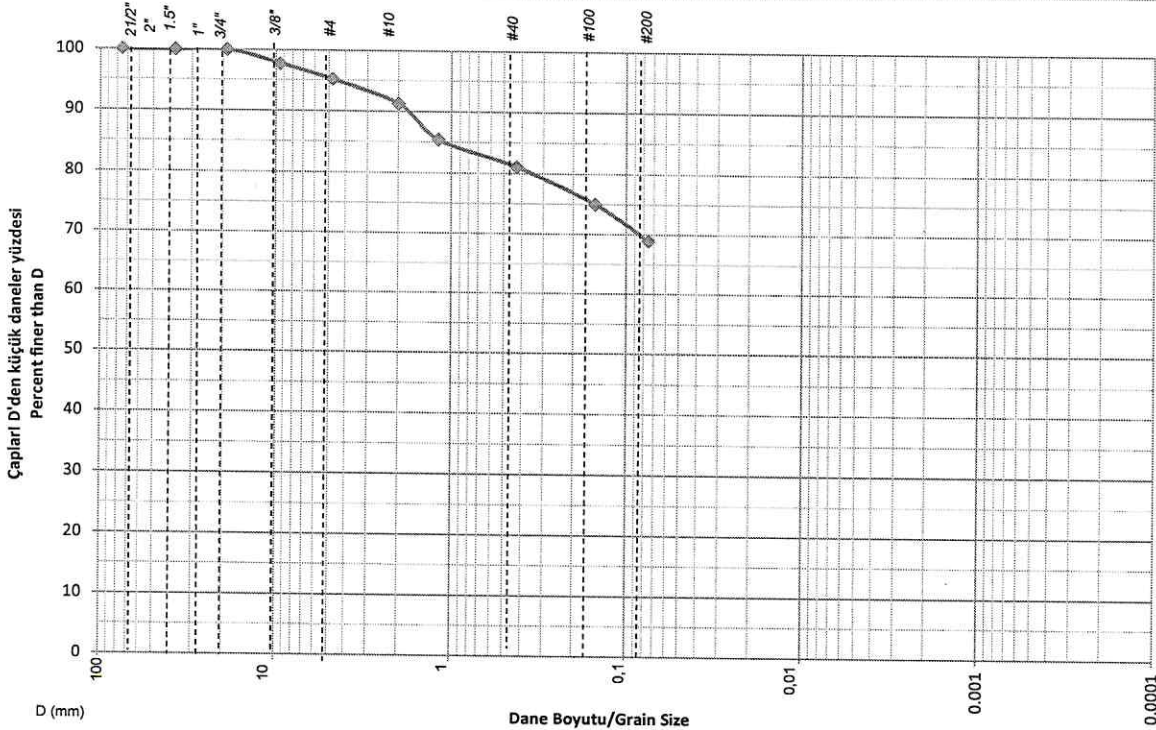
Hocacıhan Saray Mah. Kardelen Sok. Saray Apt. No: 8/B Selçuklu / KONYA / TÜRKİYE

Tel : (0.332) 237 35 37 Fax : (0.332) 237 35 37



ZEMİNLERDE DANE ÇAPI DAĞILIMI GRAIN SIZE CURVE

Firma Adı /Company Name :	GÜL NİHAL DEMİRTAŞ	Lab Kayıt No / Lab No.:	2017-0944
Proje Adı /Project Name :	TÜRBE ÖNÜ TOPRAK NUMUNESİ SONUÇLARI - PAFTA - ADA - PARSEL - - - / KONYA	Rapor Tarihi / Report Date :	21.6.2017
Sondaj No / Borehole-T.Pit No:	NUMUNE3	Standart No / Standard No :	TS 1900-1
Derinlik / Depth :	0.00		
Numune No / Sample No :	TORBA		



Zemin Soil	Taş	Çakıl - Gravel			Kum - Sand			Silt - Silt			Kil - Clay	AASHTO T 88
		Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine	Kaba Coarse	Orta Medium	İnce Fine		

Toplam numune ağırlığı, w _s (gr) / Total Weight of Sample		Toplam malzeme ağırlığı (gr):			77.08		
Elekt açıklığı / Sieve Size		Elekte Kalan (gr) / Weight of Retaining	Toplam Elekte Kalan (gr) / Total Weight Of Retaining	Elekte Kalan / Percent Retaining (%)		Elekten Geçen / Percent Passing (%)	
Milimetre	Inch						
75.000	3 in	0.00	0.00	0.0		100.0	
37.500	1 1/2 in	0.00	0.00	0.0		100.0	
19.000	3/4 in	0.00	0.00	0.0		100.0	
9.500	3/8 in	1.74	1.74	2.3		97.7	
4.750	No.4	1.98	3.72	2.6		95.2	
2.000	No.10	3.05	6.77	4.0		91.2	
1.180	No.16	4.45	11.22	5.8		85.4	
0.425	No.40	3.38	14.60	4.4		81.1	
0.150	No.100	4.77	19.37	6.2		74.9	
0.075	No.200	4.58	23.95	5.9		68.9	
PAN		53.1					
USCS :				ML			
		Çakıl, (%)	Silt+Kil, (%)	Kum, (%)			
		4.83	68.93	26.25			

Notlar / Notes :

- Söz konusu deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir. / The test results belong only to the experiment locations.
- Deney sonuçları laboratuvarımız izni olmadan kısmen kopyalanamaz ve çoğaltılamaz. / The test results can not be copied and reproduced without permission.
- Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 05/02/2014 tarih ve 459 No'lu laboratuvar izin belgesine sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

Deney Sorumlu Mühendisi / Test Responsible Engineer

Lab. Denetçi Mühendisi / Lab. Supervising Engineer

Bircan EREN
Jeolojik Mühendisi
Oda Sicil No : 17712

Şenol GAYLAK
Denetçi Mühendisi
Belge No : 29437



KONYA ZEMİN

BİLİŞİM NAKLİYE MÜHENDİSLİK SONDAJ İNŞAAT SANAYİ VE TİCARET LİMİTED ŞİRKETİ
Hocacihan Saray Mah. Kardelen Sok. Saray Apt. No: 8/B Selçuklu KONYA TÜRKİYE

Tel : (0.332) 237 35 37 Fax : (0.332) 237 35 37



ZEMİN DENEYLERİ SONUÇ FORMU

Firma Adı / Company Name	: GÜL NİHAL DEMİRTAŞ	Numune Geliş Tarihi / Sample Receiving Date	: 16.6.2017			
Proje Adı / Project Name	: TÜRBÜ ÖNÜ TOPRAK NUMUNESİ/SONUÇLARI - PAFTA - ADA - PARSEL . . . / KONYA	Rapor Tarihi / Report Date	: 21.6.2017			
Lab Kayıt No. / Lab. No	: 2017-0944	Bakanlık Rapor No. / Ministry Report No.	:			
Rapor No. / Report No	: 0944					
NUMUNE Sample	Numune No Sample No	Derinlik Depth				
	NUMUNE1	TORBA				
	NUMUNE2	TORBA				
	NUMUNE3	TORBA				
Sondaj No Boring/T.pit No						
W _n (%)	26.84					
W _p (%)	15.03					
W _L (%)	16.01					
Su İçeriği Water Content						
Doğal Hacim Natural Volume	γ _n	t/m ³				
Kuru Hacim Dry Volume	γ _d	t/m ³				
Özgül Ağırlık Specific Gravity	G _s					
Atterberg Limitleri Atterberg Limits	LL	NP				
	PL	NP				
	PI	NP				
ELEK ANALİZİ SIEVE ANALYSIS (Yüzde Geçen Percent Passing)	4 Kalem (%)	7.52				
	200 Geçen (%)	65.64				
USCS						
Hidrometre Hydrometer						
Yüklemeye Deneyi Point Load Strength Test	I _p	Mpa				
Kesme Kutusu Deneyi Direct Shear Test	c	kg/cm ²	Deg.			
	φ					
ÜÇ EKSENLİ BASINÇ DENEYİ TRIAXIAL COMPRESSION TEST	c	kg/cm ²	kg/cm ²	Deg.		
	φ					
SERBEST BASINÇ DENEYİ UNCONFINED COMP. TEST	q _u	Mpa				
	qr					
KONSOLIDASYON DENEYİ CONSOLIDATION TEST	Sıme Basıncı Swell Press. gr/cm ²					
	Şişme Swell %					
	m _v (cm ² /kg)					

Notlar / Notes :

1. Sızıtı konusu deney sonuçları sadece test edilen deney noktalarına aittir. / The test results belong only to the experimental locations.
2. Deney sonuçları laboratuvarımız izni olmadan kimseyle paylaşılmamalıdır ve çoğaltılamaz. / The test results can not be copied and reproduced without permission.
3. Laboratuvarımız 4708 sayılı kanun gereği T.C.Çevre ve Şehircilik Bakanlığı Yapı İşleri Genel Müdürlüğü tarafından verilen 05/02/2014 tarih ve 459 No.lu laboratuvar izin belgesine sahiptir.

Açıklamalar / Remarks :

** Numunelerinin kum ve silt miktarı fazla olduğundan üç eksenli basınç ve konsolidasyon deney numunesi alınmamıştır.

Deney Sorumlusu Mühendisi / Test Responsible Engineer

Bircan EREN
Jeolojik Mühendis
0505 544 00 7712

Lab. Denetçi Mühendisi / Lab. Supervising Engineer

Senol ÇAYLAK
Denetim Mühendisi
Beğirçay : 29437

FR.Z-1/ REV.NO/TARİHİ:00

NUMUNE ADI	STANDARD GÖSTERİLİŞ	NUMUNENİN ALINDIĞI TARİH	RAPOR NO
Sönmemiş Kireç(Q)	TS EN 459-1 CL 80Q (Rsv,Psv)	31.08.2018	180831-1
ANALİZİN YAPILDIĞI TARİH	NUMUNE MİKTARI	FİRMA VEYA MÜŞTERİ ADI	
31.08.2018	5kg/PARÇA KİREÇ	GENEL DEĞERLENDİRME	

1.1 TS EN 459-2/ŞUBAT 2012 VE TS EN 459-1/EKİM 2015

1.1.1 GÖRÜNÜŞ ÖZELLİKLERİ

Kırık beyaz, Hafif gri tonlarda

1.1.2 KİMYASAL ÖZELLİKLERİ (Typical Chemical Analysis)

	Bulunan Değer	Standart Değer	Değerlendirme
CaO+MgO %	88	80 / 90	-----
MgO %	1,2	≤5	Uygundur
CO ₂ %	1,5	≤7	Uygundur
SO ₃ %	0,65	≤2	Uygundur
Serbest Kireç CaO %	90	≥65	Uygundur

1.1.3 FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ (Typical Physical Analysis)

Verim (Dm ³ /10kg)	35	≥26	Uygundur
Hacim Sabitliği	KABUL	GÖZLE	Uygundur
t60 değeri (REAKTİVİTE)	2-6dk		Rsv (Gerek belirtilmemiştir.)
Tane Büyüklüğü Dağılımı	≤1mm		Psv (Gerek belirtilmemiştir.)

DENEYLERİ YAPAN
KALİTE KONTROL ŞEFİ
ALPER İSTEKLİ

KONTROL
YÖNETİM TEMSİLCİSİ
ALPER İSTEKLİ

ONAY
KİREÇ FABRİKASI MÜDÜRÜ A.Ş.
HÜSEYİN ÖZGÖRK
Yapılaşma Sk. Oğul Apt. No: 2/10
Göztepe / İSTANBUL
Yıllık V.D. No. 563 003 9778



ANALİZ RAPORU

Doküman : TLMT 110
Revizyon : 1.04.2007
Sayfa no : 1
Tarih : 1.04.2007

ANALYSIS REPORT

NUMUNE ADI	NUMUNENİN ALINDIĞI YER	NUMUNENİN ALINDIĞI TARİH	RAPOR NO
SÖNMÜŞ KİREÇ(S)	PAKETLEME	31.08.2018	180831-1
ANALİZİN BAŞLANDIĞI TARİH	ANALİZİN BİTTİĞİ TARİH	ANALİZİN YAPILDIĞI YER	
31.08.2018	31.08.2018	ERCİYES KİREÇ KALİTE KONTROL LABORATUVARI	

1.1 TS EN 459-2 / ŞUBAT 2012, TS EN 196-2, TS EN 196-6, STANDARTLARINA GÖRE DENEY METOTLARI VE TS EN 459-1 / EKİM 2015' E GÖRE UYGUNLUK KRİTERLERİ

1.1.1 GÖRÜNÜŞ ÖZELLİKLERİ : İNCE BEYAZ TOZ / CL 80-S

1.1.2 KİMYASAL ÖZELLİKLERİ	Bulunan Değer	Standart Değer	Değerlendirme
CaO %	85	70 / 80 / 90	UYGUNDUR
MgO %	1,00	≤ 5	UYGUNDUR
SO ₃ %	0,75	≤ 2	UYGUNDUR
CO ₂ %	2,2	≤ 7	UYGUNDUR
Serbest Kireç Ca(OH) ₂ %	88	≥ 65	UYGUNDUR

1.1.3 FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ	Bulunan Değer	Standart Değer	Değerlendirme
İNCELİK			
200 µ üstü	1,50	≤ 2	UYGUNDUR
90 µ üstü	6,5	≤ 7	UYGUNDUR
63 µ üstü			
45 µ üstü			

HARÇ DENEYLERİ	Bulunan Değer	Standart Değer	Değerlendirme
Hacim değişmezliği	0,7	≤ 20	UYGUNDUR
Penetrasyon	22	10 ≤ P ≤ 50	UYGUNDUR
Hava miktarı	4	≤ 12	UYGUNDUR
Serbest su muhtesi	0,9	≤ 2	UYGUNDUR
Yığın yoğunluğu	0,6		UYGUNDUR
PH(Asidik- Bazik)	11,95	11,5 < X < 12,5	UYGUNDUR

DENEYLERİ YAPAN
ALPER İSTEKLİ
KALİTE KONTROL ŞEFİ

KONTROL
ALPER İSTEKLİ
YÖNETİM TEMSİLCİSİ

KİREÇ VE TUĞLA İNŞA SAĞ. Ş.
ERCİYES KİREÇ
Yığılcaşme Sk. Çift Apt. No: 2/10
Göztepe / İSTANBUL
Yenikapı V.D. No: 583 003 9778

ÖZGEÇMİŞ

KİŞİSEL BİLGİLER

Adı Soyadı : Gülnihal DEMİRTAŞ
Uyruğu : T.C.
Doğum Yeri ve Tarihi : KONYA- 01.03.1983
Telefon : -
Faks : -
e-mail : gulnihaldemirtas@outlook.com

EĞİTİM

Derece	Adı, İlçe, İl	Bitirme Yılı
Lise	: Konya Meram Anadolu Lisesi, Meram, KONYA	2000
Üniversite	: GÜMMF, Maltepe, ANKARA	2007
Yüksek Lisans	: SÜ, Selçuklu, KONYA	2010
Doktora	: KTÜN, Selçuklu, KONYA	2020

İŞ DENEYİMLERİ

Yıl	Kurum	Görevi
2007-2009	Sütiçen Mimarlık İnş. Tic. Ltd. Şti.	Mimar
2011	İller Bankası A.Ş.	Mimar
2012-	Kütahya Kültür Varlıklarını Koruma Bölge Kurulu Müdürlüğü	Mimar

UZMANLIK ALANI: Yapı Bilgisi, Mimari Restorasyon

YABANCI DİLLER: İngilizce, Almanca

YAYINLAR

Demirtaş G, 2010. GRC Cephe Panellerinde oluşan sorunlar ve çözüm önerileri, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Konya.
Demirtaş, G., Tosun, M., 2010, GRC(GFRC) Yapı Malzemesi ve Uygulama Örnekleri. kent&yapı, 5, p 54-8.
Demirtaş G, Tosun M, 2012. CTB Yapı Malzemesi ve CTB Cephe Paneli Uygulamalarında Meydana Gelen Cephe Sorunları. S.Ü. Müh. Mim. Fak. Derg., 4, p 121-34.