



**T.C.
GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK
LİSANS
TEZİ**

**KIRŞEHİR-KAMAN, YASSIHÖYÜK ERKEN
TUNÇ ÇAĞI YAPI MALZEMELERİNDE
ARKEOMETRİK ANALİZLER VE KORUNMA
SORUNLARI**

TUĞBA DİRİCAN

KÜLTÜR VARLIKLARINI KORUMA ANABİLİM DALI

TEMMUZ 2019



**KIRŞEHİR-KAMAN, YASSIHÖYÜK ERKEN TUNÇ ÇAĞI YAPI
MALZEMELERİNDE ARKEOMETRİK ANALİZLER VE KORUNMA
SORUNLARI**

Tuğba DİRİCAN

DANIŞMAN Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
KÜLTÜR VARLIKLARINI KORUMA ANABİLİM DALI**

**GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ**

TEMMUZ 2019

Tuğba DİRİCAN tarafından hazırlanan "KIRŞEHİR-KAMAN YASSIHÖYÜK YAPI MALZEMELERİNDE ARKEOMETRİK ANALİZLER VE KORUNMA SORUNLARI" adlı tez çalışması aşağıdaki jüri tarafından OY BİRLİĞİ ile Gazi Üniversitesi Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Anabilim Dalı'nda YÜKSEK LİSANS TEZİ olarak kabul edilmiştir.

Danışman: Doç. Dr. Ali Akın AKYOL
Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım,
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi



Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Başkan : Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU
Jeoloji Mühendisliği, Ankara Üniversitesi



Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Üye : Prof.Dr. Yaşar Selçuk ŞENER
Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım,
Ankara Hacı Bayram Veli Üniversitesi



Bu tezin, kapsam ve kalite olarak Yüksek Lisans Tezi olduğunu onaylıyorum

Tez Savunma Tarihi: 05/07/2019

Jüri tarafından kabul edilen bu tezin Yüksek Lisans Tezi olması için gerekli şartları yerine getirdiğini onaylıyorum.

Unvanı Adı SOYADI

Enstitü Müdürü

Prof.Dr. Figen ZALF
Enstitü Müdürü



ETİK BEYAN

Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmada;

- Tez içinde sunduğum verileri, bilgileri ve dokümanları akademik ve etik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Tüm bilgi, belge, değerlendirme ve sonuçları bilimsel etik ve ahlâk kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- Tez çalışmada yararlandığım eserlerin tümüne uygun atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi,
- Kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Bu tezde sunduğum çalışmanın özgün olduğunu,

bildirir, aksi bir durumda aleyhime doğabilecek tüm hak kayıplarını kabullendiğimi beyan ederim.


Tuğba DİRİCAN
05.07.2019

KIRŞEHİR-KAMAN YASSIHÖYÜK YAPI MALZEMELERİNDE
ARKEOMETRİK ANALİZLER VE KORUNMA SORUNLARI

(Yüksek Lisans Tezi)

Tuğba DİRİCAN

GAZİ ÜNİVERSİTESİ
GÜZEL SANATLAR ENSTİTÜSÜ

Temmuz 2019

ÖZET

Bu çalışmada, Kırşehir-Kaman Yassihöyük Erken Tunç Çağı'na tarihlenen yapı malzemelerinin korunmasına yönelik özelliklerinin arkeometrik yöntemlerle tespiti amaçlanmıştır. İncelenen yapı malzemeleri kerpiç harç, kerpiç sıva ve taş örneklerinden oluşmaktadır. Örneklendirilen yapı malzemelerinin hammaddelerine bağlı olarak, fiziksel, kimyasal ve petrografik özellikleri bunlarla birlikte bozulma türleri arkeometrik analizlerle belirlenmiştir. Fiziksel testlerden birim hacim ağırlığı, gözeneklilik, su emme kapasitesi, kimyasal test ve analizlerden iletkenlik analizi/suda çözünen tuz testleri, asidik agrega/bağlayıcı analizi, granülometrik elek analizi-agregada tane boyutu dağılımı, gravimetrik analiz/kızdırma kaybı analizi, X-Işını Floresans analizi (PED-XRF ve noktasal Mikro-XRF) ve petrografik ince kesit optik mikroskop analizi uygulanmıştır. Yassihöyük kerpiç yapılarına ait malzemeler fotoğraflanıp belgelenmiş ve laboratuvar ortamında yapılacak analizler için kodlanmışlardır. Kerpiç tuğla ve sıvalardan alınan örneklerin hamur renkleri kromametrik analiz ile CIE L*a*b* renk sistemi ile belgelenmiştir. Yapısal malzemelerin fiziksel özelliklerinin düşük, kimyasal özellikleri açısından ise yüksek dayama sahip oldukları belirlenmiştir. Malzemelerde ortam koşullarından kaynaklanan yapısal bozulmalar tespit edilmiştir. Yakın çevreden kaynaklanabilecek tuzlanma problemi kerpiçlerde tespit edilmemiştir. Petrografik analizler ile höyükteki duvarlarda dolgu olarak kullanılan taşların yoğunlukla siyenit kayaç türünde olduğu belirlenmiştir. Höyüğün farklı bölgelerinden örneklenen kerpiçler 6, sıvalar da 2 farklı türde sınıflandırılmıştır. Bu durum farklı dönem ya da hammadde kullanımını işaret etmektedir. Petrografik analizlerle yapısal malzemelerin yerel kayaç yapısı ile oldukça uyumlu olduğu da anlaşılmıştır.

Bilim Kodu : 41305

Anahtar Kelimeler :Yassihöyük, kerpiç, duvar, arkeometri, önleyici koruma

Sayfa Adedi : 87

Danışman : Doç. Dr. Ali Akın AKYOL

ARCHAEOMETRIC ANALYSES AND CONSERVATIONAL PROBLEMS IN
KIRŞEHİR-KAMAN YASSIHÖYÜK BUILDING MATERIALS

(Master Thesis)

Tuğba DİRİCAN

GAZİ UNIVERSITY
INSTITUTE OF FINE ARTS

July 2019

ABSTRACT

In this study, it was aimed to determine the properties of building materials dating to the Early Bronze Age of Kırşehir-Kaman-Yassihöyük by archaeometric methods. The investigated building materials set consist of mudbrick mortar, adobe plaster and stone samples. The physical, chemical and petrographical properties of these samples. were determined by archaeometric analyses. Physical tests; unit volume weight, porosity, water absorption capacity, conductivity analysis, water soluble salt tests, acidic aggregate and binder analysis, granulometric analysis, X-ray Fluorescence analysis (PED-XRF) and petrographical thin section optical microscopy analysis were applied. Within the scope of the study, materials belonging to Yassihöyük buildings were photographed, documented and coded for the analyses to be performed in the laboratory. The colors of the samples taken from the adobe bricks and plasters are documented by chromametric analysis and CIE L*a*b color system. It has been determined that the physical properties of the structural materials are low however, they have high strength in terms of chemical properties. Structural deterioration of the materials due to natural weathering conditions was determined. The soluble salt from nearby soil reservoir problem that may arise from the environment was not detected in mudbricks. The petrographic analysis revealed that the stones used as fillings on the walls of the mound were mostly of syenite rock type. The mudbricks sampled from different parts of the mound were classified in 6 different types and plasters were classified in 2 different types. This indicates the use of different periods or raw materials. Petrographic analysis revealed that the structural materials are very compatible with the local rock structure.

Science Code : 41305
Key Words :Yassihöyük, adobe, wall, archaeometry, preventive conservation
Number of Pages :87
Advisor : Assoc. Prof. Dr. Ali Akın AKYOL

TEŞEKKÜR

Yüksek Lisans çalışmamda yapı malzemelerinin arkeometrik analizleri ve analiz sonuçlarını yorumlayarak, durum tespitinin yapılması konularında yol gösteren, öneri ve fikirleriyle çalışmanın her aşamasını titizlikle takip ederek yönlendiren, bilgi birikiminden ve tecrübelerinden her zaman yararlandığım değerli hocam ve danışmanım Doç. Dr. Ali Akın AKYOL'a minnetle teşekkürlerimi sunarım.

Bu tez çalışmasının konusunu oluşturan Kırşehir-Yassihöyük kerpiç buluntularının örneklenmesinde yol gösteren, arkeolojik yorumlarını paylaşan Kırşehir- Yassihöyük Kazı başkanı ve aynı zamanda, Japon Arkeoloji Enstitüsü başkan Yardımcısı Masako OMURA'ya ve Enstitü Müdürü Sachihiko OMURA'ya teşekkür ederim.

Jeolojik değerlendirmelerini benimle paylaşan Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU'na, Ankara Üniversitesi Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM)'nde gerçekleşen analizlerde yardımlarını aldığım Araş. Gör. Dr. Kıymet DENİZ'e, petrografik ince kesit örneklerinin hazırlayan teknisyen Şevket ÖZDİLEK'e teşekkürü borç bilirim.

Ayrıca Gazi Üniversitesi, Güzel Sanatlar Fakültesi, Kültür Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvarı (MAKLAB) proje asistanı değerli arkadaşım Gülşen ALBUZ GEREN'e ve Dr. Murat EROĞLU'na da teşekkürlerimi sunarım.

Manevi destekleri ile daima yanımda olan aileme, arkeometri bilgisini benimle paylaşan abim Dr. Murat DİRİCAN'a teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

ÖZET	v
ABSTRACT	vi
TEŞEKKÜR	vii
İÇİNDEKİLER.....	viii
ÇİZELGELERİN LİSTESİ	xi
RESİMLERİN LİSTESİ	xiii
ŞEKİLLERİN LİSTESİ	xiv
SİMGELER VE KISALTMALAR	xv
1. GİRİŞ	1
2. ANADOLU'DA KERPIÇ KULLANIMI VE YASSIHÖYÜK.....	7
2.1. Anadolu'da Kerpiç	7
2.1.1. Pisè duvarlar	9
2.1.2. Yalın duvar yapısı.....	10
2.1.3. Dövme tekniği ile yapılan kerpiç duvarlar	11
2.1.4. Omurgalı kerpiç duvarlar	11
2.1.5. Yatay ve dikey ahşap destekli kerpiç duvarlar	12
2.2. Yassihöyük Kerpiçleri ve Diğer Yapı Malzemeleri	14
3. KERPIÇ BOZULMALARI	19
3.1. Fiziksel Bozulmalar	19
3.1.1. Yükselen nem nedeniyle oluşan bozulmalar	19
3.1.2. Yağmurdan kaynaklanan bozulmalar	19
3.1.3. Rüzgârın neden olduğu bozulmalar	19
3.1.4. Sıcaklık ve bağıl nem nedeniyle oluşan bozulmalar	20
3.1.5. Sürekli nemden kaynaklanan bozulmalar	20
3.1.6. Yüksek sıcaklıktan kaynaklanan bozulmalar	20

3.1.7. Düşük sıcaklık sonucu oluşan bozulmalar	20
3.1.8. Değişkenlik gösteren hava sıcaklıklarından kaynaklanan bozulmalar	21
3.1.9. Suda çözünebilir tuzlar nedeniyle oluşan bozulmalar	21
3.1.10. Yapım malzemelerinden kaynaklanan bozulmalar	21
3.1.11. Rüzgâr erozyonundan kaynaklanan bozulmalar	22
3.2. Biyolojik Bozulmalar	22
3.3. Hatalı Uygulamalardan Kaynaklanan Bozulmalar	23
3.4. Depremlerin Neden Olduğu Bozulmalar	23
3.5. Yangının Neden Olduğu Bozulmalar	23
4. KIRŞEHİR-YASSIHÖYÜK YERLEŞİMİNE AİT YAPI MALZEMELERİNİN ÖRNEKLEME, BELGELEME ÇALIŞMALARI ve ARKEOMETRİK ANALİZLER	25
4.1. Örneklemeler	25
4.2. Analizler	27
4.2.1. Belgeleme çalışmaları	27
4.2.2. Renk Analizi	28
4.2.3. Arkeometrik analizler	29
5. KIRŞEHİR-KAMAN-YASSIHÖYÜK YAPI MALZEMESİ ÖRNEKLERİNE AİT ARKEOMETRİK BULGULAR	37
5.1. Kerpiç Harçlar	37
5.1.1. Fiziksel testler	37
5.1.2. Kimyasal analizler	38
5.1.3. Petrografik Analizler	40
5.2. Kerpiç Sıvalar	41
5.2.1. Fiziksel Testler	41
5.2.2. Kimyasal Analizler	42
5.2.3. Petrografik Analizler	44
5.3. Taşlar	45

5.3.1. Taşlarda kimyasal analizler	45
5.3.2. Petrografik Analizler.....	46
6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR	47
6.1. Kerpiç Harçlar	47
6.2. Kerpiç Sıvalar.....	50
6.3. Taşlar	53
KAYNAKLAR.....	57
EKLER.....	61
EK-1.....	63
EK 2.	69
EK 3	79
ÖZGEÇMİŞ.....	85

ÇİZELGELERİN LİSTESİ

Çizelge 1.1. Örnek Grupları ana örnek sayısı ve kodlamalar	5
Çizelge 4.1. Örneklerle Ait Analiz Tablosu	26
Çizelge 4.2. Harç ve sıva örnekler için Çimentolaşma İndeksi (Cementation Index) değerleri	70
Çizelge 5.2. Kerpiç harçlara ait birim hacim ağırlığı, su emme kapasitesi ve gözeneklilik verileri.....	38
Çizelge 5.9. Kaman Yassihöyük harç örneklerinin petrografik özellikleri - bağlayıcı yapısı analizi	41
Çizelge 5.10. Kaman Yassihöyük harç örneklerinin petrografik özellikleri - agrega yapısı analizi	41
Çizelge 5.11. Kerpiç sıvalara ait Birim hacim ağırlığı, su emme kapasitesi ve gözeneklilik verileri.....	42
Çizelge 5.12. Kerpiç sıvalara ait tuz testi.....	43
Çizelge 5.13. Kerpiç sıvalara ait tuz türü ve pH testi	43
Çizelge 5.14. Kerpiç sıvalara ait toplam agrega ve bağlayıcı analizi	43
Çizelge 5.15. Kerpiç sıvalara ait gronülometrik analiz sonuçları.....	44
Çizelge 5.16. Kerpiç sıvalara ait gravimetrik analiz sonuçları.....	44
Çizelge 5.17. Kerpiç sıva örneklerinin petrografik özellikleri	45
Çizelge 5.18. Taş örneklerine ait tuz testi	45
Çizelge 5.19. Taş örneklerine ait tuz türü ve pH testi.....	46
Çizelge 5.20. Yassihöyük Taş Örneklerin Petrografik Özellikleri	446
Çizelge 6.2. Harçlara ait cementation index verileri	51
Çizelge 6.3. Sıvalara ait PED-XRF verileri	52
Çizelge 6.4. Taşlara ait PED-XRF verileri.....	54

RESİMLERİN LİSTESİ

Resim 2.1. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	8
Resim 2.2. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	8
Resim 2.3. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	8
Resim 2.4. Acun (Yenilenebilir Malzeme: Kerpiç,20003).	8
Resim 2.5. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	9
Resim 2.6. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	10
Resim 2.7. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	10
Resim 2.8. Acun (Yenilenebilir Malzeme: Kerpiç, 2003)	11
Resim 2.9. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	12
Resim 2.10. Cookckson (Living in Mud, 2010).....	12
Resim 2.11. Yassihöyük uydu görüntüsü.....	14
Resim 2.12. Yassihöyük alan görüntüsü.....	14
Resim 2.13. Yassihöyük jeomanyetik araştırma sonucu (Kırşehir Arkeoloji ve Paleontoloji Çalışmaları, 2016).....	15
Resim 2.14. Yassihöyük alan fotoğrafı.....	15
Resim 2.15. Erken Tunç Çağına ait mimari kalıntılar (Kırşehir Arkeoloji ve Paleontoloji Çalışmaları, 2016).....	16
Resim 2.16. 8 no'lu grid E8/d9, e8,e9 Erken Tunç Çağı'na ait mimari kalıntılar (Kırşehir Arkeoloji ve Paleontoloji Çalışmaları, 2016)	17

ŞEKİLLERİN LİSTESİ

Şekil 2.1. Yassihöyük planı	15
Şekil 4.1. Yassihöyük Örnek Noktaları Planı.....	25
Şekil 4.2. Arkeometik Analiz Akış Şeması.....	27
Şekil 5.2. Yassihöyük yerleşimi yapıları kerpiç örneklerinin PED-XRF analizi verileri üzerinden ana element içeriklerine göre gruplandırılması (Triangle Plotting).....	40
Şekil 5.3. Kerpiç sıvalar örnek noktaları.....	48



SİMGELER VE KISALTMALAR

Bu çalışmada kullanılmış simgeler, kısaltmalar ve açıklamaları aşağıda sunulmuştur.

Simgeler

cm

centimetre

m²

metrekare

µm

mikrometre

mm

milimetre

ppm

milyonda bir parça

°C

santigrat derece

Kısaltmalar

Açıklamalar

ASTM

American Society for Testing and Materials

CI

Cementation Index

HCl

Hidroklorik Asit

M.Ö.

Milattan Önce

M.S.

Milattan Sonra

PED-XRF

Polarized Energy Dispersive - X-ışını Floresans

SEM-EDX

Taramalı Elektron Mikroskopisi ve X-ışını analizörü

vb.

ve benzeri

vd.

ve diğerleri

1. GİRİŞ

İnsanoğlu tarih boyunca doğa ile ilişki ve etkileşim içinde yaşadığı bilinmektedir. Doğanın faaliyetlerinden volkanizma hareketleri, depremler, heyelanlar, seller, çok soğuk kış ve çok sıcak yazlar, diğer canlılar ve daha birçok doğal etken insanı sürekli savunmaya zorlamıştır. Doğa, zaman zaman insan için bazı tehditlerin de kaynağını oluşturmuştur. Doğa olaylarının, insan yaşamını şekillendirdiğini söylemek mümkündür. Bir yandan doğanın sunduklarını kullanarak yaşamını sürdüren insan, bir yandan da doğanın karşıt güçlerini kontrol altında tutma çabası ile yeni teknikler, yaratıcı çözümler üretmiştir. Bu süreçte barınma ihtiyacı ile yapılan konutlar, çok katmanlı anlamlar içeren bir olgudur. Konut yalnızca barınma ihtiyacının sonucu olmayıp, aynı zamanda sosyal, kültürel ihtiyaçları da karşılayan, insanın aidiyet duygusunu da ait bir olguyu temsil eder.

Ev ya da barınak yapmaya Neolitik dönemde (M.Ö. 8000-5500) başladığı ele geçen buluntulardan bilinmektedir. Bu dönemden başlayarak insanlar, göçebe hayattan, yerleşik hayata geçmişler ve böylece yaşama biçimlerini değiştirmişlerdir. Avcı-Toplayıcılık yerine, yaşayabilecekleri barınaklar oluşturarak, toprağı ekip biçmeye başlamışlardır. Bu süreç boyunca bulundukları bölgelerde kalıcı ve farklı fonksiyonlara sahip evler inşa etmişlerdir. Geçici barınaklar ve her an gidebilecekleri bir yaşamdan, kalıcı ve yerleşik olan köyler oluşturmaya, toprağı ekip biçerek, hayvanları evcilleştirmeye başlamışlardır.

Yeryüzü şekilleri, bitki örtüsü, iklim ve canlı türleri bakımından oldukça geniş bir çeşitliliğe sahip olan Anadolu'da insan toplulukları ilk kez Paleolitik dönemde karşımıza çıkmaktadır. Yerleşik hayata geçilen Neolitik dönemde ise; ilk mimarlık uygulamaları olarak tanımlanabilen, köy yerleşimlerinin ortaya çıktığı bilinmektedir (Sözen, 2012, s.9).

İlk yerleşimler su kaynaklarının yakınında ve çok yüksek olmayan tepeler üzerine kurulmuşlardır. Bu tür yerleşimlerin ilk örnekleri arasında sayılan Çayönü, Anadolu'nun ilk mimari örneklerinden sayılabilir. Yine aynı dönemin bir diğer büyük yerleşimi olan Çatalhöyük'te ise tek bir avlu çevresine yerleştirilmiş, birbirleriyle bitişik, dikdörtgen konutlardan oluşan daha ileri seviye bir şehir planı sistemi

görülmektedir. Girişler için damlara açılan deliklerin kullanıldığı bu konutlar kerpiç ya da balçıkla oluşturulmuş ve damlara yakın olan açıklıklardan ışık ve hava almaları sağlanmıştır (Sözen, 2012, s.10).

Madencilik keşfi ile Kalkolitik döneme (M.Ö. 5500-3000) gelindiğinde, bazı evlerin iki katlı olduğu ve sundurmalı giriş olarak tabir edilen ev girişlerinin olduğu görülmektedir. Daha önceki dönem konut tipine ek olarak bu dönem evlerinde duvarların sıvalı oluşu dikkat çekmektedir. Bu konutlar ahşap hatıllarla desteklenmişlerdir, içlerinde ocakları bulunmaktadır ve bazılarında, konutların dış köşelerinde taş kullanıldığı görülmüştür (Sözen, 2012, s.11).

Bronz döneme gelindiğinde, Mezopotamya ile ticaret ilişkileri canlandığı için ve bu bölgede gelişen şehir hayatının da etkileriyle, Doğu Anadolu'da iki odalı kerpiç konut tiplerine karşılık olarak Antalya-Karataş'ta duvarları ahşaplarla desteklenmiş tek katlı kerpiç konutlar görülmektedir. Bu evler iki ya da üç odalı içlerinde ocağı ve ambarı bulunan, duvarları sıvanmış basit yapıları konutlar olarak karşımıza çıkmaktadırlar (Sözen, 2012, s.12).

Anadolu'da merkezi ilk devleti kuran Hititlerin şehirlerinde; dikdörtgen planlı, avlulu, birkaç odadan oluşan, taş temele sahip, kerpiç konutlar görülür. Çorum- Boğazköy ve diğer Hitit şehirlerinin çoğunda bu tip konut karşımıza çıkmaktadır.

Doğu Anadolu'da, Urartular'da ise, evlerin temellerinin kayalar üzerine oyulduğu ve duvarlarının kerpiçten örülerek yapıldığı görülmektedir.

Kronolojik gelişimde, günümüze yaklaşıldığında artık 19. yüzyıldan itibaren yerleşim alanlarının değişime uğradığı görülmektedir. Batılılaşma çabaları sebebiyle Anadolu'nun küçük köy ve kasabaları dış dünyaya açılmaya zorlanmıştır. Ancak bu değişime hazır olmayan geleneksel yaşam alan ve tarzları çöküntüye uğramışlardır. Geleneksel yaşamdan kopmak zorunda kaldıklarından, bu değişimin sonunda kırsal mimarlıkta gerileme ve yok olma süreci başlamıştır.

Geçmişten günümüze kadar korunabilmiş mimari örneklerin, kültür varlığı olarak değerlendirilerek, bilgi ve belge değerlerinin korunması, disiplinler arası bir çalışmayı

beraberinde getirmektedir. Kültür varlıklarının korunmasının, geleceğe aktarılan bilgi ve belge arşivi olduğu unutulmadan, özgünlüğü korunan yapılar ya da yapı elemanları ancak önleyici koruma çalışmalarının sistemli, periyodik ve uluslararası koruma standartlarına uygun olarak yapılmasıyla sağlanacaktır.

Arkeolojik yerleşimlerin kerpiçten oluşan yapı malzemelerine ilişkin çalışmalar oldukça sınırlıdır. Bu çalışmalarda, en genel anlamda yerleşmelerin yapısal malzeme örneklemelerinin yapılamadığı görülmektedir. Sadece belli yapılarla sınırlı kalan örnekleme ve analizlerin yapıldığı gözlenmektedir. Ayrıca bazı çalışmalarda incelenecek yapıdan alınan örnek sayısı da azdır. Bu da, o yapıya ait malzemelerle ilgili yeterli veri sağlayamamaktadır. Kerpiç konusu ile ilgili çalışmalardan Yüksel Dede'nin (1997) "Aşıklıhöyük Kerpiç Yapılarının Korunması  zerine çalışmalar" adlı Yüksek Lisans tezinde sadece kazı sonrasında ortaya çıkarılan kerpiç kalıntının korunması ile ilgili uygulama çalışmaları anlatılmaktadır ve kerpiç örnekleri üzerine çalışmamıştır.

Sina Noei'nin (2011) "G vercinkayası Kerpiç Karakterizasyonu" isimli Yüksek Lisans tezinde ise; G vercinkayası bölgesinde bulunan kerpiç harç ve sıvalarının içerikleri belirlenerek, yine harç ve sıvaların teknolojileri incelenmiş ve benzerlerinin  retilbilmesi için yöntem bulunmaya çalışılmıştır.

Mehmet Fevzi Uğuryol'a ait (2014) "Arkeolojik Kerpiç Korumasında Akrilik Reçine, Alkali Silikat, Etil Silikat ve Nano-Kireç Kullanımının Değerlendirilmesi" adlı doktora tezinde, kerpiç buluntuların korunabilmesi için uygulanan kimyasalların kullanılabilirliği, Kültepe-Kaniş bölgesindeki kerpiç buluntuların arkeometrik analizleriyle karakteristik özelliklerinin saptanması ve buna ek olarak orijinale en yakın yeni kerpiç duvarların yapılması sağlanarak, belirlenen koruma kimyasallarının uygulamaları yapılmış ve sonuçları gözlenlenmiştir.

G lnur Güdücü'n n (2003) "şapinuva-  orum Hitit Kenti Yapılarındaki Kerpiç Sıvaların Arkeometrik Yönden İncelenmesi" Yüksek Lisans tezinde Hitit yerleşimi olan şapinuva kerpiçlerinin karakterizasyonları ve teknolojileri incelenmiştir.

Bu çalışmada Kırşehir-Kaman Yassihöyük Erken Tunç Çağı yerleşimine ait yapı malzemelerinin tanımlanma ve korunmasına yönelik arkeometrik çalışmalar gerçekleştirilmiştir. Bu arkeometrik çalışmalarda;

- Yerleşim alanında bulunan kerpiç yapı malzemelerinin türleri nelerdir?
- Karakteristik özellikleri nasıldır?
- Bu kerpiç yapı malzemelerinin bozulmaları nelerdir? sorularına cevap aranmıştır.

Bu kapsamda Kırşehir-Kaman Yassihöyük yapı malzemeleri;

- Arkeometrik olarak ilk kez çalışılmıştır.
- Disiplinler arası bir çalışma sistemi belirlenerek; arkeoloji, arkeometri ve jeoloji bilim dallarının ortak bir çalışması olması hedeflenmiş ve çalışmalar bu şekilde yürütülmüştür.
- Malzeme örnekleri çeşitli arkeometrik teknikler kullanılarak tanımlanmıştır.
- Malzeme örnekleri, ileride önleyici koruma yöntemlerinin belirlenebilmesi yönünden incelenmiştir.

Kırşehir-Kaman-Yassihöyük'e ait yapı malzemeleri daha önce arkeometrik yöntemlerle incelenmemiştir. Ayrıca diğer çalışmalarda yerleşmenin tamamını kapsayan çalışmalar sınırlı iken bu çalışmada, yerleşmenin bütününde malzeme dokusu ortaya çıkarılmış, bu eksikliğin giderilmesine katkı sağlanmıştır.

Kırşehir- Kaman Yassihöyük'e ait arkeolojik yöntemlere dayalı çalışmalar, bu çalışma ile arkeometrik veriler birleştirilerek değerlendirilmiştir. Bu çalışmanın bir diğer katkısı sağladığı konu ise, kerpiç malzemenin hazırlanma yöntemleri ve içeriği hakkında veriler sağlayacaktır.

Bu tez çalışmasında Yassihöyük yerleşim alanından alınmış, 24 kerpiç harcı, 3 kerpiç sıva, 6 taş ve 1 toprak örneği olmak üzere toplam 34 örnek üzerinden çalışılmıştır (Çizelge 1.1).

Çizelge 1.1. Örnek Grupları, ana örnek sayısı ve kodlamalar

Grup Kodu	Malzeme Grubu Açıklamalar	Ana Örnek Sayısı
KKY-H	Kerpiç Harçlar	24
KKY-S	Kerpiç Sıvalar	3
KKY-T	Taş Örnekleri	6
KKY-D	Toprak Örneği	1

Yassihöyük kerpiç kalıntılarının korunmuşluk durumlarının tespiti, belirlenen alandaki kalıntıların arkeometrik yönden incelenmesinin yanında, daha önce yapılan etkin ve önleyici koruma çalışmalarının günümüzdeki durumlarının tespiti ve süreklilik gösterip göstermediği değerlendirilmiştir. Bununla birlikte ileride gerçekleştirilebilecek koruma çalışmalarına yönelik, bu çalışmalarda özgün malzeme ile uyumlu koruma malzemesinin kullanımı gerekliliğinden, kerpiç tuğla ve sıvaların içeriğinin belirlenmiş olması büyük öneme sahiptir.

Bu çalışmanın sınırlılıklarını; Kırşehir ili yakınlarında yer alan Yassihöyük Erken Tunç Çağı yerleşimine ait kerpiç harç, kerpiç sıva, taş ve toprak oluşturmaktadır. Bölgedeki kerpiç buluntular, kazı çalışmaları sırasında, tam olarak açığa çıkarılmadan üzerinde beş santimetrelilik toprak kalıntısıyla, koruma amacı güdülerek, bırakılmıştır. Kerpiç kalıntıya, zarar vermeden ulaşabilmek büyük hassasiyet gerektirmiştir. Kerpicing zaman içinde, coğrafi koşullar ve doğa olaylarından etkilendiği, bununla birlikte hammaddenin yer altı ve üstü sularından kimyasal olarak etkilendiği dolayısıyla kimyasal yapısıyla birlikte fiziksel dayanıklılığı da azaldığı göz önünde bulundurulduğunda, belirlenen alanlardan alınan kerpiç örneklerinin bütünlüğünü korumak da bu çalışmanın sınırlılıklarını belirlemiştir.

Arkeometrik analiz yapan laboratuvar sayısı, ülkemizde oldukça azdır. Dolayısıyla malzemeye yönelik arkeometrik veriler bu tür laboratuvarların tespit ve teşhis kabiliyetini arttırarak hareket alanlarını genişletmektedirler. Bu tür analizleri gerçekleştiren farklı kurumlara ait veriler ve değerlendirme ve sonuçları, bu konuda

uzman, uluslararası standartlara uygun çalışan ve veri bankasına sahip laboratuvarların verileri ile değerlendirilememektedir. Bu çalışmada yapılan analizler Gazi Üniversitesi- Tarihi Malzeme Araştırma ve Koruma Laboratuvar (MAKLAB) ile Ankara Üniversitesi- Yer Bilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi (YEBİM) laboratuvarlarının desteği alınmıştır.

Bu tez çalışmasında takip edilen metot saha ve laboratuvar ortamı olmak üzere iki aşamadan oluşmaktadır. Saha çalışmalarında Kırşehir-Yassıhöyük yerleşiminde kullanılan kerpiç, kerpiç sıva, taş ve toprak gibi yapı malzemelerinden örnekler alınıp, höyüğün değişik dönemlerine ait bilgi vermesi beklenen noktalardan tercih edilmişlerdir ve aynı katmanın farklı seviyelerinden alınmıştır.

Alınan örnekler fotoğraf ve planlar üzerinde belirtilmiştir. Toplanan örnekler sahada ve sonrasında makro ve mikro ölçeklerde fotoğraflanmışlardır (Ek-2). Belgeleme çalışmaları için kerpiç örneklerinin hamur renkleri portatif renk ölçer (ColorQA Pro System III) kullanılarak tespit edilmiştir. Ardından kerpiç harç, kerpiç sıva, taş ve toprak örnekler laboratuvar ortamında farklı analizler için alt gruplara ayrılmıştır. Her bir analiz için uygun biçimde açıkta ya da etüv kullanılıp kurutularak, toz haline getirilmiş ve ince kesitleri hazırlanmıştır.

Çalışma dahilinde uygulanan analiz yöntemleri kimyasal, fiziksel ve petrografik olarak üç alandan oluşmaktadır. Fiziksel analizler; birim hacim kütle, su emme, ve gözeneklilik, Kimyasal analizler; iletkenlik, tuz türü analizi, asidik agrega-bağlayıcı analizi, gronülometrik elek analizi (agrega boyu ve dağılımı), gravimetrik analiz (kızdırma), X-ışını Floresans (PED- XRF) analizi ve petrografik analizle (ince kesit optik mikroskop analizi ile) sınırlıdır.

2. ANADOLU'DA KERPIÇ KULLANIMI VE YASSIHÖYÜK

2.1. Anadolu'da Kerpiç

Kerpiç; saman ve yoğun kil içerikli balçık/çamur karışımı olarak hazırlanıp, elle şekillendirilerek ya da kalıplara dökülerek güneşte kurutulan ve duvar örmek için kullanılan bir harç türüdür. İlk dönemlerde kerpiç yapılar genelde temeli olmadan, taştan temelli ya da taş döşekli olarak inşa edilmiştir. Çatalhöyük ve Hacılar'ın neolitik dönem evleri, Can Hasan ve Alişar'ın Kalkolitik dönem duvarları hiç taş kullanılmadan doğrudan balçık kullanılarak yapılmışlardır. Çoğunlukla iyi biçimlendirilmiş kerpiç ya da ender de olsa bol saz, saman ve otları karıştırılıp üst üste yerleştirilmiş, el büyüklüğünde balçık topakları olarak karşımıza çıkmaktadır. Taş temel kullanımı, taşın kolay temin edilmesi ile doğrudan ilgilidir. Taş döşekli yapıları üst bölümlerinde balçık ya da kerpiç kullanılıp kullanılmadığı ancak düzeltilmiş duvar döşeginde, yıkılma sonucu yapının üstüne yayılmış, duvarın üst bölümünü oluşturan az ya da çok kalın, biçimsiz balçık tabakalarına rastlandığı zaman anlaşılmaktadır. Kerpiçten üst yapı katlarına nadiren rastlanmaktadır. Duvarları birkaç metre yükselen çok katlı yapılara Çatalhöyük ve Can Hasan'da rastlanmıştır (Naumann, 1998,s.42).

Kerpiç duvarlı yapı Pisè yönteminin (Pisè; şekillendirilmeden sıkıştırılarak hazırlanan balçık) Karataş'ta kullanıldığı ve bunların kerpiç yerine kullanıldığı görülmüştür (Naumann, 1998,s.43).

Troya I döneminden önceki dönemlerde, bu bölgede ağaç kütükleri kullanılarak yapılmış, dış taraftan balçık sıva ile sıvanmış, kaba şekilde biçimlendirilmiş, dikdörtgen planlı evler görülürken, Troya I döneminde çubuklarla kafes örgüsü oluşturulup balçıkla sıvanarak yapılan evler görülmüştür, Çatalhöyük ve Hacılar'da bulunan Neolitik dönem evleri, Alişar ve Can Hasan'da Kalkolitik döneme ait evler hiç taş kullanılmadan sadece balçıkla yapılmışlardır (Naumann, 1998, s.44).

Kerpiç yangın sonucu ya da yüksek ısı nedeniyle direnç kazanmaya yetecek kadar sertleştğinde, bunları diğer kalıntılar arasından ayırt etmek kolaylaşmaktadır. Boğazköy' de yangın geçirmiş birkaç bölgede, kalın duvarlar olmalarına rağmen, kerpicin tamamının yandığı tespit edilmiştir. Ancak bu şekilde düzgün yanmaları için

yangının yeterli olup olmadığı, duvarların yapılmadan önce kerpiçlerin fırınlanıp fırınlanmadığı henüz kesin olarak belirlenememiştir. Bununla birlikte duvar malzemesi olarak kullanılan materyalin kalıntıları birbirine yapışmış toprakta dahi kendini gösteren yangın izlerinin görüldüğü, ayrıca tuğlaların dış yüzeylerinde erimeler görüldüğü ve tümüyle yanmış tuğlalarda derinlemesine yanmalar olduğuna dair iddialar bulunmaktadır (Naumann, 1998, s.45).

Yangın sırasında sertleşen duvarların günümüze kadar korunduğu birkaç örnek, kerpiç yapılar için oldukça değerli veriler sağlamıştır. Duvarların kerpiçten mi ya da sıkıştırılarak hazırlanmış balçık topaklarından mı oluşturulduğu kolay ayırt edilebilir bir durum değildir. Pisè tekniğiyle yapılmış duvarların en belirgin örneği Cerablus'da görülmektedir (Naumann, 1998, s.46).

Kerpiç yeteri kadar balçık ve suyun temin edilebildiği durumlarda, evlerin yapılacağı alanlarda hazırlanmıştır. Balçık çamurunun kütlesini gevşetmek, fiziksel bağlayıcılığını arttırmak ve katkı maddelerinin birbirine tutunmalarını kuvvetlendirmek için küller, seramik kap kırıkları, moloz parçaları, saman, kesilmiş hayvan yemi, küçük taş parçaları ve kum eklenmiştir (Resim 2.1-2.4). Kerpiç harcının hazırlanması işinin günümüzde de aynı teknikle yapıldığı bilinmektedir.



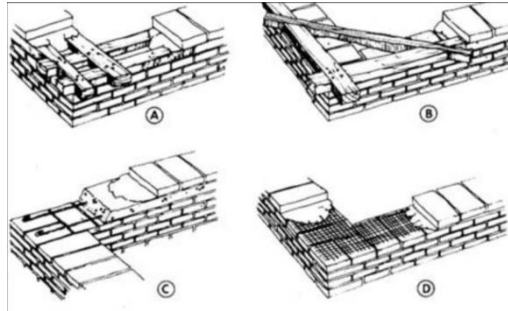
Resim 2.1. Cookckson (Living in Mud, 2010).



Resim 2.2. Cookckson (Living in Mud, 2010).



Resim 2.3. Cookckson (Living in Mud, 2010).



Resim2.4. Acun (Yenilenebilir Malzeme: Kerpiç, 2003).

Kerpiç çamuru bir çukura doldurularak, üzerine su dökülür, hazırlanan karışım, önceden hazırlanarak ıslatılmış ahşap kalıplar içine doldurulup, kalıplar sökülerek güneşte kurumaya bırakılır. Farklı bölgelerde tuğla yapılan kerpiç çamuruna bitkisel parçalar da karıştırıldığı görülmüştür. Ancak şimdiye kadar elde edilen veriler, bu bilginin kesinliğinin sağlanması için yetersizdir. Anadolu’da ele geçen kerpiç buluntularda, bitkisel karışımların sıkça kullanıldığı göze çarpmaktadır. Anadolu’da tuğla, mimari yapılarda önemli bir unsuru oluşturmaktadır. Hazırlanan kerpiç tuğlalar, taştan döşek oluşturulmuş duvarların enine göre hazırlanmışlardır.

2.1.1. Pisè duvarlar



Resim 2.5. Cookckson (Living in Mud, 2010).

Pisè tekniğiyle yapılan duvarlar çok az sayıda yapısal iz bırakmıştır. Kazı çalışmaları sırasında ayırt edilebilmesi oldukça zordur. Pisè duvar stiliyle Ilıpınar, Orhangazi yakınlarındaki İznik gölü kıyılarında bulunan neolitik dönem yerleşiminin en erken evresi olan tabakasında karşılaşılmıştır. Burada ele geçen kalıntılar, duvarın zeminle birleştiği bölümü şeklinde ele geçmiştir (Resim 2.5). Yine bu bölgedeki en önemli keşif, dikey ahşap kalıpların yerleştirildiği yuvalardır (Cookckson, 2009, s.25).

Bu yuvalar belirgin biçimde görülmektedir. Tahta parçaları dikey biçimde bu yuvalara yerleştirilmiş ya da tahtalara yuvalar açılmıştır. Bu kalıplar üzerine dökülen çamur, duvara daha fazla sağlamlık ve esneklik kazandırmıştır. Doğru killi toprak çeşidi kullanıldığında, ikincil koşulları oluşturan ahşap destekler de eklendiğinde, istenilen yükseklikte duvar oluşturulabilmiştir. Bu yöntem en az kerpiç tuğla kullanımı kadar yaygın bir yöntem olarak bilinmektedir (Cookckson, 2009, s.26).

2.1.2. Yalın duvar yapısı

Günümüze kadar korunarak ulaşmayı başaran çok az sayıda kerpiç duvar görülmektedir. Çatalhöyük, Hacılar, Beycesultan, Norşuntepe, Acemhöyük, Hacılar, Aşıklıhöyük, Kültepe ve Yassıhöyük kazılarında ortaya çıkan kerpiç duvarlar, yükseklikleri iki metreyi geçen, hatıllı ya da hatılsız kerpiç duvarlardır. Neolitik dönemde daha çok destek kullanılmadan yapılan kerpiç duvarlar görülmektedir ve duvar kalınlıkları değişkenlik göstermektedir. Neolitik dönemin başında taş temel oluşturmada direk toprağın üzerine oturtularak oluşturulan duvarlar görülürken, Geç Neolitik dönemde taşın kolay sağlanabildiği bölgelerde, mutlaka taş döşekli duvarlar yapıldığı görülmüştür (Naumann, 1998, s.93). Diğer yandan Geç Kalkolitik döneme kadar uzanan Beycesultan'da taş temel görülmemektedir. Kerpiçler yerleştirilme yöntemlerine göre incelendiğinde az sayıda örnek arasında Zincirli ve Boğazköy'de ele geçen kalıntılar ilk sıradadır. Her iki yerleşimde de dörtlü düzende tam ve yarım tuğlalar kullanılarak duvar oluşturulmuştur (Resim 2.6).

Ancak Zincirli'de bulunandan farklı olarak daha düzensiz bir sistem ortaya koymaktadır. Tuğlaların birleşme yerlerinin üst üste getirilmemeye çalışıldığı görülmektedir (Resim 2.7). Ayrıca duvar köşeleri gibi bölümlerde bilinçli olarak çapraz örgü tekniği kullanıldığı görülür. Bunlarla birlikte kerpiç ve taş duvarları arasında fark görülmeyen Boğazköy'de taş ve kerpiç duvarın birleştirildiği alanlar görülmektedir (Naumann, 1998, s.94).

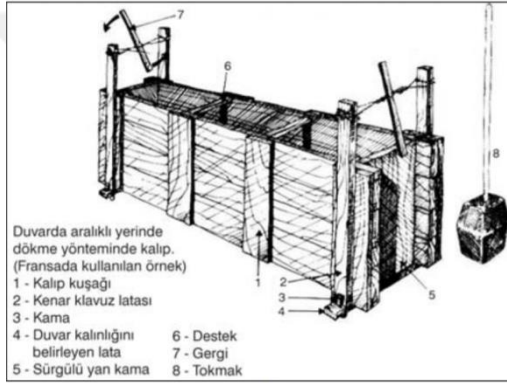


Resim 2.6. Cookckson (Living in Mud, 2010).

Resim 2.7. Cookckson (Living in Mud, 2010).

2.1.3. Dövmek tekniği ile yapılan kerpiç duvarlar

Duvarın oluşturulacağı alanın çevresi ahşap bir kalıpla kapatılıp, hazırlanan kerpiç çamuru kalıbın yukarısından içine doldurulup ardından bir el aleti yardımıyla çamur dövölerek sıkıştırılır. İşlem kademeli biçimde, duvar istenilen yüksekliğe ulaşana kadar devam eder (Resim 2.8). Kullanılan kerpiç çamurunun kil oranı fazla ise taş parçaları, kum, saman, dal ve ot parçalarından oluşan organik katkı maddeleri karıştırılarak kil oranı düşürölülebilir. Dövölerek sıkıştırılmasından sonra, duvarın kalınlığı yaklaşık 7-8 cm'ye ulaşır. Döverecek sıkıştırma işlemi ortadan köşelere doğru yapılır (Houben vd., 2003, s. 204).



Resim 2.8. Acun (Yenilenebilir Malzeme:Kerpiç, 2003).

2.1.4. Omurgalı kerpiç duvarlar

Bu teknikte de dövme tekniğinde olduğu gibi, oluşturulacak duvarın iç ve dış kısımlarına kalıplar yerleştirilir. Ancak dövme tekniğinden farklı biçimde yoğun killi toprak kullanılır. Hazırlanmış kalıbın enine ve dikine ahşap çubuklar yerleştirilir. Enine yerleştirilen çubuklar duvarın kalınlığından 2-3 cm daha kısa olur ve birbirlerine ince dallar ya da ipler ile bağlanırlar. Ardından balçık halindeki yoğun killi çamur çubukların üzerine dököldükten sonra dövölerek sıkıştırılır (Resim 2.9) (Kömürcüoğlu, 1967, s.65).



Resim 2.9. Cookckson (Living in Mud, 2010).

2.1.5. Yatay ve dikey ahşap destekli kerpiç duvarlar



Resim 2.10. Cookckson (Living in Mud, 2010).

Duvarın sağlamlığını arttırıp, güçlendirmek amacıyla ahşap destekler kullanılıyordu. Yapıda herhangi bir şekilde bölünme yoksa ahşap destekler sıvanın tam altına saklanarak, görünümü etkilemeyecek biçimde gizleniyordu. Taş döşek üzerine tahta destekler yerleştiriliyor, kerpiçle doldurulmaya başladıktan sonra duvar yükselirken yatay tekrar destekler yerleştirilerek yapılıyordu. Bu şekilde hatılla destekleme sistemi günümüzde de görülmektedir (Resim 2.10). Kerpiç duvar ve yapının temeli arasında hatıllarla ızgara sistemi oluşturmak, duvarda oluşabilecek çökme, çatlama gibi tehlikelerin oranını azaltmak için de kullanılıyordu. Derin temele sahip yapılarla, iki ya da üç sıra taş döşekli temel oluşturulmuş yapılarda benzer özellik görülmesi bu iddiayı doğrular niteliktedir. Izgara oluşturarak örülen duvar sisteminin özelliği sadece enine hatıllar kullanılarak yapılmış olmalarıdır. Erken Tunç Çağı'na tarihlenen Alişar

Höyük'e ait bir hisar duvarında enine ve boyuna dizilmiş hatıllar bu sisteme ait bir istisnayı oluşturmaktadır. Bu hisar duvarında enine ve boyuna dizili hatılardan oluşan ızgara kalıntıları ele geçmiştir. Beycesultan'da Erken Tunç Çağı'na tarihlenen temel duvarlarında karşılaşılan ızgara sisteminin, Alishar'da Hitit dönemine tarihlenen dönemde kullanıldığı tespit edilmiştir. Boğazköy'de ise kerpiçten yapıldığı düşünülen hisar duvarlarına ait herhangi bir kalıntıya rastlanmamıştır (Naumann, 1998, s.94). Yapılarda ya da hisar duvarlarında, duvarların alt kısımlarında orthostatlar kullanılmışsa, ızgaralar bu taşların üst kısımlarının yüksekliklerinde uygun biçimde yerleştiriliyor ve aynı yönde uzunlamasına bir hatıla bağlanıyordu. Hatıl ise tek başına duran ağaç çivilerle orthostatlara sabitleniyordu (Naumann, 1998, s.97). Bu bölüme kadar bahsedilen duvar yapıları, kerpiç duvar içine yerleştirilmiş ahşap desteklerin tümü, bağlama hatılları, ızgara biçiminde olup, yatay ahşaplardır. Amaçları ise; duvar sağlamlaştırarak, eğilip bükülmesini önlemektir. Can Hasan'da Erken Kalkolitik çağa tarihlenen 8 cm kalınlığında, güçsüz, yatay ve dikeyde duvarın her iki yüzüne de yerleştirilmiş, çapraz bağlama yöntemiyle bağlanmış ve odun kütüklerinden oluşan bir sağlamlaştırma sistemi görülmektedir (Naumann, 1998, s.98). Beycesultan Megara IX'da kullanılan yatay ahşap destekler de bağlanarak oluşturulmuşlardır. Bu destekler iki türlü yerleştirilirler; duvara bitişik olarak ya da duvarın içine gömülmüş biçimde. Çatalhöyük yerleşiminin 6. ve 7. binyıla ait dönemlerinde kullanılanlar, duvarlara bitişik olup, çatıyı taşıma için yerleştirilmiş ayrıca duvarların bölünmesini sağlamışlardır. Bununla birlikte balçıkla sıvanmış durumdadırlar. Dikmelerin çoğu oda köşelerinde ya da duvarların ortasındadır.

İkinci binyılın başında, duvarların içine dikmeler yerleştirilmeye başlamıştır. Daha önce tek ya da çift yönlü, dıştan yapılan duvar dikmelerinin kökeninin, duvara bitişik dikmeler olduğunu bir kez daha ispatlamış olmaktadır. Bunun bir sonraki aşaması ise çift ve arka arkaya, duvarın her iki yüzüne de konulan dikmelerdir. Bunlarda duvarın ortasında ya da köşelere yakın yerlere konumlandırılan dikmeler, 1-1,5 m ara ile yerleştirilmişlerdir.

Yapısal ve mühendislik olarak ileri gitmeyi sağlamamış bu hatılarda üç ayrı tür saptanmıştır. Birincisinde dikmeler, doğrudan taş döşekler üzerine oturtulmuş, ikincisinde dikmeler altına yuvalar enine sürgü tahtasına oturtulmuş, üçüncüsünde ise taş döşegin sırtı boyunca yerleştirilen dikmeler kalaslar üzerine oturtulmuşlardı. Bu

dikmeler tavan yüksekliğindeki kalasların taşınmasını sağlıyorlardı. 30-40 cm kalınlığındaki kerpiç duvarların taşıma kapasitesini arttırmak için ya da tavan yetersiz kaldığında mukavemeti arttırmak için bu kalasların dikilmesi gerekmekteydi.

Duvarların sağlamlaştırılması için kullanılan ahşap destekler, zaman içinde yok olduğunda, yapıların büyük bir yıkıma uğramaları kaçınılmaz olmuştur. Eski dönemlerde ahşap desteklerin bulunduğu alanlar, duvarların en zayıf noktalarından sayılmaktadır.

2.2. Yassihöyük Kerpiçleri ve Diğer Yapı Malzemeleri

Yassihöyük, Orta Anadolu’da, Kızılırmak’ın doğusunda, Kırşehir merkezinden 20 km kuzeybatıda ve Kaman Kalehöyük’ün yaklaşık 23 km doğusunda, Ankara’dan Kayseri’ye giden yolun kuzey kenarında yer almaktadır (Resim 2.11-12).



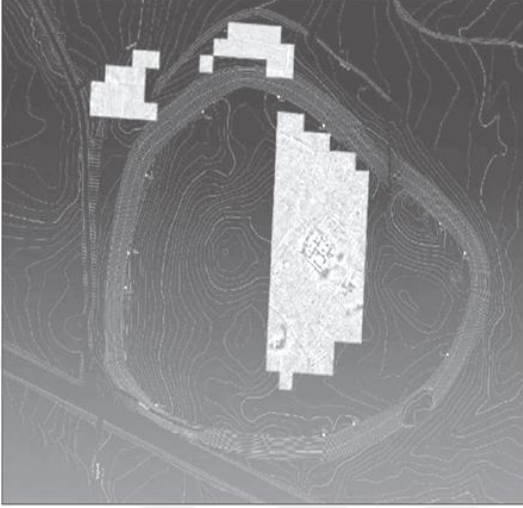
Resim 2.11. Yassihöyük uydı görüntüsü



Resim 2.12 Yassihöyük alan görüntüsü

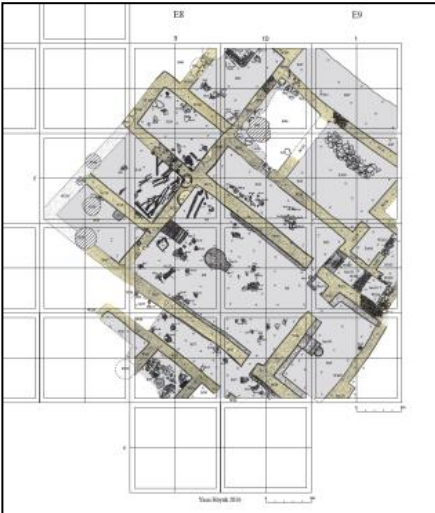
Doğu- batı yönünde 625 m ve kuzey-güney yönünde 500 m genişliğinde, 13 m yüksekliğinde oval ve yassı bir höyüktür. Japon Anadolu Arkeoloji Enstitüsü’nün 1986 yılından günümüze dek yürüttüğü, İç Anadolu Yüzey Araştırmaları dahilinde 1986, 2001 ve 2002 yıllarında incelenen Yassihöyük’te 2007 ve 2008 yıllarında jeomanyetik ve topografik araştırmalar yapılmış, bu araştırmalar yüzey buluntuları ile birlikte incelenmiştir (Mikami ve Omura, 1987, s.126). Bölgeden toplanan küçük seramik ve diğer buluntulardan Hellenistik dönem, Demir Çağı, Orta ve Erken Tunç Çağı’na ait kültür katlarına sahip olduğu öğrenilmiştir.

Jeomanyetik araştırmada (Resim 2.13), höyüğün ortasında, yaklaşık 40x50 m'ye kadar yükselen büyük bina ve diğerk başkayapıların olduğı tespit edilmiştir (Kumagai, 2008, s.171-174).



Resim 2.13. Yassihöyük jeomanyetik araştırma sonucu (Kırşehir Arkeoloji ve Paleontoloji Çalışmaları, 2016)

Bu şekilde kazılar sayesinde, Yassihöyük'te yüzey araştırmalarıyla belirlenen dönemlerle birlikte, M.Ö. 3. Binden M.Ö. 1. bine kadar Orta Anadolu şehir yapısını ve Anadolu tarihindeki yeri açığa çıkarılmıştır. Böylece 2009 yılında höyüğün ortasında 10x10 m'lik 2 plankare ile kazı çalışmalarına başlanmıştır (Resim 2.14) (Şekil 2.1).



Şekil 2.1. Yassihöyük planı

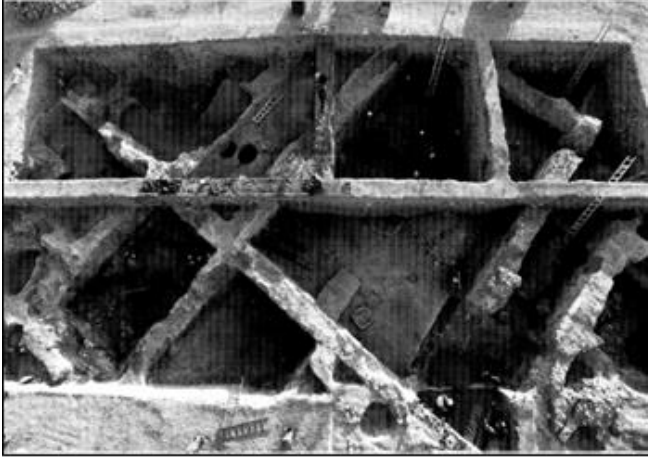


Resim 2.14. Yassihöyük alan fotoğrafı

Günümüzde hala devam eden kazı çalışmaları sayesinde Yassihöyük tepesinde üç kültür katı tespit edilmiştir. Bu kültür katları yukarıdan aşağıya doğru;

1. Kat: Demir Çağı
2. Kat: Orta Tunç Çağı
3. Kat: Erken Tunç Çağı olarak belirlenmiştir.

Katman çalışmalarına ilk olarak 2009 yılında başlanmıştır. Jeomanyetik araştırmalar sırasında fark edilen büyük mimari kalıntının, yangın geçirdiği düşünülen tabakaya ait, 2 m'den fazla yükseklikte olup, kerpiç duvarları korunagelmiş bir yapı olduğu anlaşılmıştır (Resim 2.15). Bu yapının kuzeybatı- güneydoğu ekseninde oturtulduğu, ortada bulunan ve avlu olduğu düşünülen, R8'i de merkez alan koridorların üzerinde bulunan birçok odanın birbiriyle simetrik biçimde yerleştirilmiş oldukları görülmüştür.



Resim 2.15. Erken Tunç Çağı'na ait mimari kalıntılar (Kırşehir Arkeoloji ve Paleontoloji Çalışmaları, 2016)

Elde edilen verilere dayanarak; Kültepe yerleşimi 11b katmanında bir bölümü açığa çıkarılmış olan büyük mimari yapının planı ile aralarında benzerlik olduğu tespit edilmiştir (Emre 1971, Özgüç, 2003, s.268-281, Özgüç, 1965, pl XVI/49 a,b). Hali hazırda tabana kadar inilmiş avlusu bulunan R8 kodlu odada, korunmuş durumda, yaklaşık 2 m yüksekliğinde yine kuzeydoğu- güneybatı doğrultusunda uzanmış olan kerpiç duvar ve bu duvara dayalı şekilde ortaya çıkan bir kaide bulunmuştur. Üç basamağı bulunan bu kaidenin çapı 220 cm'dir ve sıvalıdır. Ayrıca kaidenin kenarları kalın üstüne yuvarlak bir ocak yerleştirilmiş durumdadır (Resim 2.16).



Resim 2.16. Erken Tunç Çağı'na ait mimari kalıntılar (Kırşehir Arkeoloji ve Paleontoloji alışmaları, 2016)

Tespit edilen duvarların yangın geçirdiğı, kazı sırasında dolgu toprağının içinde ele geçen kömürleşmiş ağaç kalıntılarından ve çok sayıda yanmış kerpiç duvar kalıntısından anlaşılmaktadır (Omura, 2009, s.362).

2013 yılında da devam eden kazılarda ortaya çıkarılan önemli binalardan diğerkleri, Orta Demir Çağı'na ait olduğı düşünölen yapılarıdır. E8/d8 kodlu alanda bulunan dikdörtgen formlu kerpiç yapının sadece birkaç temel taşının koruduğı duvarlardan oluşun R65 kodlu odanın duvarlarına bitişik olarak yapılmış sekileri ortaya çıkmıştır. alışmalara bağılı olarak iki költür katı belirlenmiştir. I. Kat Demir Çağı, II. Kat ise Eski Tunç Çağı'nın sonu ya da Orta Tunç Çağı'na geçiş dönemi olduğı düşünölmektedir (Omura, 2013, s.310)

Bununla birlikte, 2015 yılı kazı çalışmaları sırasında, III. Kat yangın toprağında, döneminde, derine kazılmış, bir bodrum ve tek odası bulunan bir kerpiç yapı tespit edilmiştir. Bu duvarın taş temel üzerine inşa edildiğı ve iç yüzeyindeki beyaz sıvasının korunduğı görölmüştür (Omura, 2015, s.345).



3. KERPIÇ BOZULMALARI

3.1. Fiziksel Bozulmalar

3.1.1. Yükselen nem nedeniyle oluşan bozulmalar

Kerpiç yapıların dibinde biriken yağmur ve kar suları, hatalı drenaj sistemleri ya da yapıların yakınlarında bulunan nehir/ havuzlar, yeraltı sularının seviyelerinin yükselmesi nem kaynaklı bozulma oluşumlarına neden olmaktadır. Kerpiç yapı çevresinde yoğunlaşan sular kapiler güç ile kerpiç yapının içine nüfuz ederek ıslanmasına neden olur. Kerpiçler bu suya bağlı olarak yüksek oranda ıslanıp doygunluğa ulaşırlar ve suya maruz kalan bölgelerde ayrışmalar başlar. Buna bağlı olarak en sık görülen bozulma biçimi, kerpiç yapının zemine yakın kısımlarının dökülmeye ya da erozyona uğramaya başlaması ve bağlı olarak duvar diplerinin incilmesi biçiminde karşımıza çıkmaktadır (Dehkordi, 2008, s.40).

3.1.2. Yağmur nedeniyle oluşan bozulmalar

Yapıların üzerine yağan yağmur suları, suyun kerpiç yapılara direkt nüfuz etmesine neden olmaktadır. Bu sayede yağmur suyu kerpiç yapıya doğrudan ulaşmakla birlikte beraberinde yüzey erozyonuna uğramasını getirmektedir. Kerpiç yapıdaki aşınma miktarı yağan yağmurun hızı ile doğru orantılıdır. Hızla yağan yağmura maruz kalan kerpiç yapı üst kısımlarından aşağıya doğru ıslanmaya başlayacak daha sonra, kerpiç çamurlaşır akmaya ve dağılmaya başlayacaktır. Bu akmalara bağlı olarak yapının üst kısımlarında zeminine doğru kanallar açılacak ve bu kanallar zemine doğru inceleyecektir. İncelmenin nedeni; duvarın kuru bölgelerinin suyu emerek şişmesidir. Şişme nedeniyle yapının gözeneklerinde kapanmalar meydana gelerek, suyun alt kısımlara ilerlemesini durdurarak, yapının üst bölgelerinde testere ağzı görünümünde bozulmalar oluşmasına neden olacaktır (Staff, 2006, s.156).

3.1.3. Rüzgârın neden olduğu bozulmalar

Yağmurun yağması sırasında, yüksek hızla esen rüzgâr, yağmur damlalarının hızla kerpiç yapıya çarpmasına neden olmaktadır. Yapı yüzeyine çarpan su damlacıkları, hız ve darbenin etkisiyle yapı yüzeyinden parça kopmalarına ve kerpiç toprağının

yıkanmasına neden olacaktır. Parça kopmalarına bağılı olarak yapı yüzeyinde homojen olmayan bir görüntü oluşacaktır (Feilden, 2004, s.101).

3.1.4. Sıcaklık ve bağılı nem nedeniyle oluşan bozulmalar

Yüksek kil oranına sahip kerpiç yapı toprakları, kilin su ile teması sonucunda şişmesi nedeniyle hacimce genişlemektedir ve daha sonra bünyelerindeki suyun buharlaşmasıyla eski boyutlarına geri dönmektedirler. Bu ıslanma kuruma döngüsüne bağılı olarak toprak tanecikleri arasında boşluklar oluşur. Bu bağılı olarak her defasında bu boşlukların sayısı artar, killer bağlayıcı özelliklerini yitirirler ve parçalanarak yüzey kayıpları oluşmasına neden olurlar. Bu deformasyonun şekli ve oranı kil mineralinin türüne ayrıca oluşan çatlakların miktarı ise kullanılan organik katkılara bağılıdır (Calabria, 2008, s.4).

3.1.5. Sürekli nemden kaynaklanan bozulmalar

Kerpiç yapının bazı bölümlerine doğrudan yağmur suyu temasının olması, yapı duvarlarının alt kısımlarında biriken suyun buharlaşmaması ve bununla birlikte bu alanların sürekli gölgede kalması sonucunda nem, kerpiç yapının içine hapsolacaktır. Yüksek oranda ve sürekli nem, kerpiç yapı toprağının bünyesindeki çözünabilir tuzların çözünmesine, kil mineraline bağılı olarak iyon alışverişi başlamasına dolayısıyla ayrışmalara, derin yarıma ve kırılmalara neden olmaktadır (Torraca, v.d. 1972. s.287).

3.1.6. Yüksek sıcaklık nedeniyle oluşan bozulmalar

Kilin bağlayıcı özelliği toprakta bulunan nem miktarına bağılıdır, kuruma sırasında toprak tarafından absorblanan nem miktarı çoğunlukla doğal olarak toprak bünyesinde kalmaktadır. Ancak sıcak ve kuru iklime sahip bölgelerde toprakta bulunan doğal nemin buharlaşmasıyla kerpişte erozyon ve aşınmalar görülmekte buna bağılı olarak kerpiç direncini kaybetmektedir. Bu tür kerpiçlerde çok hızlı biçimde aşınma ve dağılmalar görülür (Helmi, 1990, s.279).

3.1.7. Düşük sıcaklık sonucu oluşan bozulmalar

Doğa olayları (kar, yağmur...) sonucunda kerpiç yapıya nüfuz eden su, sıcaklığın düşmesi ile birlikte, yüzeye yakın alanlarda donmasına ve tekrar sıcaklığın

yükselmesiyle erimenin görülmesine neden olur. Bu tür döngüler sonucunda kerpişte süngerimsi bir görüntü oluşur. Genellikle yüksek yerlerde, hava sıcaklığının donma derecesine yakın olduğu bölgelerdeki kerpiç yapılarda rastlanmaktadır (Qu vd., 2007, s.154).

3.1.8. Değişkenlik gösteren hava sıcaklıklarından kaynaklanan bozulmalar

Yüksekliği fazla olan kerpiç duvarlarda, genelde 10 m arayla oluşan dikey çatlaklar tespit edilmiştir. Bu tür çatlaklar, yarılmalar sıcaklık farkından kaynaklı olarak sıcaklık değişiminden meydana gelmektedir. Yıl içerisindeki sıcaklık ve nemin değişiminin meydana getirdiği bu bozulmalar, yapının birbirine bağlandığı duvarların birleşim yerlerinde sıklıkla görülmüştür (Robbins vd., 1979, s.29).

3.1.9. Suda çözünebilen tuzlar nedeniyle oluşan bozulmalar

Kerpiçlerin organik katkı olmasından kaynaklı olarak osmotik basınca uğraması söz konusudur. Taş ve tuğla duvarlara oranla daha az osmotik basınç ve buna bağlı olarak yükselen nemin 30-40 cm'ye kadar yükseldiği görülmektedir. Kerpiç yapı duvarlarının alt kısımlarında biriken suyun, yukarı doğru taşınması sırasında suda çözünebilen tuzlar, toprak taneleri arasına yerleşip suyun kurumması sonucunda çiçeklenmeye neden olmaktadır. Çiçeklenme sonucunda, zaten yumuşak bir yapıya sahip olan kerpiç, tuzların da baskısıyla daha da hassas hale gelerek tozumaya başlamaktadır. Kerpiç duvarların yapımı esnasında, bitirilen duvarlar, çok sıkı ve gözeneksiz bir doku oluşturacak şekilde ince elenmiş kerpiç çamuru ile sıvandığından, çözünebilen tuzlar yüzeye ulaşamadığı için kabuk altı çiçeklenmeleri olarak karşımıza çıkmaktadırlar. Bu da duvar yüzeyinden parça kopmaları ile sonuçlanan fiziksel tahribata neden olmaktadır (Vonkonov, 2002, s.70).

3.1.10. Yapım malzemelerinin neden olduğu bozulmalar

Kerpiç yapımında kullanılan toprak türünde, yoğun miktarda kuvars ve feldspat gibi bağlayıcı özelliği zayıf olan minerallerin bulunması, kuruma sırasında bağlayıcı özelliklerinin azalması nedeniyle çatlak oluşumuna neden olmaktadır. Yine kerpiç yapımında kullanılan kil türlerinde yüksek oranda montmorillonit bulunması, yüksek su tutma kapasitesi bulunduğundan, kuruma sırasında çok fazla küçülmeye uğramasına bu nedenle kerpişte çatlakların oluşmasına neden olmaktadır. Bir yapıda

birden fazla türde kil çeşidinin kullanılması ise yapının her bölgesinde kuruma hızının farklı olması dolayısıyla çatlak ve yarık oluşmasına neden olacaktır. Kerpiç çamurlarının hazırlanırken belli bir süre dinlenmeye bırakılması ve mümkün olduğu kadar iyi yoğurulması gerekmektedir. Bu işlemden sonra kil minerali tamamen suya doycak ve homojen bir şekilde yayılmış olacaktır. Bunun aksi biçimde hazırlanmış kerpiçler ise atmosferik koşullardan oldukça fazla etkilenmekte ve hacimsel olarak genişlemeye uğramaktadır. Artan hacim baskı oluşturacağından farklı boy ve derinliklerde çatlak/ yarık oluşumu görölmesi mümkündür (Warren, 1999, s.138).

3.1.11. Rüzgâr erozyonundan kaynaklanan bozulmalar

Kerpiç yapıların çevresindeki rüzgâr akış hızı, yapının şekline ve yüksekliğine bağlıdır. Yapının zemine yakın bölümlerinde rüzgâr hızı az, üst bölümlerinde ise daha fazladır. Hıza bağlı olarak rüzgârın taşıdığı parçacıklar yapıda aşınma ve hatta parça kopmalarına neden olmaktadır. Bununla birlikte sert esen rüzgârlar hızlı kurumaya neden olarak kerpiç yapıda büzölme, çatlak oluşumları ve yüzey aşınmalarına neden olacaktır (Dehkordi, 2008, s.53).

3.2. Biyolojik Bozulmalar

Toprak içinde yaşayan her türlü canlı organizma, toprağın canlı bölümünü oluşturmaktadır ve biyolojik faktörler olarak adlandırılmaktadır. Kerpiç harcının yapımı sırasında kullanılan ot, saman vb. bitkiler pek çok canlı için besin kaynağıdır. Böcek, mantar, sürüngen ve bakteriler kerpiçlerin bozulmasında dolaylı ya da doğrudan rol oynamaktadırlar. Böceklerin toprakta oluşturduğu yuva ya da kanallar, yapısal bozulmalara ve tahribata neden olurlar (Dede, 1997, s.78).

Kerpiç toprağında yaşayabilen bitki türlerinin, köklerinin kerpiç içinde büyüyerek gelişim göstermesi sırasında, hacimsel olarak büyümesi, kerpiç yapı duvarları içinde kanallar oluşturmaya ve yapıyı genel olarak zayıflatarak dağılmasına neden olmaktadır. Bu bitki ya da kökleri ile beslenen canlılardan kaynaklanan tahribatı da beraberinde getirecektir (Gayurfar, 2009, s.147). Bu tür bitkilerin temizlenmesi sırasında insanların, bilinçsizce yaptıkları müdahalelerin de yapının bozulmaya uğramasında etkisinin olması mümkündür.

3.3. Hatalı Uygulamalardan Kaynaklanan Bozulmalar

Çimento harçlar, dolgu malzemeleri ya da sıvaların içeriğinde çok yüksek miktarlarda çözünebilir tuz bulunduğu bilinmektedir. Bu malzemelerin yapısının sert olması ve genleşme katsayısının yüksekliği, kerpiç onarımı sırasında kullanıldığında büyük zarara neden olmaktadır. Kerpiç yapıda nemlenmeye ve tuzlanmaya neden oldukları göz önünde bulundurulduğunda, ciddi boyutlara ulaşan hasarlar görmek mümkündür (Staff, 2006, s.52).

3.4. Depremlerin Neden Olduğu Bozulmalar

Kerpiç kullanımının görüldüğü bölgelerde, her yıl yapılan bakımlar esnasında duvarların dış yüzeylerinin sıvanarak onarıldığı bilinmektedir. Bu durum zaten ağır bir yapı malzemesi olan kerpici, her yıl bakım sırasında kalınlaşıp giderek daha fazla ağırlaşmasına neden olmaktadır. Ağır olmasına neden olan bir diğer etken ise kerpiç duvarlar kurutulduktan sonra çatılarının da topraktan yapılıyor olmasıdır. Bölgede meydana gelebilecek bir deprem sırasında kerpiç yapının her bölümünün farklı yönlerde hareket etmesi olasılığı ve duvarların ağır çatıyı taşıyamayarak yıkılması olasılığı bulunmaktadır (Leroy, 2000, s. 76).

3.5. Yangının Neden Olduğu Bozulmalar

Kerpiç yapıların bulunduğu alanlardaki yangınlar ve yapının yangın geçirmesi, organik malzemelerin tutuşmasına neden olmaktadır. Yangın sırasındaki sıcaklık 200°C'nin üzerine çıktığında önce kerpişte bulunan su hızla buharlaşmaya başlar, 450-600°C'ye ulaştığında moleküllerin içinde bulunan su da hızla kaybolur ve renk değişimi başlar. Yangın sırasındaki oksijen miktarına bağlı olarak açık kahverengi, turuncu, kırmızı renklere dönüşebilmektedirler (Berna ve Behar, 2007, s.360).

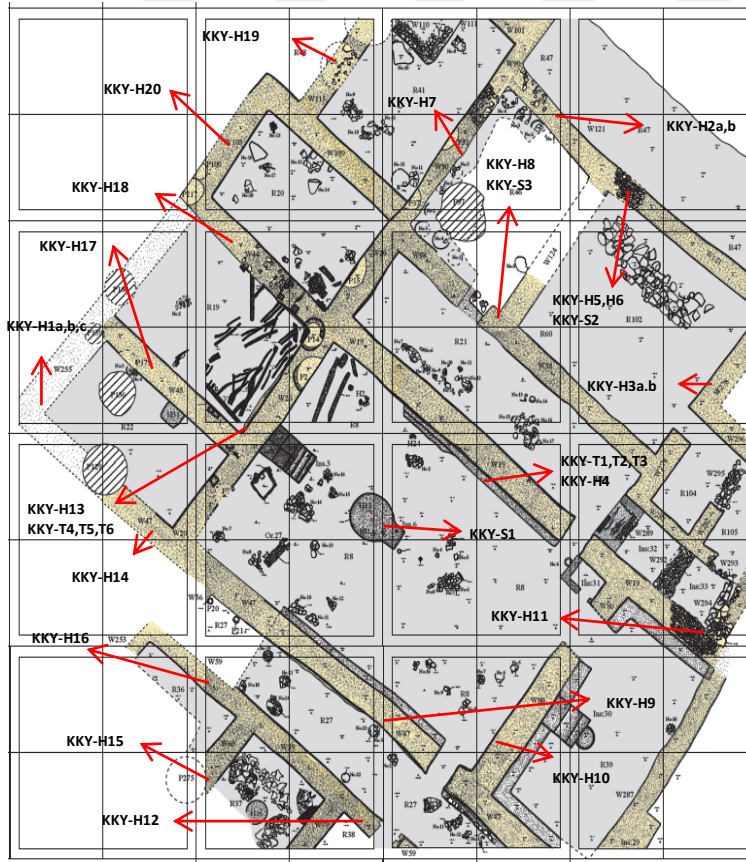


4. KIRŞEHİR-YASSIHÖYÜK YERLEŞİMİNE AİT YAPI MALZEMELERİNİN ÖRNEKLEME, BELGELEME ÇALIŞMALARI ve ARKEOMETRİK ANALİZLER

Kırşehir-Yassihöyük kerpiçleri ile ilgili çalışmada önce örnekleme ve belgeleme çalışmaları yapılmıştır.

4.1. Örnekleme

Çalışmaya ait örneklemeler 2017 yılı Mayıs ve Ekim aylarında iki kez yapılan saha çalışması ile toplanmıştır. 2017 Mayıs ayında, 2016 yılı kazı çalışmaları sırasında, Japon Arkeoloji Enstitü binası deposuna taşınan kerpiç tuğlalardan alınan altı örnek ile işe başlanmıştır. Daha sonra yine 2017 yılının Ekim ayında, kazı sezonu çalışmalarının son safhasında, kerpiç malzeme ile ilgili daha geniş ve detaylı bilgilere ulaşabilmek ve daha fazla örnek alabilmek amacıyla saha çalışmalarına tekrar katılmıştır.



Şekil 4.1. Yassihöyük planı

Çalışmalar sırasında yapılardaki görsel, teknik ve mekânsal olarak farklılık arz eden ve kerpiç çeşidi açısından farklılık olup olmadığının anlaşılması için araştırmalar yapılmıştır. Höyüğün farklı yapım teknikleri ve dönemlere ait olduğu düşünülen duvarlarından örnekler alınmıştır (Şekil 4.1).

İncelenen kerpiç örneklerini Erken ve Orta Tunç Çağı'na ait kerpiç tuğla ve sıva olarak incelemek mümkündür. Kerpiç duvarlardan alınan örnekler uygulama/işlevlerine göre kerpiç tuğla ve kerpiç sıva olarak ayrılmaktadır (Çizelge 4.1).

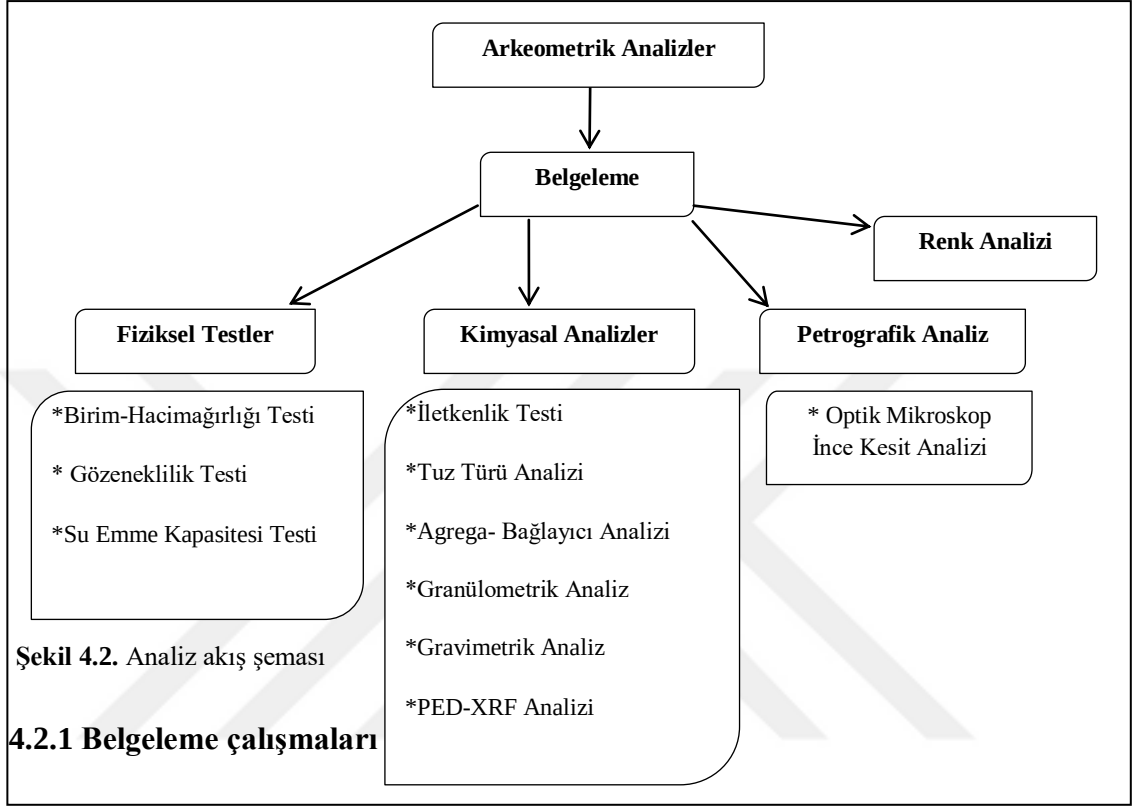
Taş örnekler, kerpiç duvarların temel taşlarını oluşturduğu düşünülen taşlardan alınmıştır. Kerpiç duvarların bulunduğu bölgelerde çalışılmıştır.

Çizelge 4.1. Örneklere ait analiz tablosu

Grup Kodu	Foto	Fiziksel Testler (Birim Hacim Ağırlığı, Gözeneklilik, Su Emme Kapasitesi)	Petrografik Analiz	PED - XRF	Agrega / Bağlayıcı Oranı Analizi	Gravimetrik Analiz (Kızdırma Kaybı Analizi)	Suda çözünen tuz testleri (İletkenlik Analizi)	Tuz Türü Analizi	Renk Ölçümü
Kerpiç Harçlar KKY-H	24	18	12	24	24	24	24	24	24
Kerpiç Sıvalar KKY-S	3	2	2	3	3	3	3	3	3
Taş Örnekler KKY-T	6	-	6	6	6	6	6	6	6

4.2. Analizler

Yapı örneklerine ait arkeometrik analiz şeması aşağıdaki gibidir (Şekil 4.2).



Yassihöyük'ün kerpiç yapılarından toplanan yapısal ve çevresel malzemelerin alanda ve laboratuvar ortamında belgelenmeleri yapılmıştır. Örnek alınan kerpiç duvarlara kod verilmiş ve bu kodlara göre mimari çizim planlarına işlenmiştir.

Belgeleme çalışmaları, arazi ve laboratuvar olarak iki safhada gerçekleştirilmiştir. Arazide örnek alınan noktalar ile ilgili höyüğün detaylı fotoğraflamaları yapılmış, örneklerle ait fotoğraf katalogları hazırlanarak höyüğün çizimleri üzerine örneklemeler işaretlenmiştir. Ardından laboratuvar ortamında örnekler gruplara ayrılarak, daha detaylı fotoğraflanmaları sağlanarak belgelenmiş (Ek 2), gruplandırılarak kodlanmışlardır.

Kodlamalar, örneklerin alındığı yere ve malzeme türlerine göre yapılmıştır. Kırşehir ilinde bulunan Yassihöyük kerpiç örnekleri çalışılan belirtmek amacıyla Kırşehir ilinin baş harfi "K", bulunduğu ilçe olan Kaman'ın belirtilebilmesi için Kaman'ın "K"sı ve Yassihöyük'ün de belirtilebilmesi için "Y" harfi ile kodlanmış ardından örnek türlerine göre harfler verilmiştir. Malzeme türlerine göre;

- Kerpiç (tuğla) harçları (H),
- Taşlar (T),
- Sıva (S),
- Dolgu Toprağı (D) ile gösterilmiştir.

Bazı kerpiç tuğlaların farklı bölgelerini belirtebilmek için ise alınan örnekler de a,b,c gibi küçük harflerle ayrılmıştır. Kodlamadaki ön ek KKY (= Kırşehir, Kaman, Yassihöyük) bölgeyi, KKY-H1 kodu da Höyükte bulunan kerpiçlere ait örnek grubu içinde 1 No'lu kerpiç harcı örneğini ifade etmektedir (Ek-2).

4.2.2 Renk Analizi

Kerpiç örneklerin renk değerleri uluslararası standartlara göre belgelenmiştir. Örneklerin renkleri; portatif renk ölçer (ColorQA Pro System III programı içeren) kullanılarak tespit edilmiştir. Renk tespitlerine göre, sadece ana/ara renkler ya da açık/koyu gibi renk tanımlamaları ile renkler tam olarak tespit edilememektedir. Bu konuyla ilgili birçok alan için çeşitli renk sistemleri oluşturulmuştur. CIE L*a*b* (Commission Internationale de L'Eclairage) renk sistemi, belgeleme amacıyla en sık kullanılan, standart renk sistemidir. 0 ile 100 değerleri arasında değişen (L) değeri rengin açıklık/koyuluk değerini (siyah: 0 ve beyaz: 100), 0 ile (+60) arasında değişen (+a) değeri renkteki kırmızı yoğunluğunu, 0 ile (-60) arasında değişen (-a) değeri rengin yeşil yoğunluğunu, 0 ile (+60) arasında değişen (+b) değeri rengin sarı yoğunluğunu ve 0 ile (-60) arasında değişen (-b) değeri de rengin mavi yoğunluğunu göstermektedir (Ohno, 2007).

4.2.3 Arkeometrik analizler

Arkeometrik analizler temel fiziksel testler, kimyasal ve petrografik analizler olarak üç grupta oluşmaktadır. Temel fiziksel analizler; birim hacim ağırlığı, su emme, gözeneklilik, sertlik testlerinden, kimyasal analizler; iletkenlik analizleri (suda çözünebilen tuz testleri), asidik agrega/bağlayıcı analizi, granülometrik elek analizi (agregada tane boyutu dağılımı), gravimetrik analizi (kızdırma analizi), X-Işını

Fluoresans analizinden (PED-XRF) ve petrografik ince kesit optik mikroskop analizlerinden oluşturmaktadır.

Temel fiziksel testler

Yapı malzemelerinin dayanımları, fiziksel özellikleri belirlenmiş standart sınırlar içinde dayanımlı/dayanımsız olduklarını açıklamaktadır. Görsel açıdan sağlam (dayanıklı) olarak düşünülen malzeme grupları iklim (mevsimsel döngüde sıcaklık ve nem değişimi, donma çözülme döngüsü gibi), çevre (sanayi bölgelerine ya da atık alanlara yakınlık, vb.) ve insan gibi etkilere karşı olumsuz yönde ani veya orta/uzun dönemli tuzlanma, çatlama, kopma, yapraklaşma, siyah tabaka(jips) oluşumu, mikro/makrobiyolojik oluşumlar gibi bozulmalara uğrayabilmektedirler. Fiziksel testler sayesinde (birim hacim ağırlığı ve gözeneklilik gibi) bölgeye ait kerpiç yapı malzemesinin özgün niteliklerini koruyup korumadıkları ve ne derece uzaklaştıklarını tespit etmek mümkün olabilecektir.

Birim Hacim Ağırlığı Testi

Temel fiziksel özelliklerden olan birim-hacim-ağırlık, gözeneklilik ve su emme kapasitesi testleri RİLEM standartlarına göre uygulanmıştır. (Rilem, 1980, s. 71-82).

Buna analize göre örnekler etüv içinde 35°C de sabitlenip dışardan aldığı nemden arındırılarak tartılmıştır (m_{kuru}). Ardından oda sıcaklığında 24 saat saf suda bekletilen örnekler yarım saat vakumda bekletilerek, suya doymuş ağırlıkları tespit edilmiştir (m_{suda}). Suyu doymuş örnekler su içinde tartılarak Arşimet ağırlıkları bulunmuştur ($m_{arş}$). Elde edilen değerler aşağıdaki gösterilen eşitliklerde yerlerine

konularak birim hacim ağırlığı, gözeneklilik, su emme kapasiteleri hesaplanmıştır. Birim hacim ağırlık, değeri, kütlenin hacime oranı olup aşağıdaki gibi formülle edilmektedir (Rilem, 1980, s. 71-82).

$$d = (m_{kuru}) / (m_{suda} - m_{arş})$$

Burada,

$$d = \text{birim hacim ağırlık (g/cm}^3\text{)}$$

m_{kuru} = kuru ağırlık (g)

m_{suda} = suya doymuş ağırlık

$m_{arş}$ = su içindeki ağırlık (g)'dir.

Gözeneklilik Testi

Gözeneklilik (P), kütle içinde bulunan boşlukları belirlemek için hesaplanarak, hacimce yüzde olarak gösterilmektedir.

$$P (\% \text{ hacim}) = ((m_{suda} - m_{kuru}) / (m_{suda} - m_{arş})) \times 100$$

Su Emme Kapasitesi

Atmosferik şartlar altında, açık gözenekleri aracılığıyla kapiler etki dolayısıyla taş, harç, sıva, tuğla/kiremit gibi malzemelerde su emme katsayısının belirlenmesidir. Suyun etkisiyle malzemede oluşan donma/çözülme etkisi gibi bozulmalar malzemenin dayanıklılığını etkilemektedir. Dolayısıyla malzemenin su emme kapasitesi ve bünyesine giren suyun miktarı önemlidir (Alkan vd., 2011, s.85).

Su emme kapasitesi (SEK), hacimce örneğin bünyesine alabildiği su hacminin, örneğin boşlukları dahil tüm hacmine oranı olarak tanımlanarak, boşlukların taşıyabileceği en fazla su miktarının tespiti için yapılmaktadır (TS 8615, Ulusay vd., 2011, s.13).

$$SEK (\%) = ((m_{suda} - m_{kuru}) / m_{kuru} \times 100)$$

Kimyasal analizler

Yapı malzemelerinin kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla iletkenlik analizi, agrega/bağlayıcı oranını belirlemek için asidik analiz ve granülometrik elek analizleri yapılmıştır. X-ışını Floresans (PED-XRF), Petrografik ince kesit optik mikroskop analiz yöntemi kullanılarak malzemelerin kimyasal özellikleri belirlenmiştir.

İletkenlik Testi

Çözeltilerin elektrik akımını iletme yeteneği olarak tanımlanmaktadır. Harç ya da sıva örneği toz haline getirildikten sonra tuz testi için hazırlanmış olan stok çözeltilerin spot testlerinin ardından iletkenlikleri ölçülmektedir. Stok çözeltinin hazırlandığı deiyonize suyun iletkenlik değeri 8 ile 10 μ S aralığında olduğundan, harç ya da sıvanın içerdiği tuz ve safsızlıklarından dolayı bir iletkenlik değeri tespit edilmektedir. Elde edilen değer ve suyun iletkenliği, suda bulunan iyonların türü toplam iyon konsantrasyonları ve sıcaklık gibi değişkenlere bağlıdır. Stok çözelti içindeki tuzların toplam miktarı, iletkenlik değerinin kondaktometrenin ilgili fonksiyonu ile hesaplanır ve alınan toz örneğin miktarına göre hesaplanarak sonuç elde edilir (Alkan vd., 2011, s.58).

Tuz Türü Analizi

Örnekler üzerinde yapılacak tuz testleri, yapıların fiziksel durumları hakkında bilgiler vermektedir. Çeşitli yapı malzemelerinin içeriğinde doğal olarak ya da suda çözünerek sonradan malzemelerin bünyesine kapiler etki ile taşınan tuzlar, hem malzemenin kendisinde, hem de temas halinde oldukları diğer malzemelerin yapılarında gerçekleşebilecek kimyasal değişimler hakkında bilgi vermektedir (Koralay, Duman, Kadioğlu ve Akyol, 2016, s.8).

Örneklerin tuz içerikleri ve toplam tuz miktarının belirlenmesi için; 25 ml su içerisine alınan 5 gram örnek, 1 saat santrifüjlenerek süzildükten sonra üzerine standart sodyum hekzametafosfat eklenmektedir. Hazırlanan örneklerin toplam tuz içerikleri iletkenlik ölçer ile (Neukum Serie 3001 marka iletkenlik/pH/sıcaklık ölçer ile) kondaktometrik olarak kaydedilmektedir.

Kırşehir-Kaman-Yassıhöyük'e ait kerpiç tuğla, kerpiç sıva, toprak ve taş örneklerinde (yüzeyinde ya da gözeneklerinde) belirlenen, suda çözünen toplam tuz miktarı ortam pH değerleri belirlenmiştir (Koralay vd., 2016, s.8) (Black vd., 1965; Feigl, 1966, s.58-104).

Taş, harç ya da sıva örnekleri toz haline getirilip 1gram alınır ve saf su içinde karışım hazırlanır. Ardından 48 saat süre ile bekletildikten sonra cam baget ile karıştırılıp kondaktometre ile ölçüldükten sonra kaydedilir.

Agrega / Bağlayıcı Analizi

Kerpiç sıva ve harçlarının içerisinde bulunan agrega ve bağlayıcıları belirlemek için asidik analizler uygulanmış olup tespit edilen agrega boyutlarını belirlemek için ise granülometrik elek analizi kullanılmıştır.

Kurutulmuş beherin 0,01 gram hassasiyetle darası alınarak kaydedilir (W_0). Ardından behere yaklaşık 20-25 gram örnek konularak tartılır ve tekrar değeri alınır (W_1) Daha sonra örnek 105°C'lik etüvde kurutulur. Kurutulmuş örnek desikatörde soğutulduktan sonra tekrar tartılıp ağırlığı (W_2) kaydedilir.

Tartım işlemlerinden sonra örnek üzerine yaklaşık 25 ml %10'luk hidroklorik asit (HCl) konularak çeker ocakta beklemeye bırakılır. Periyodik aralıklarla bagetle karıştırılarak üzerine HCl eklenmeye devam edilir. Bu işlem, örnekle asidin reaksiyonu durana kadar devam eder. Deney sonucunda üstte kalan çözelti saf su kullanılarak örneğin nötr hale getirilmesine başlanır. Nötralizasyonun sonunda beherde kalan örnek 105°C'de 4 saat kurutulur. Desikatörde soğutulan kuru örnekler tartılarak W_3 değeri belirlenir; % nem ve % asit kayıpları hesaplanır (Alkan vd., 2011, s.57).

$$\% \text{ Kalan} = (W_3 - W_0 / W_1 - W_0) \times 100$$

$$\% \text{ Kayıp} = 100 - \% \text{ Kalan}$$

W_0 : Kuru beher ağırlığı

W_1 : W_0 + Örnek

W_3 : W_0 + Asit sonrası kalan kuru örnek

Granülometrik Analizi

Asit kaybı sonrasında kalan örnekler önce 105°C'de sabit tartıma kadar kurutulur ve desikatörde soğumaya bırakılır. Elek analizi, 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm, 63 µm boyutlu elekler kullanılarak yapılır (Alkan vd., 2011, s .58).

Gravimetrik Analiz

Toz haline getirilmiş örnekler üzerinde artan sıcaklıklara karşı, ağırlık değişimden faydalanarak yapılan kızdırma kaybı (kalsinasyon) analizi ile örnekteki nem, molekül suyu, organik madde ve kalsiyum karbonat (CaCO_3) gibi maddelerin yüzde olarak oranları belirlenebilmektedir (Alkan vd., 2011, s.62).

Kuru haldeki porselen krozelerin darası (W_d) alınır, içine yaklaşık 1 gram toz koyulduktan sonra örnek tartılarak elde edilen değer (W_0) kaydedilir.

Örnekler 105°C 'deki etüvde dört saat süre ile bekletilir. Etüvden çıkarıldıktan sonra desikatörde soğumaya bırakılan krozeler soğuduktan sonra tartılarak ağırlıkları (W_1) belirlenir, tespit edilen ağırlık kaybı, örneğin içeriğindeki nemden kaynaklanmaktadır.

Yüzde olarak nem hesaplaması

$$\% \text{ Nem} = (W_0 - W_1 / W_1 - W_d) \times 100$$

W_d : Kuru krozenin ağırlığı

W_0 : W_d + Örnek

W_1 : 105°C kurutulmuş örneğin ağırlığı

Daha sonra; örnekler 450°C 'deki kül fırınında 3 saat süre ile bekletilir. Ardından tekrar desikatöre alınan örnekler soğutulduktan sonra tartılır ve tekrar tartım sonuçları (W_2) kaydedilir.

Örneğin içerdiği Molekül Suyu ve Organik Madde miktarının hesaplanması için,

$$\% = (W_1 - W_2 / W_1 - W_d) \times 100$$

W_d : Kuru krozenin ağırlığı

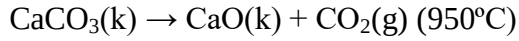
W_1 : 105°C kurutulmuş örneğin ağırlığı

W_2 : 450°C kurutulmuş örneğin ağırlığı

Örnekler; 950°C 'deki kül fırınında 3 saat süre ile bekletilir. Soğumaları sağlandıktan sonra tartılır (W_3) sonuçlar kaydedilir.

Kızdırma kaybı analizi sayesinde örnekteki su buharı; molekül suyu ve organik maddelerin miktarı, bununla birlikte örnekten uzaklaştırılan karbondioksit (CO₂) miktarı dolayısıyla bağlı olarak kalsiyum karbonat (CaCO₃) miktarı belirlenmektedir (Alkan vd., 2011, s.62).

Örneklerin CaCO₃ miktarının hesaplanması



950°C’de örneğin içeriğindeki kalsiyum karbonat (CaCO₃) ayrışıp, yapısından gaz halinde karbondioksit (CO₂) ayrılır. Örneğin ağırlığındaki fark belirlendikten sonra karbondioksit (CO₂) miktarı ve tüm bu sonuçlardan ve reaksiyondaki bileşiklerin mol ağırlıklarından örneklerdeki (CaCO₃) miktarı hesaplanır.

Örneklerdeki CaCO₃ miktarı yukarıda belirtilen reaksiyona göre; molekül ağırlıkları ve tartım değerleri kullanılarak aşağıda belirtilen orantıyla hesaplanmaktadır:

$$\% \text{CaCO}_3 = ((W_0 - W_3) \times 100) / 44 / (W_0 - W_d) \times 100$$

CaCO₃ mol ağırlığı: 100 g.mol⁻¹

CO₂ mol ağırlığı: 44 g. mol⁻¹

W_d: Kuru krozenin ağırlığı, g

W₀: W_d + Kuru örnek ağırlığı, g

W₃: 950°C kurutulmuş örneğin ağırlığı

Bu analizle örnekteki su buharı miktarı 105°C sıcaklıkta, organik madde ile molekül suyu miktarı 450°C sıcaklıkta ve karbondioksit kaybından yararlanılarak hesaplanan kalsiyum karbonat (CaCO₃) miktarı da 950°C sıcaklıkta tespit edilmektedir (Alkan vd., 2011, s.63).

PED-XRF Analizi

X-ray Flouresans (XRF)’in, yani X-ray veya gamma ışınlarıyla uyarılmış bir maddeden, karakteristik ikincil (floresans) X ışınlarının emisyon tekniğinin türüdür.

Bir örneğin araştırılması, maddenin yüklü parçacıklarla vurulması ile yaydığı X ışınlarının analizine, özetle, elektromanyetik radyasyon ve maddenin etkileşimleri ile açıklanmaktadır. Karakterizasyon kabiliyeti, çoğunlukla, bileşenlerin kendine özgü bir atomik yapısı olmasına bağlıdır ve bu atomik yapılara özgü X ışınlarının birbirlerinden ayırt edilebilmesi prensibiyle çalışmaktadır (Alkan vd., 2011, s.77; Küçükaya,2004 s.141).

Bir cisme gelen elektromanyetik dalga, hareketli bir parçacık, titreşimli dalga ile ilerlediği için belirli fiziksel koşullar oluştuğunda, malzemeye nüfuz ederek farklı fiziksel etkilere (saçılma, ısı, elektron ve flüoresans X- Işınları) neden olmaktadır.

Bu çalışma sırasında SPECTRO X-Lab 2000 marka spektrometre Polarize Energy Dispersive X-Işını (PEDX) sisteminde kullanılmıştır. Spektrometre kütüphanesinde kayıtlı olan, toplam 92 tür bulunmaktadır. Standartlarda jeoloji, metal, malzeme bilgisi ve yağ çözeltilerine varan özel standartlar da bulunmaktadır. X-Lab 2000 PEDX spektrometresi atom numarası 11 olan sodyum dahil olmak üzere (Na), 92 olan uranyuma (U) kadar ulaşılabilen elementleri analiz etme özelliğine sahiptir. Cihazın hassasiyet aralığı, ağır elementler için 0,5 ppm ve hafif elementler için ise 10 ppm seviyesindedir. Örnek alımı toz, toz pelet, cam pelet, kayaç parçası ve çözelti alabilecek niteliktedir (Inal vd., 2009, s.46; Zhan, 2005, s.207).

Örneklerin element içeriklerinin belirlenmesi için X-ışını Fluoresans yöntemi (Polarized Energy Dispersive-PED-XRF) kullanılmıştır. Yapılan incelemelerde SPECTRO X-Lab PEDX 2000 model spektrometre kullanılmış olup (Pollard ve Heron, 1996), PED-XRF analizi sonucunda elde edilen bilgilerle harç ve sıvaların bileşim özellikleri çimentolaşma indeksi (CI: Cementation Index) verileri (Çizelge 4.2) ile değerlendirilmiştir (Boynton, 1980).

Çizelge 4.2.Harç ve sıva örnekler için Çimentolaşma İndeksi (Cementation Index) değerleri

Lime Type (Kireç Türü)	Cementation Index (CI)	CI
Fat Lime (Yağlı Kireç)	YK	<0,30
Weakly Hydraulic (Lime Zayıf Hidrolik Kireç)	ZHK	0,30 - 0,50
Moderately Hydraulic Lime (Ortalama Hidrolik Kireç)	OHK	0,51 - 0,70
Eminently Hydraulic Lime (Hidrolik Kireç)	HK	0,71 - 1,10
Natural Cements (Doğal Çimento)	DÇ	1,11-1,70
Cement/Natural Cements (Doğal Çimento/Çimento)	DÇ/Ç	1,70<

Petrografik Analiz (Optik Mikroskop İnce Kesit Analizi)

Petrografik analizler sayesinde harç ve sıvalara ait agrega-bağlayıcı miktarları ve bu agregaların türleri ayrıca özellikleri belirlenir, olası kaynak alanları üzerine tahminler yürütülebilir. Kayaçlarda mineral içeriği, dokusu bulunuyorsa ayrışma, bozulma durumları tespit edilir ve kayacın türü belirlenir. Yapıda kullanılacak taş için önerilerde bulunulabilir (Alkan vd., 2011, s. 68).

Mikroskobik tanımlamada ise malzemenin dokusu, bileşenleri, mineralleri ve tanecikleriyle, matriksi (hamur) hakkında tanımlamalar yapılabilmektedir (Alkan vd., 2011, s.70; Kerr 1977; Rapp, 2002).

Taş/kayaç, toprak, kerpiç harç ve kerpiç sıva örneklerinin ince kesitleri hazırlanıp optik mikroskop ile incelenmiştir. Hazırlanmış ince kesitler; örneklerde dıştan içe doğru tüm tabakalar görülebilecek şekilde hazırlanmıştır. İncelemeler LEICA Research Polarizan DMLP Model alt ve üstten aydınlatmalı optik mikroskop ile yapılmıştır. Fotoğraflamalar ise mikroskoba bağlı şekilde *Leica DFC280* dijital kamerayla, değerlendirmeler de *Leica Qwin Digital Imaging Programı* ile yapılmıştır. Yassihöyük kerpiç yapılarına ait örneklerin petrografik incelemeleri için de dıştan içe doğru, tüm tabakaları gösteren ince kesitleri; taş/kayaç, kerpiç harç, kerpiç sıva ve toprak örnekleri için hazırlanmıştır.

5. KIRŞEHİR-KAMAN-YASSIHÖYÜK YAPI MALZEMESİ ÖRNEKLERİNE AİT ARKEOMETRİK BULGULAR

Çalışma kapsamında Kırşehir- Kaman- Yassihöyük' e ait kerpiç harç- sıvalarına, taş ve toprak örneklerine uygulanan renk analizi değerlerinin tespit edilmiştir. (Ek-2 Çizelge 5.1). Comission Internationale de l'Eclairage (CIE) 'nin Lab spektroskopisi, açıklık ve koyuluk ile ilgili yapılan, tahribatsız renk ölçümü yapılmıştır. 0 ile 100 arasındaki bu değerler, 0'a yaklaştıkça rengin açıldığını, 100'e yaklaştıkça koyulaşmayı göstermektedir. Bu açıklık koyuluk değerleri L ile ifade edilmektedir. Görülebilir alandaki renklerin geometrik dizilimi renk uzayı olarak tanımlanmaktadır. Renk uzayı, renklerin sayısal ifadesini objektif sınıflandırmasını sağlar. L*a*b sayısal değerleri, insan gözü algısına yakın oluşturulmuştur (Güney, 2017. s 93).

5.1. Kerpiç Harçlar

Yassihöyük'te bulunan yapı malzemelerinden olan kerpiç harçları incelenerek, 20 harç örneği üzerinde arkeometrik analizler yapılmıştır. Harç örnekleri üzerinde, iletkenlik analizi, tuz türü ve pH testleri, asidik agrega/bağlayıcı analizi, granülometrik elek analizi (agrega tane boyutu dağılımı), gravimetrik analiz (kızdırma ile ağırlık kaybı analizi), X-ışını Floresans (PED-XRF) analizi ve ince kesit optik mikroskop (petrografik analiz) analizleri uygulanmıştır. Analizi yapılan harç örnekleri mimari plan çiziminde işaretlenmiştir (Ek-3 Şekil 5.1).

5.1.1. Fiziksel testler

Birim Hacim Ağırlığı Testi

Yassihöyük yerleşimine ait kerpiç harç örneklerinin fiziksel özelliklerinden doygun/kuru birim hacim ağırlıkları belirlenmiştir (Çizelge 5.2). Yapısal özelliklerine göre düşük yoğunluklu ve yüksek gözenekli örnekler mukavemeti az olan örnek grubunu oluşturmaktadır. Buna göre harçların doygun birim hacim ağırlıkları $2,06-2,45 \text{ g/cm}^3$ (ort. $2,27 \text{ g/cm}^3$), kuru birim hacim ağırlıkları ise $0,91-1,68 \text{ g/cm}^3$ (ort. $1,39 \text{ g/cm}^3$) arasında değişmektedir.

Çizelge 5.2. Kerpiç harçlara ait birim hacim ağırlığı, su emme kapasitesi ve gözeneklilik verileri

Örnekler	BHA-Doygun (g/cm ³)	BHA-Kuru (g/cm ³)	SEK (%)	P (%)
KKY-H1c	2,34	1,66	17,59	29,19
KKY-H2a	2,39	1,60	20,72	33,12
KKY-H4	2,22	1,44	24,36	35,11
KKY-H5	2,06	1,25	31,13	39,02
KKY-H6	2,25	0,91	65,41	59,55
KKY-H7	2,19	1,33	29,58	39,30
KKY-H8	2,39	1,20	41,24	49,66
KKY-H9	2,29	1,58	19,68	31,04
KKY-H10	2,12	1,20	36,21	43,43
KKY-H11	2,21	1,38	26,93	37,28
KKY-H12	2,12	1,30	29,45	38,42
KKY-H13	2,35	1,37	30,58	41,78
KKY-H14	2,26	1,45	24,66	35,78
KKY-H15	2,26	1,53	20,98	32,14
KKY-H17	2,16	1,16	39,97	46,32
KKY-H18	2,32	1,55	21,64	33,43
KKY-H19	2,45	1,68	18,86	31,63
KKY-H20	2,40	1,49	25,35	37,82
Ort.	2,27	1,39	29,13	38,56

Gözeneklilik Testi

Yassihöyük yerleşiminin kerpiç harçlarına ait gözeneklilik verileri tespit edilmiştir. Elde edilen sonuçlara göre (Çizelge 5.2) harçların gözeneklilikleri %29,19-59,55 arasında (ort. %38,56) olup, KKY-H6 yüksek gözenekliliğe sahip olduğundan en düşük dayanıma sahip harç grubunu temsil etmektedir.

Su Emme Kapasitesi Testi

Kerpiç harç örneklerinin su emme kapasiteleri %17,59 ile %65,41 (ort. %29,13) arasında değişmektedir (Çizelge 5.2).

5.1.2. Kimyasal analizler

İletkenlik Testi

Yassihöyük kerpiç harç örneklerinde yapılan iletkenlik testi sonuçlarına göre (Ek-2 Çizelge 5.3) toplam tuz miktarı %0,35-2,88 arasında (ort. %1,49) olup, miktarı en yoğun tuz miktarı KKY-H15 kodlu örnekte görülmektedir.

Tuz Türü Analizi

Kerpiç harç örneklerine uygulanan suda çözünebilir tuz türleri ve pH analizine göre nitrit, nitrat ve sülfata örneklerin genelinde ihmal edilebilir oranda rastlanmıştır (Ek-2 Çizelge 5.4). KKY-H3b, KKY-H7 ve KKY- H11 numaralı örneklerde yoğun olarak klor (Cl^-), 8 harç örneğinde yoğun karbonata (CO_3^{2-}) ve sadece 2 harçta yüksek karbonat tespit edilmiştir. pH seviyeleri incelendiğinde ise karbonatın yüksek oranda tespit edildiği harçların pH seviyelerinin de bazik olduğu edinilen sonuçlar arasındadır.

Agrega- Bağlayıcı Analizi

Yassihöyük'ten alınan kerpiç harç örnekleri asidik işlemde geçirilerek elde edilen agregalar değerlendirilip örneklerin toplam agrega / toplam bağlayıcı (%TA / %TB) oranlarına ulaşılmıştır (Ek-2 Çizelge 5.5).

Kerpiç harcı örneklerinde asitle muamele sonunda elde edilen verilere göre toplam bağlayıcı (%TB) 26,56-98,97 arasında ve ortalama %47,22 olarak, toplam agrega oranı ise (%TA) 1,03-73,44 arasında ve ortalama değeri %52,78 olarak tespit edilmiştir.

Granülometrik Analiz

Asidik agrega/ bağlayıcı analizinin ardından elde edilen agregalar sistematik elekten geçirilip (kullanılan elekler 63-1000 μm arasındadır) agrega tanecik dağılımının oranına ulaşılmıştır (Ek-2 Çizelge 5.6).

Gravimetrik Analiz

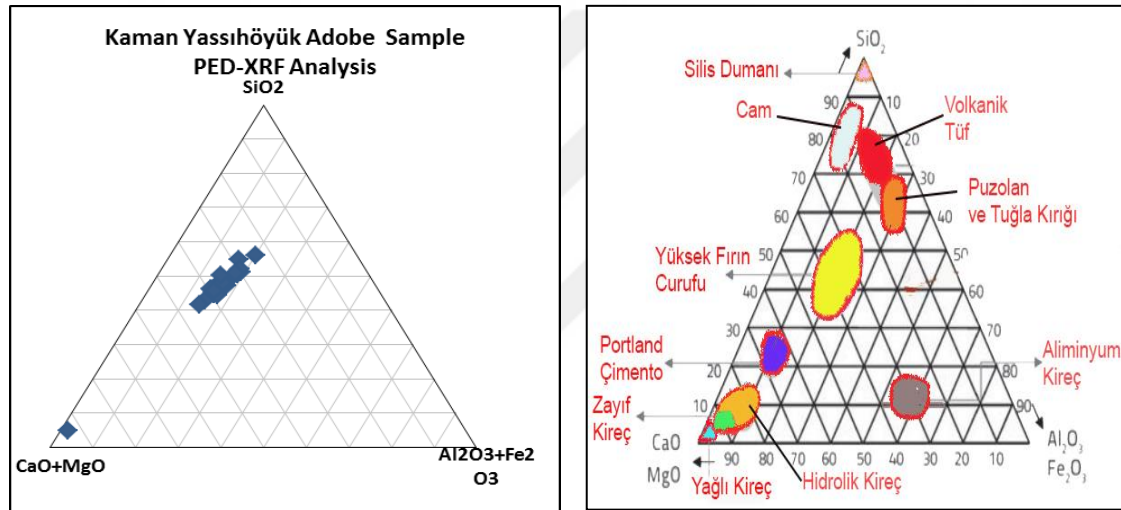
Gravimetrik (kızdırma/ ısıtma) analizi ve toplam organik karbon ve karbonat ile bağlı su miktarı belirlenmiştir (Ek-2 Çizelge 5.7). Harçlarda bağlı su oranı %0,18-3,84 arasında (ort. %1,28), toplam organik karbon %14,52-24,21 arasında (ort. %20,50), ve toplam karbonat içerikleri de %17,34- 41,86 arasında (ort. %33,20) değişmektedir.

PED-XRF Analizi

Harçların kimyasal içeriği X-ışını Flouresans analizi (PED-XRF) ile belirlenmiş ve farklı ya da benzer kimyasal içerikte olanların özellikleri anlaşılmaya çalışılmıştır (Şekil 5.1). Örneklere ait PED-XRF analizi sonuçları ile ince kesit optik mikroskop sonuçları birbirlerini destekler niteliktedir

Harç örneklerinin ana element içerikleri (>%1) incelenmiş ve içerikleri (SiO_2 - $\text{CaO}+\text{LOI}$ - $\text{MgO}+\text{Al}_2\text{O}_3+\text{K}_2\text{O}+\text{Fe}_2\text{O}_3$) değerlendirilmiştir.

Harç örneklerinde SiO_2 içeriği %29,02 ile %42,69 aralığındadır (ort. % 32,92).



Şekil 5.2. Yassihöyük yerleşimi yapıları kerpiç örneklerinin PED-XRF analizi verileri üzerinden ana element içeriklerine göre gruplandırılması (Triangle Plotting)

5.1.3 Petrografik Analizler

Petrografik ince kesit optik mikroskop analizleri sonucuna göre mineral yapısına ait özellikler belirlenmektedir (Çizelge 5.9-10.). Bu analize göre toplanan örnekler kendi içinde 6 gruba ayrılmaktadır. İncelemelerde kerpiç örneklerin 300-400°C civarında bir ısıya maruz kaldıkları da anlaşılmıştır.

Çizelge 5.9. Kaman Yassihöyük harç örneklerinin petrografik özellikleri - bağlayıcı yapısı

Harç Örnek Grupları	MTB (%)	Matriks Bağlayıcı İçeriği (%100)			
		Kireç	Kil	Çm	Alçı
Harç Gr1	62	80	20	-	-
Harç Gr2	58	60	40	-	-
Harç Gr3	62	80	20	-	-
Harç Gr4	75	75	25	-	-
Harç Gr5	84	90	10	-	-
Harç Gr6	55	60	40	-	-

Çizelge 5.10. Kaman Yassihöyük harç örneklerinin petrografik özellikleri - agrega yapısı

Harç Örnek Grupları	MTA (%)	Matriks Agrega İçeriği (%100)		
		Kayaç & Mineraller*	TK	Org
Harç Gr1	38	97 (Q,Ç,Pl,Or,By,Py,Qs,Sy,Op)	2	1
Harç Gr2	42	96 (Q,K,C,Ç,Pl,By,Py,Am,Or,Sy,Op)	2	2
Harç Gr3	38	97 (Q,K,C,Pl,Or,By,Mk,Sy,Op)	2	1
Harç Gr4	25	99 (Q,C,Ç,Pl,Or,By,Py,Qs,Sy,Op)	1	-
Harç Gr5	16	100 (Q,K,Ç,Pl,Py,By,Op)	-	-
Harç Gr6	45	98 (Q,K,Ç,Pl,By,Or,Py,Op)	2	-

(*) A: Andezit, Am: Amfibol, B: Bazalt, By: Biyotit C: Kalsit, Ç: Çört, Çm: Çimento, G: Granit, K: Kireçtaşı, Kt: Kumtaşı, Mk: Mikroklin, Op: Opak Mineraller, Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Py: Piroksen, Q: Kuvars, Qs: Kuvarsit, Sy: Siyenit, TK: Tuğla Kırığı Parçaları

Harç Gr1: KKY-H1a, KKY-H1b, KKY-H1c, KKY-H2a, KKY-H2b, KKY-H3a, KKY-H3b, KKY-H9, KKY-H17.

Harç Gr2: KKY-H4, KKY-H11, KKY-H12, KKY-H13, KKY-H19

Harç Gr3: KKY-H5, KKY-H10, KKY-H14, KKY-H18, KKY-H20

Harç Gr4: KKY-H6, KKY-H8

Harç Gr5: KKY-H7, KKY-H15

Harç Gr6: KKY-H16

5.2. Kerpiç Sıvalar

Kerpiç sıvalara ait örnek noktaları aşağıdaki şekilde görüldüğü gibidir (Ek-3 Şekil 5.3).

5.2.1 Fiziksel Testler

Sıvalar için arkeometrik analizlerden temel fiziksel testler, kimyasal analizler (agrega / bağlayıcı kompozisyonu), asidik agrega/bağlayıcı analizine bağlı olarak granülometrik elek analizi (agregada tane boyutu dağılımı), gravimetrik analiz (kızdırma kaybı

analizi), petrografik ince kesit optik mikroskop analizleri yapılmıştır. Analiz için alınan sıva örnekleri plan üzerine işaretlenmiştir.

Birim Hacim Ağırlığı Testi

Yassihöyük yerleşimine ait kerpiç sıva örneklerinin fiziksel özelliklerinden doymun/kuru birim hacim ağırlığı sadece iki sıva örneği için belirlenmiştir (Çizelge 5.11). Teste tabi tutulan diğer sıva örneği ise tamamen dağıldığı için hacim ağırlığı testi uygulanamamıştır. Buna göre sıvaların doymun birim hacim ağırlıkları 2,24 g/cm³ ve 2,16 g/cm³ olarak belirlenirken, kuru birim hacim ağırlıkları ise 1,35 g/cm³ ve 1,34 g/cm³ olarak belirlenmiştir.

Çizelge 5.11. Kerpiç sıvalara ait Birim hacim ağırlığı, su emme kapasitesi ve gözeneklilik verileri

Örnekler	BHA-Doygun (g/cm ³)	BHA-Kuru (g/cm ³)	SEK (%)	P (%)
KKY-S2	2,24	1,35	29,48	39,80
KKY-S3	2,24	1,34	28,59	38,23
Ort.	2,24	1,34	29,03	39,01

Gözeneklilik Testi

Yassihöyük yerleşimine ait kerpiç sıvaların gözeneklilik verileri de tespit edilmiştir (Çizelge 5.11). Elde edilen sonuçlara göre harçların gözeneklilikleri %39,80 ve %38,23 (ort. %39,01) olarak belirlenmiştir.

Su Emme Kapasitesi Testi

Kerpiç sıvaların su emme kapasiteleri iki örnek için %29,48 ve %28,59 ve ortalamaları %29,03 olarak tespit edilmiştir (Çizelge 5.11).

5.2.2 Kimyasal Analizler

İletkenlik Testi

Yassihöyük kerpiç sıva örneklerinde yapılan iletkenlik testi sonuçlarına göre toplam tuz miktarı %0,61 ile %1,86 arasında değişmekte olup ortalama toplam tuz miktarı %1,29 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.12).

Çizelge 5.12. Kerpiç sıvalara ait tuz testi sonuçları

Örnekler	Toplam Tuz (%)
KKY-S1	1,86
KKY-S2	1,41
KKY-S3	0,61
Ort.	1,29

Tuz Türü Analizi

Kerpiç sıva örneklerine uygulanan suda çözünebilir tuz türleri ve pH analizine göre nitrit, nitrat ve sülfata örneklerin genelinde ihmal edilebilir oranda rastlanmıştır (Çizelge 5.13). KKY-S1 ve KKY-S2 kodlu sıva örneklerinde yoğun olarak klor (Cl^-), KKY-S1 örneğinde ise yoğun karbonat (CO_3^{2-}) tespit edilmiştir. pH seviyeleri incelendiğinde ise hepsinin bazik olduğu edinilen tespitler arasındadır.

Çizelge 5.13. Kerpiç sıvalara ait tuz türü ve pH testi sonuçları

Örnekler	Nitrit (NO_2^-)	Nitrat (NO_3^-)	Sülfat (SO_4^{2-})	Klor (Cl^-)	Karbonat (CO_3^{2-})	pH
KKY-S1	0,025	10	-	60	592	8,33
KKY-S2	0,025	10	40	100	192	8,36
KKY-S3	0,025	-	20	3	112	8,45

Agrega- Bağlayıcı Analizi

Yassihöyük'ten alınan kerpiç sıva örnekleri asidik işlemde geçirilerek elde edilen agregalar değerlendirilip örneklerin toplam agrega / toplam bağlayıcı (%TA / %TB) oranlarına ulaşılmıştır (Çizelge 5.14).

Çizelge 5.14. Kerpiç sıvalara ait toplam agrega ve bağlayıcı analizi verileri

Örnekler	TB (%)	TA (%)
KKY-S1	36,34	63,66
KKY-S2	40,34	59,66
KKY-S3	37,58	62,42
Ort.	38,08	61,92

Yassihöyük'ten alınan kerpiç sıva örneklerine uygulanan asidik işlem sonrasında elde edilen veriler toplam bağlayıcı (%TB) %36,34-40,34 aralığında (ort. 38,08), toplam agrega (%TA) %59,66-63,66 aralığında (ort. %61,92) olarak belirlenmiştir.

Granulometrik Analiz

Sıva örneklerin asidik agrega/bağlayıcı analizinin sonrasında elde edilen agregalar üzerinde yapılan sistematik elek işlemi sonunda (63-1000 µm arasında elek kullanılarak) agrega/ tanecik dağılımı oranlarına ulaşılmıştır (Çizelge 5.15)

Çizelge 5.15. Granulometrik analiz sonuçları

Örnekler	<63 µm	>63 µm	>125 µm	>250 µm	>500 µm	>1000 µm
KKY-S1	5,12	14,88	20,82	19,69	18,55	20,93
KKY-S2	4,51	8,89	12,06	13,57	18,13	42,84
KKY-S3	3,88	6,62	12,95	14,80	17,97	43,78
Ort.	4,50	10,13	15,27	16,02	18,21	35,85

Gravimetrik Analiz

Gravimetrik (kızdırma/ ısıtma) analizi ve toplam organik karbon ve karbonat ile bağlı su miktarı belirlenmiştir (Çizelge 5.16). Harçlarda bağlı su oranı %0,18-3,84 arasında (ort. %1,28), toplam organik karbon %14,52-24,21 arasında (ort. %20,50), ve toplam karbonat içerikleri de %17,34-41,86 arasında (ort. %33,20) değişmektedir.

Çizelge 5.16. Gravimetrik analiz sonuçları

Örnek Kodu	Nem (105 C, %)	Organik İçerik (450 C, g)	% Karbonat (900C, g)
KKY-S1	3,84	18,22	37,24
KKY-S2	0,87	22,48	30,73
KKY-S3	0,63	13,97	34,55
Ort.	1,78	18,22	34,17

5.2.3 Petrografik Analizler

Üç kerpiç sıva örneğinde petrografik ince kesit optik mikroskop analizlerine göre 2 gruba ayrılmıştır (Çizelge 5.17).

Çizelge 5.17. Kaman Yassıhöyük sıva örneklerinin petrografik özellikleri

Sıva Örnek Grupları	MTB (%)	MTA (%)	Matris Bağlayıcı İçeriği (% 100)				Matriks Agrega İçeriği (% 100)		
			Kireç	Kil	Çm	Alçı	Kayaç&Mineraller*	TK	Org
Sıva Gr1	72	28	85	15	-	-	96,5 (Q,K,Ç,Pl,By,Sy)	2	1,5
Sıva Gr2	80	20	90	10	-	-	96,5 (Q,K,Ç,Pl,Sy,Op)	1	2,5

(*) Ç: Çört, Çm: Çimento, K: Kireçtaşı, Op: Opak Mineraller, Pl: Plajiyoklas, Q: Kuvars, Sy: Siyenit, TK: Tuğla Kırığı Parçaları

Sıva Gr1: KKY-S1, KKY-S3

Sıva Gr2: KKY-S2

5.3 Taşlar

Taş örneklerine uygulanan kimyasal analizler iletkenlik (suda çözünebilir tuz testleri) analizi, X-ışını Floresans (PED-XRF) analizi, petrografik ince kesit optik mikroskop analizinden oluşmaktadır (Ek 3 Şekil 5.4).

5.3.1 Taşlarda kimyasal analizler

İletkenlik Testi

Yassihöyük'ten örneklenen taş örneklerinde yapılan iletkenlik testi sonuçlarına göre toplam tuz miktarı %0,60 ile %2,96 arasında değişmekte olup ortalama tuz miktarı %2,00 olarak belirlenmiştir (Çizelge 5.18).

Çizelge 5.18. Taş örneklerine ait tuz testi

Örnekler	Toplam Tuz (%)
KKY-T1	2,16
KKY-T2	2,96
KKY-T3	1,43
KKY-T4	2,88
KKY-T5	0,60
KKY-T6	1,98
Ort.	2,00

Tuz Türü Analizi

Taş örneklerine uygulanan suda çözünebilir tuz türleri ve pH analizine göre nitrit, nitrat ve sülfata örneklerin genelinde ihmal edilebilir oranda rastlanmıştır. Klor ve karbonat değerleri 6 taş örneğinde aynı miktarda tespit edilmiştir. pH seviyeleri incelendiğinde ise hepsinin bazik olduğu edinilen tespitler arasındadır (Çizelge 5.19).

Çizelge 5.19. Taş örneklerine ait tuz türü ve pH testi sonuçları

Örnekler	Nitrit (NO ₂ ⁻)	Nitrat (NO ₃ ⁻)	Sülfat (SO ₄ ²⁻)	Klor (Cl ⁻)	Karbonat (CO ₃ ²⁻)	pH
KKY-T1	0,025	-	-	3	80	8,23
KKY-T2	0,025	-	-	3	80	8,25
KKY-T3	0,025	10	-	3	80	8,23
KKY-T4	0,025	-	-	3	80	8,28
KKY-T5	0,050	-	-	3	80	8,28
KKY-T6	0,050	-	20	3	80	8,29

5.3.2. Petrografik Analiz

Yassihöyük'e ait 6 taş örneğinde petrografik ince kesit optik mikroskop analizlerine göre 3 ana grup (siyenit, mermer ve kireçtaşı) belirlenmiştir (Çizelge 5.20). Bu gruplardan en yoğununu siyenit türleri oluşturmaktadır. Geri kalan iki tür ise mermer ve gölsel kireçtaşıdır. Sertlik değerleri incelendiğinde 2,5-6,5 aralığında oluşu görülmüştür. siyenit türleri birbirlerinden mineral yapılarındaki farklılık nedeniyle ayrılmaktadırlar.

Çizelge 5.20. Yassihöyük Taş Örneklerin Petrografik Özellikleri

Taş Örnekler	Kayaç Türü	Sertlik (Mohs)	Doku	Kayaç&Mineraller*
KKY-T1	Foid Siyenit	5,5 - 6	Holokristalin Tanesel	Or,Mk,Ol,Nf
KKY-T2	Mermer	~3	Granoblastik	C,Op
KKY-T3	Kuvars Siyenit	6 - 6,5	Holokristalin	Q,Or,Mk,Pl,By
KKY-T4	Foid Siyenit	5,5 - 6	Holokristalin Porfirik	By,Nf,Mk,Or,Am,G
KKY-T5	Pseudosit Siyenit	5,5 - 6	Holokristalin Porfirik	Nf,Ol,Or,By,Op
KKY-T6	Gölsel Kireçtaşı	2,5 - 3	Mikritik	C,Ks,Op (Çatlaklı yapıda rekristalize kalsitler)

(*) Am: Amfibol, By: Biyotit, C: Kalsit, G: Granit, Ks: Kalsedon, Mk: Mikroklin, Nf: Nefelin, Ol: Oligoklas, Op: Opak Mineraller, Or: Ortoklas, Pl: Plajiyoklas, Q: Kuvars

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

6.1. Kerpiç Harçlar

Yassihöyük harç örneklerinin tuz içeriği spot testler ile belirlenmiştir (Ek-2 Çizelge 5.3). KKY-H15 numaralı harç örneğinin tuz içeriği oldukça yüksek miktarda olmakla beraber, tuz içeriğini nitrit ve klor oluşturmakta, pH değeri ise 8,50 ile bazik değerdedir. Örneklerin altısının karbonat içeriği bakımından yüksek, ikisinin de klor içeriği bakımından yüksek oranlara sahip olduğu tespit edilmiştir. Bununa birlikte sadece dört örnekte görülen sülfat içeriği edinilen tespitler arasındadır.

Örneklerin tümüne ait gözeneklilik ortalaması %50'nin altındadır (Ek-2 Çizelge 5.4). Bu durum harçların gözenekliliğinin düşük olduğunu göstermektedir. Su emme kapasitesi ise %29,13'lük ortalama değeriyle yine düşük bir orana sahiptir. SEK'in bu düşük değeri kerpiç harç üretiminde kullanılan kil malzemenin türü ile doğrudan ilgili olduğunu düşündürmektedir. Yine kerpiç harçlara ait kuru birim hacim ağırlığı ortalaması 1,39 g/cm³ doygun birim hacim ağırlığı ortalaması ise 2,27 g/cm³ olarak belirlenmiştir.

Harç örneklerin tamamı asidik analize uygunluk göstermiştir. Elde edilen sonuçlara göre toplam agrega oranları %1,03-73,44 arasında değişim göstermiştir ortalama agrega boyutu ise %52,78'dir (Ek 2 Çizelge 5.6). Sadece toplam bağlayıcı-agrega sonuçlarına bakılarak yapılacak değerlendirmede KKY-H15 ve KKY-H2a numaralı harçlar dışında nerdeyse tüm harçlarda bağlayıcı ve agrega oranlarının birbirine yakın olduğu görülmektedir. Harç örneklerine ait bu tespit, örneklerinin hemen hemen tümünün benzerlik gösterdiğine işaret etmektedir.

Agrega-bağlayıcı analizinden sonra, örnek agregaları sistematik elekten geçirilerek granülometrik ayrımları <63 µm – 1000< µm elek aralığında 6 farklı bölümlere ile yapılmıştır (Çizelge 5.6). İncelenen harç örneklerinin agrega yapısı kil/silt (<63 µm Ø) %2,76-37,23 (ort. %7,37) arasında değişkenlik göstermektedir. Kerpiç harçlara ait ana agrega yapısını kaba-iri (1000< µm Ø) agregalar oluşturmaktadır. Kerpiç harçların iri agrega oranı %3,88-45,35 arasında değişim gösterirken, ortalama %27,54'tür.

Petrografik analizler sonucunda harçlara ait 6 ana grup tespit edilmiştir (Çizelge 5.9-5.10). Bu gruplardan en büyüğü olan Harç Gr1 grubunda 9 örnek bulunmaktadır. Bu grubun MTB oranı %62 ve bileşimi (Kireç %80, Kil %20) ile Harç Gr3 örnek grubu ile benzerlik göstermektedir. Buna karşın bu iki grup arasında farklılığın mineralojik bileşimlerinden kaynaklandığı anlaşılmıştır. Kerpiç örneklerin 300-400°C civarında bir ısıya maruz kaldıkları da anlaşılmıştır.

Bağlayıcı içindeki kireç ve kil oranları itibarıyla (%60 ve %40) Harç Gr2 ve Harç Gr6 grubu birebir benzerlik göstermektedir (Çizelge 5.9). Buna paralel olarak her iki örnekte de MTB oranları birbirine yaklaşık oranlara sahiptir (%58 ve %55). Bu iki grup arasındaki farklılığın ise yine mineralojik bileşimlerinden ve organik madde varlığından (Harç Gr2) kaynaklandığı gözlenmektedir.

Geri kalan gruplar (Harç Gr4 ve Harç Gr5) ise MTB oranı en yüksek olan gruplardır (%75 ve %82). Bunlar arasında Harç Gr5, tüm gruplar arasında en yüksek kireç (%90) ve en düşük kil (%10) oranına sahip olduğu görülmektedir.

Harç grup elementleri incelendiğinde matriks agrega dağılımlarında tespit edilen kuvars, kireçtaşı, kalsit, çört, pilajiyoklas, biyotit, piroksen, amfibol, ortoklas ve siyenitin yakında bulunan dere yatağından elde edilen toprağın kullanımından kaynaklandığı düşünülmektedir (Ek-3 Şekil 5.6).

Harç ve sıvaların asitte çözünen bölümünün, bazlarda çözünen bölümlerine oranı Cementation Index (CI) olarak tanımlanmaktadır. Kireç içeren harçlar agrega türü ve içeriğine göre yağlı kireç (YK), zayıf hidrolik kireç (ZHK), ortalama hidrolik kireç (OHK), doğal çimento (DÇ) ve doğal çimento/çimento (DÇ/Ç) olarak sınıflandırılmaktadır Çizelge (4.3). Harç örneklerine ait cementation index sonuçları 3,12-7,19 arasındadır (ortalama 4,18). Zayıf olarak tanımlanabilecek yağlı kireçten (YK), doğal çimento varan aralıkta dayanıklılık gösteren kerpiç harçlar olduğu tespit edilmiştir. Dayanıklılık seviyesinin yüksek olması silisyumdioksit (SiO_2) içeriği ile ilgidir (Çizelge 5.8).

En yüksek organik madde içeriği %24,21 oranıyla KKY-H2b örneğine aittir. Bunun dışında 11 örnekte organik madde oranı %20'nin üzerinde olduğu saptanmıştır. Geri kalan 12 örnekte ise organik madde oranı %20'nin altındadır. En yüksek karbonat

oranı ise %72,18 ile KKY-H15 örneğine aittir. 13 örnekte ise bu oran %30-40 arasında değişmektedir. Geri kalan 10 örnekte ise karbonat oranı %30'un altındadır.

X-ışını Floresans analizi (PED-XRF) analizi, harç örneklerinin kimyasal içeriğine uygulanan PED-XRF analizi ile belirlenerek benzer ya da farklı kimyasal içerikte oluşlarına göre benzerlikleri ya da farklılıkları saptanmaya çalışılmıştır. Harç örneklerin ana element içerikleri (>%1) açısından (CaO – LOI – Fe₂O₃+SiO₂+MgO+K₂O+Al₂O₃) değerlendirilmiştir.

Kerpiç harçlarda SiO₂ içeriği %13,13-41,69 arasında (ort. %32,92) arasında, CaO içeriği %15,61-60,55 arasında (ort. %24,04), Al₂O₃ içeriği %0,71-9,77 arasında (ort. %7,40), Fe₂O₃ içeriği %0,37-5,16 arasında (ort. %3,99), K₂O içeriği %0,29-4,11 arasında (ort. %2,64), MgO içeriği %0,16-2,87 arasında (ort. %2,11) değişmektedir (Ek-2 Çizelge 6.1).

Harç örneklerinde PED-XRF değerlerine göre elde edilen verilerin Triangle Plotting (Şekil 5.2) yöntemi ile yapılan gruplamasında CaO ile SiO₂ değerleri arasında değişim gösterirken K₂O ile MgO değerleri birbirine yakın olup 0-10 değerleri arasındadır. Silisyum açısından zengin olduğu, cementation index verileri ile de örtüşmektedir.

Gözlenen Bozulmalar

Harçların genelinde gözeneklilik ve dolayısıyla su emme kapasiteleri %40'ın altındadır. Bağlı olarak toplam tuz oranları ise %2'nin altındadır. Gözeneklilik ve su emme kapasitelerinin düşük oranda olması nedeniyle içerdiği tuz miktarına bağlı olarak herhangi bir bozulma tespit edilememiştir.

Harçların bağlayıcı oranlarının %50'nin üzerinde olması ve bu bağlayıcının çoğunluğunun kireçten oluşması ayrıca bağlayıcı oranının geri kalan kısmını kilin oluşturması, harçların genelinin cementation index oranlarında doğal çimentoyla eşleşmesini sağlamıştır. Arkeometrik analizler sonucunda kerpiç harçlarının kimyasal içerik ve niteliklerine göre bozulmaya uğramadıkları görülmektedir. Toprak altı koşullarının stabil hali, ortaya çıkarıldıktan sonra sürdürülemediğinden ve ortam koşulları tamamen değiştiğinden oluşan bozulmaların fiziksel olarak kerpici etkilediği

düşünülmektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda dayanıklılıkları yüksek olmasına rağmen görülen fiziksel bozulmaların tamamen atmosferik, iklim, gece-gündüz farkı, mevsimsel sıcaklık ve bağıl nem farkından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kerpiç harçların genelinde tespit edilen bozulmalar:

- Yağmur nedeniyle oluşan, yağmur suyunun doğrudan kerpiç yapıya direkt nüfuz etmesiyle oluşan ve kerpicingin tekrar çamurlaşarak akmaya- dağılmaya başlamasıyla oluşan bozulmalar,
- Rüzgarın neden olduğu; yağmur sırasında yüksek hızla esen rüzgarın yağmur damlalarının, hızla kerpiç yüzeyine çarparak parça kopmalarına kadar varan bozulmalar,
- Sürekli nemin oluşturduğu, kerpiç yapının bazı bölgelerine doğrudan yağmur suyu teması, yapı duvarlarının alt kısımlarında biriken suyun buharlaşmaması dolayısıyla bu alanların sürekli olarak neme maruz kalması sonucunda derin yarılma, kırılmalar şeklinde oluşan bozulmalar,
- Mevsimsel döngünün neden olduğu yüksek ve düşük sıcaklıklar bölgede sıkça görülmektedir. Yüksek sıcaklık kerpiç bünyesindeki nemin aniden buharlaşarak, erozyon, aşınma ve buna bağlı olarak kerpicingin direncini kaybetmesi şeklinde bozulmalara neden olmuştur. Bununla birlikte sıcaklığın ani düşmesi yine kerpiç bünyesindeki nem ya da suyun aniden donmasına ve yine tekrar çözülme sırasında erozyon, aşınma ve tekrar kerpiç direncinin düşmesine neden olduğu düşünülen bozulmalar
- Yassihöyük kerpiçlerinin yangın geçirmiş olması, yangın kaynaklı bozulmaları beraberinde getirmektedir. En belirgin biçimde görünen bozulma ise renk değişimi ile görünen bozulmalardan oluşmaktadır.

6.2. Kerpiç Sıvalar

Kerpiç sıvalara uygulanan fiziksel testlerden Birim-hacim ağırlığı doygun ve kuru ağırlık oranları birbiriyle aynı oranda olup, su emme kapasitesi ve gözeneklilik

değerleri arasına yaklaşık 1 birimlik değişim görülmektedir. Bununla birlikte sonuçlar yine çok yakın tespit edilmiştir ve belirgin bir farklılık görülmemektedir.

Sıvalar tuz içerikleri bakımından incelendiğinde sadece höyüğün kuzeydoğu bölgesindeki duvardan alınan KKY-S3 örneğinin diğer iki sıva örneğine göre daha düşük oranda tuz içerdiği (Çizelge 5.13), bununla birlikte içerdiği tuz türünün klor ve sülfat tuzlarından oluştuğu, ayrıca KKY-S1 örneğinin de klor içeriğinin oldukça yüksek olduğu edinilen tespitler arasındadır. Sıvaların geneline bakıldığında pH seviyelerinin ortalama 8,38 seviyesinde ve bazik olduğu görülmüştür.

Yassihöyük'ten alınan kerpiç sıva örneklerine uygulanan petrografik analiz çalışmaları sonrasında 2 ana grup olduğu tespit edilmiştir. Bu iki grubun agrega oranları kendi içinde,-bağlayıcı oranları ise yine kendi içinde birbirine oldukça yakındır. (Çizelge 5.17). Kireç ve kil bağlayıcılı sıva grupları incelendiğinde 1. Grup sıvalarda (KKY-S1 ve KKY-S3) tuğla kırığı oranı %2, organik katkı %1 iken, 2. Sıva grubunu oluşturan KKY-S3'te %1 tuğla kırığı oranına karşılık, %2,5 oranında organik katkı tespit edilmiştir.

İncelenen sıva örneklerinde kil /silt (<63 µm Ø) oranı %3,88-5,12 arasında (ort.%4,50), kaba-iri agrega(1000< µm Ø) oranı %20,93-43,78 arasında (ort. %35,85) değişmektedir. Kaba agrega içeriği bakımında en zayıf oran KKY-S2 de %20,93 olarak görülmektedir.

Sıvalarda bağlayıcı içeriğinin kil ve alçıdan oluştuğu görülmüştür. kireç oranının ise kil oranından daha fazla olduğu elde edilen sonuçlar arasındadır.

Harç örneklerinde görüldüğü gibi sıva örneklerinde de yüksek orandaki silisyum tespit edilmiştir ve cementation index verileri (Çizelge 6.2) ile örtüşmektedir.

Çizelge 6.2. Harçlara ait cementation index verileri

Element	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	CI	Kireç Türü
KKY-S1	2,70	7,18	28,13	17,90	3,68	4,17	DÇ
KKY-S2	1,86	7,41	35,64	21,83	4,08	4,59	DÇ
KKY-S3	1,75	6,79	30,93	24,23	3,89	3,67	DÇ
Ort.	2,10	7,13	31,57	21,32	3,88	4,14	DÇ

PED-XRF sonuçlarına göre sıvaların ana element içeriğini SiO_2 ve CaO oluşturmaktadır. Fe_2O_3 içeriğinin fazla oluşu bakımında KKY-S2 diğer iki sıva örneğinden ayrılmaktadır (Çizelge 6.3).

Çizelge 6.3. Sıvalara ait PED-XRF verileri

Element	MgO	Al_2O_3	SiO_2	Cl	K_2O	CaO	Fe_2O_3	LOI
KKY-S1	2,70	7,18	28,13	3,295	2,58	17,90	3,68	30,72
KKY-S2	1,86	7,41	35,64	0,113	3,71	21,83	4,08	23,75
KKY-S3	1,75	6,79	30,93	0,028	3,30	24,23	3,89	27,95
Ort.	2,10	7,13	31,57	1,15	3,19	21,32	3,88	27,47

Gözlenen Bozulmalar

Kerpiç sıvaların genelinde gözeneklilik ve dolayısıyla su emme kapasiteleri %40'ın altındadır. Bağlı olarak toplam tuz oranları ise ort. %1,29'dur. Gözeneklilik ve su emme kapasitelerinin düşük oranda olması nedeniyle içerdiği tuz miktarına bağlı olarak herhangi bir bozulma tespit edilememiştir.

Sıvalara ait bağlayıcı oranlarının yaklaşık %40 üzerinde olması ve bu bağlayıcının çoğunluğunun kireçten oluşması ayrıca bağlayıcı oranının geri kalan kısmını kilin oluşturması, sıvaların genelinde cementation index oranlarında doğal çimentoyla eşleşmesini sağlamıştır. Arkeometrik analizler sonucunda kerpiç sıvaların kimyasal içerik ve niteliklerine göre bozulmaya uğramadıkları görülmektedir. Toprak altı koşullarının stabil hali, ortaya çıkarıldıktan sonra sürdürülemediğinden ve ortam koşulları tamamen değiştirildiğinden oluşan bozulmaların fiziksel olarak kerpici etkilediği düşünülmektedir. Bu durum göz önünde bulundurulduğunda dayanıklılıkları yüksek olmasına rağmen görülen fiziksel bozulmaların tamamen atmosferik, iklim, gece- gündüz farkı, mevsimsel sıcaklık ve bağıl nem farkından kaynaklandığı düşünülmektedir.

Kerpiç sıvaların genelinde görülen bozulmalar

- Yağmur nedeniyle oluşan, yağmur suyunun doğrudan kerpiç yapıya direkt nüfuz etmesiyle oluşan ve kerpici tekrar çamurlaşarak akmaya- dağılmaya başlamasıyla oluşan bozulmalar,

- Rüzgarın neden olduğu; yağmur sırasında yüksek hızla esen rüzgarın yağmur damlalarının, hızla kerpiç yüzeyine çarparak parça kopmalarına kadar varan bozulmalar,
- Sürekli nemin oluşturduğu, kerpiç yapının bazı bölgelerine doğrudan yağmur suyu teması, yapı duvarlarının alt kısımlarında biriken suyun buharlaşmaması dolayısıyla bu alanların sürekli olarak neme maruz kalması sonucunda derin yarılma, kırılmalar şeklinde oluşan bozulmalar,
- Mevsimsel döngünün neden olduğu yüksek ve düşük sıcaklıklar bölgede sıkça görülmektedir. Yüksek sıcaklık kerpiç bünyesindeki nemin aniden buharlaşarak, erozyon, aşınma ve buna bağlı olarak kerpicing direncini kaybetmesi şeklinde bozulmalara neden olmuştur. Bununla birlikte sıcaklığın ani düşmesi yine kerpiç bünyesindeki nem ya da suyun aniden donmasına ve yine tekrar çözülme sırasında erozyon, aşınma ve tekrar kerpiç direncinin düşmesine neden olduğu düşünülen bozulmalar
- Yassihöyük kerpiçlerinin yangın geçirmiş olması, yangın kaynaklı bozulmaları beraberinde getirmiştir. En belirgin biçimde görünen bozulma ise renk değişimi ile görünen bozulmalardan oluşmaktadır.

6.3. Taşlar

Taş örneklerine uygulanabilen analizler, taşların fiziksel özellikleri nedeniyle sınırlı tutulmuştur. Yapılan analizler kimyasal analiz grubunda suda çözünebilir tuzlar ve tuz türleri, petrografik (ince kesit optik mikroskop) analizi ve PED-XRF analizidir.

Yassihöyük taş örneklerinin suda çözünen tuz içerikleri (Çizelge 5.19) ve tuz türleri ile pH değerleri (Çizelge 5.20) belirlenmiştir. Örneklerin tamamı bazik özellikte olup 8,23 ve 8,29 arasında değişim göstermektedir. Tuz içerikleri bakımından KKY-T5 örneği diğer 5 örneğe oranlar daha düşük oranda tuz içermektedir. Ancak taş örneklerinin genelinde %0,60-2,96 arasında değişen oranlarda olduğu edinilen tespitler arasındadır. Tuz türü içeriklerine göre değerlendirildiklerinde 6 taş örneğinin tamamında klor ve nitrit ihmal edilebilir oranlarda iken, KKY-T6 örneğinde sadece sülfat, KKY-T3 örneğinde ise nitrat ve yine taşların tamamında karbonat ile karşılaşılmıştır. İncelenen taş örneklerinin geneline bakıldığında mukavemetlerinin

zayıf olduğu tespit edilmiş ve ufalanmalar görülmüştür. Taş örneklerin kondisyonlarının zayıf oluşu nedeniyle fiziksel testlerden birim hacim ağırlığı, su emme kapasitesi ve gözeneklilik testi uygulanamamıştır.

Petrografik analiz için, ince kesit optik mikroskop analizi ile 6 taş örneği incelenmiştir (Şekil 5.21). Örnekler yoğunlukla farklı alt türlerde siyenit (KKY-T1, KKY-T3, KKY-T4 ve KKY-T5) kayaç yapısındadır. KKY-T6 örneğini oluşturan mermer türü ve mineral yapısı bakımından kendi içinde incelendiğinde sertlik değerinin oldukça düşük olduğu görülmektedir. Taş örneklerinin sertlik değerleri 2,5-6,5 Mohs arasında değişmektedir.

Örneklere uygulanan PED-XRF analizi sonuçlarına göre (Çizelge 6.4) taşların element içerikleri çok yoğunluktan az yoğunluğa doğru SiO_2 , Al_2O_3 , K_2O , CaO , Na_2O 'dan oluşmaktadır. Örnekler arasında en yoğun grubu CaO içeriği oluşturmaktadır. Yoğunluk seviyesi %1,91-59,83 (ort. %19,67) aralığındadır. Bir diğer yoğun grubu ise Al_2O_3 oluşturmaktadır. Al_2O_3 içeriği %0,48-14,36 (ort. %9,58) aralığındadır.

Çizelge 6.4. Taşlara ait ped-xrf verileri

Element	Na_2O	MgO	Al_2O_3	SiO_2	K_2O	CaO	Fe_2O_3	LOI
KKY-T1	3,500	0,24	13,63	53,75	5,86	2,32	3,18	16,60
KKY-T2	0,069	0,02	0,48	1,87	0,01	59,83	0,19	37,45
KKY-T3	2,950	0,18	13,76	52,36	6,86	1,91	1,76	19,80
KKY-T4	2,090	0,75	14,36	49,21	4,60	5,08	4,19	18,68
KKY-T5	3,100	0,32	12,94	48,65	5,87	2,21	1,15	25,39
KKY-T6	0,045	1,77	2,30	13,74	0,59	46,65	1,19	33,34
Ort.	1,959	0,54	9,58	36,60	3,96	19,67	1,94	25,21

Kırşehir, Kaman Yassıhöyük yerleşimi yapı malzemelerinin ana grubunu kerpiç oluşturmaktadır. Günümüze kadar kerpiç yapı malzemesinin korunmasına yönelik birçok deneysel, etkin konservasyon çalışması yapılmış olmasına rağmen, bu uygulamaların hiçbiri henüz aktif olarak kullanılamamaktadır. Gerek uygulama sonrası uzun vadede ne tür bir sonuçla karşılaşılacağına bilinmemesi, gerekse orijinal kerpiçi koruma kaygısı ağır basmaktadır ve bilinen bir yöntem bulunmamaktadır. Son yıllarda harç ve sıvalar için su iticiler kullanılmış olsa da henüz kesin olarak olumlu sonuç elde edildiğine dair bir bilgi elde edilememiştir. Yassıhöyük yapı malzemelerinden olan kerpiçlerin arkeometrik analiz sonuçlarına göre bu alandaki kerpiçlerin temel bozulma nedenlerini atmosferik ortam koşulları oluşturmaktadır. Bu

nedenle kerpiçler için önleyici koruma uygulamaları önerilmektedir. Hâlihazırda çatı örtüsü bulunan höyüğün, kerpiç kalıntılarının atmosferik koşullardan en az etkilenmesinin sağlanması önerilmektedir.





KAYNAKLAR

- A.S.T.M. (1984). *American Society for Testing and Materials. Standard Test Method for Unconfined Compressive Strength of Intact Core Specimens. Soil and Rock, Building Stones: Annual Book of ASTM Standards 4.08*. Philadelphia, Pennsylvania: ASTM.
- Ahunbay, Z. (1996). *Tarihi Çevre Koruma ve Restorasyon*. İstanbul: Yem Yayınları.
- Alkan, N., Çağırın, E., Ersan, Ö. H. ve Eruş, M. (2011). *Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları*. İstanbul: İstanbul Büyükşehir Belediyesi İmar ve Şehircilik Daire Başkanlığı Koruma Uygulama ve Denetim Müdürlüğü (KUDEB) Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarları Yayınları.
- Berna, F. ve Behar, A. (2007). Sediment Exposed to High Temperatures, “Reconstructing Pyrotechnical Processes in Late Bronze Age and Iron Age Strata at Tel Dor (Israel)”. *Journal of Archaeological Science*, 34, 373- 385.
- Black, C.A., Evans, D.D., Ensminger, L.E., White, J.L. and Clark, F.E. (1965). *Methods of Soil Analysis*. Madison, Wisconsin, American Society of Agronomy, USA.
- Boynton, R.S. (1980). *Chemistry and Technology of Lime and Limestone* (2nd Ed.). New York: John Wiley & Sons Inc.
- Böke, H., Akkurt, S., İpekoğlu, B. ve Uğurlu, E., (2006). Characteristics of Brick Used As Aggregate in Historic Brick-Lime Mortar and Plaster. *Cement and Concrete Research*, 36, 115-1122.
- Calabria, J. and Vasjonjelos, W.L. (2008). Microstructure and Chemical Degredation of Adobe and Clay Bricks, 1- 7, Ceremics International.
- Cookckson, B.C. (2010). “Living in Mud”, İstanbul: Ege Yayınları.
- Coqueugniot, G. (2011). *The Oriental Agora: The Case Of Seleucid Europos-Dura, Syria*. The Agora in The Mediterranean from Homeric to Roman Times International Conference, Kos, Greece.
- Çağlayan, M., Haberveren, S., İpekoğlu, B. ve Kurşun, İ. (1999). *Beton Yapımında Kullanılan Agregaların Özellikleri ve Örnek Bir Kuruluş "İston" 2 Ulusal Kırmataş Sempozyumu'99*, İstanbul, 69-79.
- Çelik, O.F. (2008). Detailed Geochemistry and K-Ar Geochronology of The Metamorphic Sole Rocks and Their Mafic Dykes from The Mersin Ophiolite, Southern Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 17(4), 685-708.
- Dede, Y. (1997). *Aşıklıhöyük Kerpiç Yapılarının Korunması Üzerine Çalışmalar*, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, Fen- Edebiyat Fakültesi, İstanbul.

- Dehkordi, M.H. (2008). *Application of Scientific Investigations in Conservation and Restoration of Historical Buildings*. İran:University of Tehran Press.
- Demirkıran, Ş. (2010). *Kilikya Bölgesi'nden Seçilmiş Antik Mermer Eserlerin Kökeninin Saptanması*. Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Adana.
- Feigl, F. (1966). *Spot Test in Organic Analysis*. Amsterdam: Elsevier Publication Company.
- Feilden, B.M. (2004). Conservation of Historic Buildings. *Climate Causes of Decay*, 93- 118.
- Gayurfar, R. (2009). *İnjourious Biological Agents in Historical Buildings*, Tehran, İran: Hampa Publishing,.
- Güdücü, G. (2003). *Şapınuva-Çorum Hitit Kenti Yapılarındaki Kerpiç Sıvaların Arkeometrik Yönden İncelenmesi*, Yüksek Lisans Tezi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Orta Doğu Teknik Üniversitesi, Ankara.
- Güney, H. (2017). Jeoloji ve Gemoloji Bilimlerinde Kullanılan Tahribatsız Arkeometrik Yöntemler ve Cihazların Günümüz Arkeoloji Biliminde Kullanılmasını ve Gerekliliği, *Inertnational Journal of Interdisciplinary and Intercultural Art*. 2, 93.
- Helmi, F. (1990). *Detereioration and Conservation of Some Mudbrick in Egypt*, 6th International Conference on Conservation of Earthen Architecture, 277-282, New Meksico, U.S.A.
- Houben, H. Guillaud, H. (2003) *Earth Construction “ A Comprehensive Guide”*, CRATerre- EAG, London, U.K.: ITDG Publishing.
- I.S.R.M. (1981). E.T. Brown, (Ed.), *Suggested Methods Rock Charectarization Testing and Monitoring*. Oxford: Pergaman Press.
- Inal, A., Gunes, A., Pilbeam, D.J., Kadioglu, Y.K. and Eraslan, F. (2009). Concentrations of Essential and Nonessential Elements in Shoots and Storage Roots of Carrot Grown in NaCl and Na₂SO₄ Salinity. *X-Ray Spectrometry*, 38(1), 45-51.
- İnternet: URL:<http://yerbilimleri.mta.gov.tr/anasayfa.aspx> adresinden 13 Mayıs 2017'de alınmıştır.
- Kerr, P.F. (1977). *Optical Mineralogy*. New York: McGraw-Hill.
- Koralay, T., Duman, B., Kadioğlu, Y.K. ve Akyol, A.A. (2016). Tarihi Harç ve Sıva Örneklerinin Çoklu Analitik Yöntemler Kullanılarak İncelenmesi: Tripolis (Yenice/Denizli) Örneği. *31. Arkeometri Sonuçları Toplantısı Bildiri Kitabı*, T.C. Kültür ve Turizm Bakanlığı Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayın No: 173, 1-20.

- Kömürcüoğlu, E.A. (1967). *Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç ve Kerpiç İnşaat Sistemleri*. İstanbul: Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- Kumagai, K. (2008) "A Report of Preliminary Magnetic Survey in Yassihöyük," AAS XVII.
- Kutlu, E. (1971). *Anadolu Kurşun Figürinleri ve Taş Kalıpları*. Ankara.
- Küçükkaya, A.G. (2004). *Taşların Bozulma Nedenleri Koruma Yöntemleri* (1st ed.). İstanbul: Birsan Yayınevi.
- Leroy-Tolles, E. (2000). *Siesmic Stablization of Historic Adobe Structures*, Getty Conservation Institute, California, U.S.A.
- Noei, S. (2011). *Güvercinkayası Kerpiç Karakterizasyonu*, Yüksek Lisans Tezi İstanbul Üniversitesi Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ohno, Y. (2007). Spectral Colour Measurement, in *CIE Colorimetry: Understanding the CIE System*, J. Schanda, Ed., Ch. 5., New York: Wiley Publication.
- Omura, M. (2011). 32. Kazı Sonuçları Toplantısı, Ankara: Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 365.
- Omura, M. (2015). 36. Kazı Sonuçları Toplantısı, Ankara: Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 310.
- Omura, M. (2017). 38. Kazı Sonuçları Toplantısı, Ankara: Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü, 343.
- Özgüç, N. (1965). Özgüç, Nimet, Kültepe Mühür Baskılarında Anadolu Grubu, Ankara: TTKY V/22.
- Özgüç, T. 2003: Özgüç, Tahsin, Kültepe Kanis/ Nesa. The Earliest International Trade Center and the Oldest Capital City of the Hittites, İstanbul, 2003
- Pollard, A.M. and Heron, C. (1996). *Archaeological Chemistry*. Cambridge: The Royal Society of Chemistry.
- Qu, J., Cheng, G. and Zhang, K., (2007). *An Experimental Study of the Mechanisms of Freeze/ Thaw and Wind Erosion of Ancient Adobe Buildings in North West China*, Bulletin of Geological Environment, Vol. 66, 153-159.
- R.I.L.E.M. (1980). Research and Testing. *Materials and Construction* 13, Chapman and Hall, Paris, 71-82.
- Rapp, G. (2002). *Archaeomineralogy*. Berlin: Springer-Verlag.
- Robbins, C.R. and Brown, P. (1979). *Factors Affecting the Durability of Adobe Structures*, Studies in CONservation, Vol. 24, No 1, 23-39, IIC.
- Rudolf, N. (1998). *Eski Anadolu Mimarlığı*, Ankara: Türk Tarih Kurumu.

- Sözen, M. (2012). *Anadolu'da Kırsal Mimarlık*. İstanbul: Çekül Vakfı Yayınları
- Staff, S.C. (2006) Adobe Conservation, “A *preservation Handbook*”, Cornerstones community Partnership, Texas, U.S.A.
- Torraca, G. and Gullini, G. (1972). Report on Mudbrick Preservation, Mesopotamia, 7, 287-295.
- TS 8615 (Aralık 1990). *Kayaçlar - Su Muhtevası, Yoğunluk ve Porozite Tayini* Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- TS 8615 (Aralık 1990). *Kayaçlar - Su Muhtevası, Yoğunluk ve Porozite Tayini* Ankara: Türk Standartları Enstitüsü.
- Tsugio M. and Omura, S. (1988). “1986 Kırşehir İli Sınırları İçinde Yapılan Yüzey Araştırmaları. V. Araştırma Sonuçları Toplantısı Ankara 6-10 Nisan 1987 II, Ankara 1988, 123-156.
- Uğuryol, M.F. (2014). *Arkeolojik Kerpiç Korumasında Akrilik Reçine, Alkali Silikat, Etil Silikat ve Nano Kireç Kullanımının Değerlendirilmesi*, Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, İstanbul.
- Ulusay, R., Gökçeoylu, C. ve Binal, A. (2011). *Kaya Mekaniği Laboratuvar Deneyleri*. Ankara: TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası Yayınları. No: 58.
- Vitruvius, (1993). *Mimarlık Üzerine On Kitap*. (çev. S. Güven). Ankara: Şevki Vanlı Mimarlık Vakfı Yayınları.
- Vonkonov, T. (2002) The Study of Salt Deterioration Mechanisms, “*Decay of Brick Walls Influenced by Interior Climate Changes*”, Suomenlinnan hoitokunta, Helsinki, Finland.
- Warren, J. (1999). Conservation of Earthen Structures, Butterworth- Heinemann, U.K.
- Zhan, X. (2005). Application of Polarized EDXRF in Geochemical Sample Analysis and Comparison with WDXRF. *X-Ray Spectrometry*, 34(3), 207-212.



EKLER



EK-1. Resimler



KKY-H1a



KKY-H1b



KKY-H1c



KKY-H2a



KKY-H2b



KKY-H3a



KKY-H3b



KKY-H4



KKY-H5



KKY-H6



KKY-H7



KKY-H8



KKY-H9



KKY-H10



KKY-H11



KKY-H12



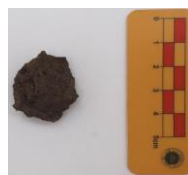
KKY-H13



KKY-H14



KKY-H15



KKY-H16



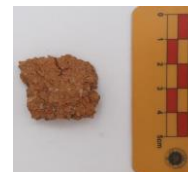
KKY-H17



KKY-H18

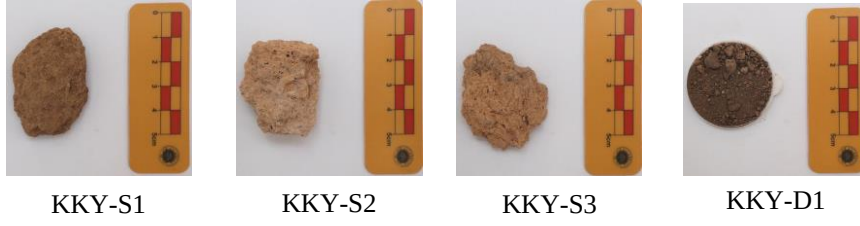


KKY-H19

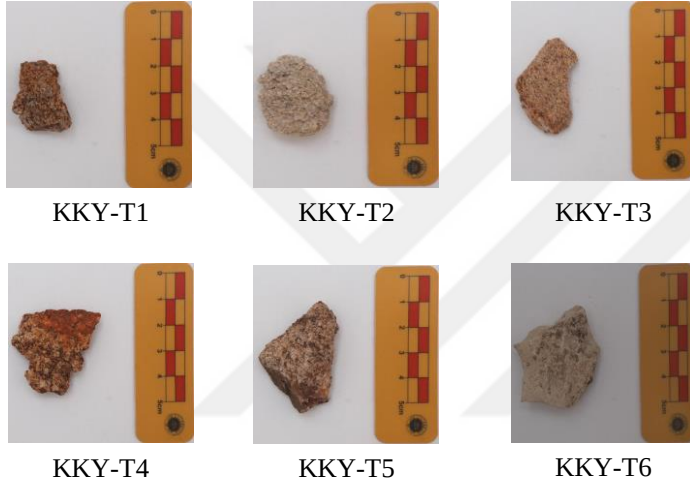


KKY-H20

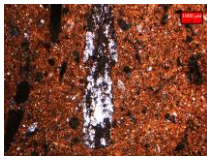
Resim 16 Kırşehir Kaman Yassihöyük kerpiç harç örnek fotoğrafları



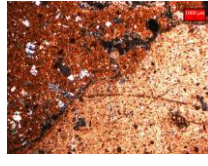
Resim 17 Kırşehir Kaman Yassıhöyük kerpiç sıva ve toprak örneği fotoğrafları



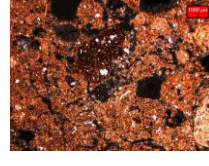
Resim 18 Kırşehir Kaman Yassıhöyük taş örnek fotoğrafları



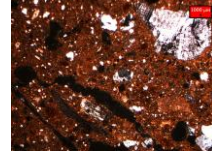
KKY-H1a



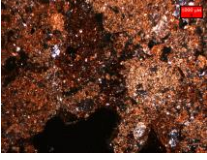
KKY-H1b



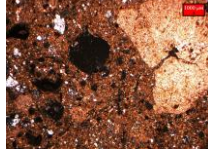
KKY-H1c



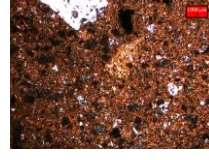
KKY-H2a



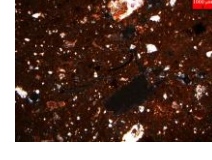
KKY-H2b



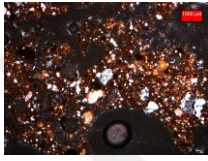
KKY-H3a



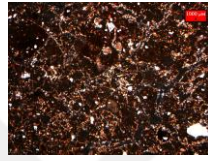
KKY-H3b



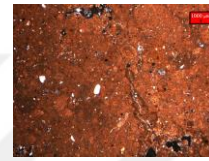
KKY-H4



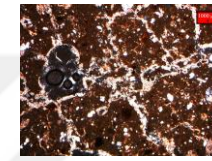
KKY-H5



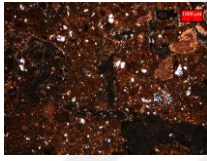
KKY-H6



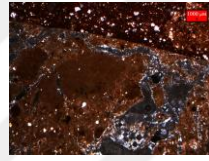
KKY-H7



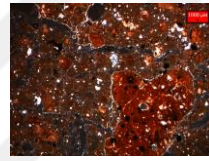
KKY-H8



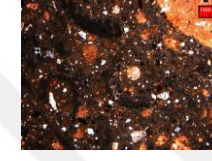
KKY-H9



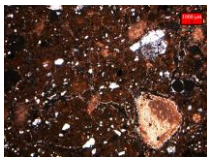
KKY-H10



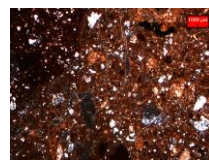
KKY-H11



KKY-H12



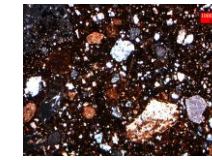
KKY-H13



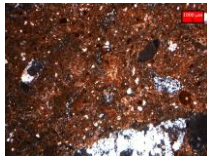
KKY-H14



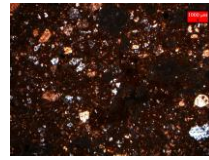
KKY-H15



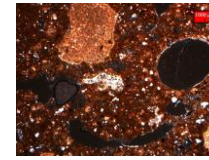
KKY-H16



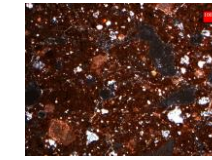
KKY-H17



KKY-H18

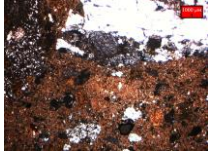


KKY-H19

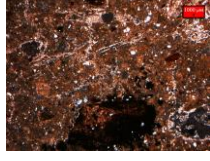


KKY-H20

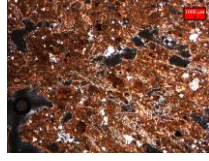
Resim 19 Kırşehir Kaman Yassihöyük kerpiç harçlarına ait ince kesit fotoğrafları



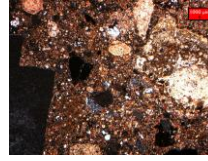
KKY-S1



KKY-S2

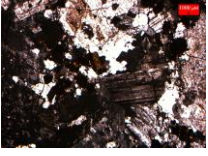


KKY-S3



KKY-D1

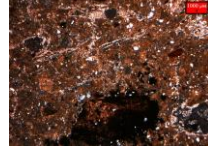
Resim 20 Kırşehir Kaman Yassıhöyük kerpiç sıva ve toprak örneklerine ait ince kesit fotoğrafları



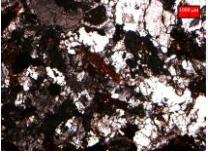
KKY-T1



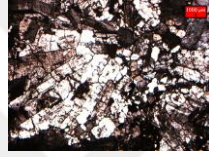
KKY-T2



KKY-T3



KKY-T4



KKY-T5



KKY-T6

Resim 21 Kırşehir Kaman Yassıhöyük taş örneklere ait ince kesit fotoğrafları



Resim 22 Kırşehir Kaman Yassihöyük kerpiç harç örnekleri agregası fotoğrafları



KKY-S1



KKY-S2



KKY-S3

Resim 23 Kırşehir Kaman Yassıhöyük kerpiç sıva örnekleri agregası fotoğrafları

EK-2. Çizelgeler

Çizelge 1.2. Örnek açıklamaları

Örnekler	Açıklamalar	Malzeme Türü
KKY-H1a	E8/ e8, R22 III. kat eski tunç çağı	Harç
KKY-H1b	E8/ e8, R22 III. kat eski tunç çağı	Harç
KKY-H1c	E8/ e8, kalınlık: 8-8,5cm	Harç
KKY-H2a	E9/ g1 kalınlık: 10-10,5	Harç
KKY-H2b	E9/ g1 R47 III. kat eski tunç çağı, kerpiç tuğla	Harç
KKY-H3a	E9/ f1 I.kat demir çağı 26-28x42x11-12	Harç
KKY-H3b	E9/ f1 I.kat demir çağı	Harç
KKY-H4	R8, W19	Harç
KKY-H5	R102, W121,	Harç
KKY-H6	R102, W121 güneybatı yönü,	Harç
KKY-H7	R46, W90, kuzeybatı duvarı,	Harç
KKY-H8	R121, W58, kuzeybatı duvarı kesitten	Harç
KKY- H9	R8, W47, ana mekan batı duvarı	Harç
KKY-H10	R8, W82, ana mekan güney duvarı	Harç
KKY- H11	R101, ana mekan güneyi	Harç
KKY- H12	R27, W59, ana mekan batısı kesit	Harç
KKY- H13	R8, W20, kuzeybatı duvarı	Harç
KKY- H14	R22, W20, ana mekan	Harç
KKY- H15	R37, ana mekan batısından	Harç
KKY- H16	R36? güneybatı duvar kenarı	Harç
KKY- H17	R22, W45 güneybatı kenarından	Harç
KKY- H18	R19, W44 ana mekan kuzey duvarı	Harç
KKY- H19	R41, W115 ana mekan kuzeyindeki oda	Harç
KKY- H20	R20, W103 ana mekanın kuzeyi	Harç
KKY- S1	R8, ana mekan ortasındaki yükselti	Sıva
KKY- S2	R102, W121	Sıva
KKY- S3	R21, W58 duvar kesitinden	Sıva
KKY- T1	R8, W19	Taş
KKY- T2	R8, W19	Taş
KKY- T3	R8, W19	Taş
KKY- T4	R22, W19 ana mekan kuzeybatı köşesi	Taş
KKY- T5	R22, W20 ana mekan batı köşesi	Taş
KKY- T6	R22, W20 ana mekan batı köşesi	Taş
KKY- D1	R21, W58 duvarın kesiti	Toprak

Çizelge 5.1. Harç, sıva ve taşlara ait renk analizi

Örnek Kodu	L	a	b
KKY-H1a	36,5860	7,5516	17,7041
KKY-H1b	40,2504	9,9638	23,9693
KKY-H1c	33,1086	5,7055	15,9287
KKY-H2a	43,1163	9,6349	26,6007
KKY-H2b	40,2521	8,5230	20,9537
KKY-H3a	29,1821	5,7606	14,9061
KKY-H3b	35,2159	5,5681	15,7426
KKY-H4	29,1188	12,0963	17,5662
KKY-H5	37,3005	10,2929	18,7756
KKY-H6	36,2913	8,3429	14,2237
KKY-H7	43,3935	9,6431	18,7388
KKY-H8	41,5327	5,9309	12,3757
KKY-H9	29,5274	8,8882	14,8414
KKY-H10	44,9076	7,6910	16,0198
KKY-H11	37,2175	10,0701	17,4283
KKY-H12	36,2505	9,8573	14,2086
KKY-H13	42,7397	7,1171	17,1513
KKY-H14	35,6831	10,6800	17,7832
KKY-H15	53,2984	-2,2509	7,7360
KKY-H16	17,8303	3,0668	3,3155
KKY-H17	39,2196	8,0664	6,4869
KKY-H18	31,8820	10,8590	19,3952
KKY-H19	35,1088	13,3127	17,6913
KKY-H20	33,0291	13,5512	17,9404
KKY-S1	31,7864	9,1658	14,8189
KKY-S2	41,3144	9,7263	17,0380
KKY-S3	36,4745	10,3726	18,8646
KKY-T1	32,8049	9,2678	21,7998
KKY-T2	44,6983	3,8003	10,8080
KKY-T3	39,6442	8,3945	12,8014
KKY-T4	39,8169	11,7894	19,8605
KKY-T5	26,9915	7,9787	10,5954
KKY-T6	47,3817	5,0415	9,3174
KKY-D1	25,5906	4,2349	9,1549

Çizelge 5.3. Kerpiç harcı örneklerine ait tuz testi

Örnekler	Toplam Tuz (%)
KKY-H1a	1,01
KKY-H1b	0,75
KKY-H1c	1,38
KKY-H2a	0,60
KKY-H2b	0,86
KKY-H3a	0,35
KKY-H3b	0,65
KKY-H4	1,83
KKY-H5	1,43
KKY-H6	1,42
KKY-H7	0,59
KKY-H8	1,70
KKY-H9	2,52
KKY-H10	1,15
KKY-H11	0,75
KKY-H12	1,64
KKY-H13	2,50
KKY-H14	2,23
KKY-H15	2,88
KKY-H16	2,33
KKY-H17	1,97
KKY-H18	2,44
KKY-H19	2,07
KKY-H20	0,84
Ort.	1,49

Çizelge 5.4. Kerpiç harçların tuz türü ve pH sonuçları

Örnekler	Nitrit (NO ₂ ⁻)	Nitrat (NO ₃ ⁻)	Sülfat (SO ₄ ²⁻)	Klor (Cl)	Karbonat (CO ₃ ²⁻)	pH
KKY-H1a	0,050	-	-	3	112	8,34
KKY-H1b	0,025	25	20	3	112	8,50
KKY-H1c	0,075	10	20	3	80	8,58
KKY-H2a	0,050	25	-	3	80	8,52
KKY-H2b	0,025	10	-	3	80	8,52
KKY-H3a	0,050	50	-	3	192	8,46
KKY-H3b	-	10	-	30	192	8,47
KKY-H4	-	-	-	3	80	8,54
KKY-H5	-	-	-	3	80	8,54
KKY-H6	0,025	-	-	3	80	8,59
KKY-H7	0,025	10	-	100	80	8,52
KKY-H8	0,025	-	-	6	80	8,57
KKY-H9	0,025	-	-	3	80	8,58
KKY-H10	0,025	-	20	3	80	8,58
KKY-H11	-	-	20	69	112	8,51
KKY-H12	-	-	-	3	80	8,58
KKY-H13	-	-	-	3	112	8,58
KKY-H14	0,025	10	-	3	80	8,49
KKY-H15	0,025	-	-	3	80	8,50
KKY-H16	0,025	-	-	3	112	8,46
KKY-H17	0,025	-	-	3	80	8,45
KKY-H18	0,025	-	-	3	80	8,47
KKY-H19	0,025	-	-	3	112	8,43
KKY-H20	0,025	-	-	6	80	8,39

Çizelge 5.5. Kerpiç harçların toplam bağlayıcı ve agrega verileri

Örnekler	TB (%)	TA (%)
KKY-H1a	53,77	46,23
KKY-H1b	38,35	61,65
KKY-H1c	44,27	55,73
KKY-H2a	95,17	4,83
KKY-H2b	42,64	57,36
KKY-H3a	33,82	66,18
KKY-H3b	37,04	62,96
KKY-H4	32,95	67,05
KKY-H5	43,93	56,07
KKY-H6	46,26	53,74
KKY-H7	56,74	43,26
KKY-H8	36,79	63,21
KKY-H9	45,21	54,79
KKY-H10	40,48	59,52
KKY-H11	56,67	43,33
KKY-H12	50,41	49,59
KKY-H13	44,12	55,88
KKY-H14	35,91	64,09
KKY-H15	98,97	1,03
KKY-H16	45,02	54,98
KKY-H17	45,10	54,90
KKY-H18	34,19	65,81
KKY-H19	48,84	51,16
KKY-H20	26,56	73,44
Ort.	47,22	52,78

Çizelge 5.6. Kerpiç harçlara ait Gronülometrik Analiz verileri

Örnekler	<63 μm	>63 μm	>125 μm	>250 μm	>500 μm	>1000 μm
KKY-H1a	6,14	22,69	27,47	17,68	22,08	3,93
KKY-H1b	6,97	32,54	33,74	12,00	8,25	6,50
KKY-H1c	2,76	9,53	17,31	18,12	23,52	28,75
KKY-H2a	5,35	11,10	19,48	21,14	22,95	19,98
KKY-H2b	6,79	16,76	14,50	15,03	16,83	30,09
KKY-H3a	13,76	34,23	27,44	13,75	6,94	3,88
KKY-H3b	9,17	18,80	32,73	24,77	9,62	4,90
KKY-H4	3,08	6,17	14,49	18,22	22,47	35,56
KKY-H5	5,60	7,80	12,22	21,51	28,35	24,51
KKY-H6	4,36	9,10	11,08	14,80	22,05	38,61
KKY-H7	5,75	10,17	11,66	16,63	22,96	32,83
KKY-H8	37,23	15,67	4,68	6,57	11,10	24,74
KKY-H9	5,27	10,09	13,02	16,04	20,86	34,73
KKY-H10	5,02	11,46	13,11	16,24	20,99	33,18
KKY-H11	7,29	9,96	10,98	14,26	18,35	39,16
KKY-H12	5,15	12,74	13,28	17,03	20,88	30,92
KKY-H13	5,10	12,71	12,03	15,37	20,09	34,70
KKY-H14	4,88	10,32	11,88	14,41	18,25	40,27
KKY-H15	20,69	10,68	15,14	16,90	18,08	18,50
KKY-H16	3,33	10,28	21,96	22,52	25,70	16,20
KKY-H17	5,90	17,45	21,09	19,25	19,82	16,48
KKY-H18	4,30	10,76	12,21	14,97	18,30	39,47
KKY-H19	6,61	12,10	15,05	15,43	18,09	32,73
KKY-H20	4,84	6,52	11,29	13,67	18,33	45,35

Çizelge 5.7. Kerpiç harç örneklerine ait gravimetrik analiz sonuçları

Örnek Kodu	Nem (105 C, %)	Organik İçerik (450 C, g)	% Karbonat (900 C, g)
KKY-H1a	1,05	19,27	41,86
KKY-H1b	0,80	19,26	35,48
KKY-H1c	0,80	19,58	38,63
KKY-H2a	0,51	22,89	35,17
KKY-H2b	1,35	24,21	32,88
KKY-H3a	1,86	22,77	32,41
KKY-H3b	1,51	18,63	33,75
KKY-H4	0,22	23,90	17,34
KKY-H5	0,33	22,63	29,29
KKY-H6	0,63	19,62	33,46
KKY-H7	1,38	20,02	37,27
KKY-H8	0,54	18,21	25,26
KKY-H9	0,16	20,78	29,10
KKY-H10	0,45	21,00	25,01
KKY-H11	0,98	19,23	34,39
KKY-H12	0,18	21,35	37,55
KKY-H13	1,26	18,28	25,41
KKY-H14	3,14	22,48	25,89
KKY-H15	1,58	14,51	75,28
KKY-H16	2,50	19,10	40,22
KKY-H17	2,48	18,95	32,40
KKY-H18	2,27	18,87	21,61
KKY-H19	2,47	22,64	34,31
KKY-H20	2,27	23,82	18,99
Ort.	1,28	20,50	33,20

Çizelge 5.8. Harçlara ait cementation index verileri

Element	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	CaO	Fe ₂ O ₃	CI	Kireç Türü
KKY-H1a	2,50	7,47	31,17	25,01	3,80	3,48	DÇ
KKY-H1b	2,26	8,30	32,88	22,24	4,18	4,15	DÇ
KKY-H1c	2,49	6,95	29,61	26,63	3,37	3,12	DÇ
KKY-H2a	1,73	7,47	32,57	20,04	4,17	4,61	DÇ
KKY-H2b	2,70	8,64	36,52	18,50	4,37	5,21	DÇ
KKY-H3a	2,78	8,68	34,94	18,64	4,28	4,96	DÇ
KKY-H3b	2,71	8,99	36,17	18,28	4,43	5,24	DÇ
KKY-H4	2,02	9,77	41,69	15,61	5,16	7,19	DÇ
KKY-H5	2,87	8,17	40,27	17,96	4,29	5,73	DÇ
KKY-H6	1,95	6,73	30,98	24,79	3,75	3,56	DÇ
KKY-H7	1,80	6,72	32,48	25,81	3,77	3,60	DÇ
KKY-H8	2,25	6,18	29,02	28,61	3,73	2,89	DÇ
KKY-H9	2,50	7,36	34,89	23,69	4,13	4,04	DÇ
KKY-H10	2,16	7,30	34,95	23,30	4,22	4,18	DÇ
KKY-H11	1,39	7,08	30,12	24,77	4,54	3,62	DÇ
KKY-H12	1,93	6,33	32,17	25,35	3,68	3,59	DÇ
KKY-H13	1,89	8,77	35,88	24,48	4,17	4,21	DÇ
KKY-H14	2,03	7,24	33,85	22,17	4,18	4,28	DÇ
KKY-H15	0,16	0,71	3,13	60,55	0,37	0,16	YK
KKY-H16	2,53	7,22	32,75	21,58	4,02	4,13	DÇ
KKY-H17	1,86	6,78	35,42	22,67	3,77	4,37	DÇ
KKY-H18	2,12	8,78	38,13	19,36	4,74	5,43	DÇ
KKY-H19	1,50	7,29	32,45	26,26	3,79	3,62	DÇ
KKY-H20	2,46	8,71	37,95	20,61	4,75	5,01	DÇ
Harç Ort.	2,11	7,40	32,92	24,04	3,99	4,18	DÇ

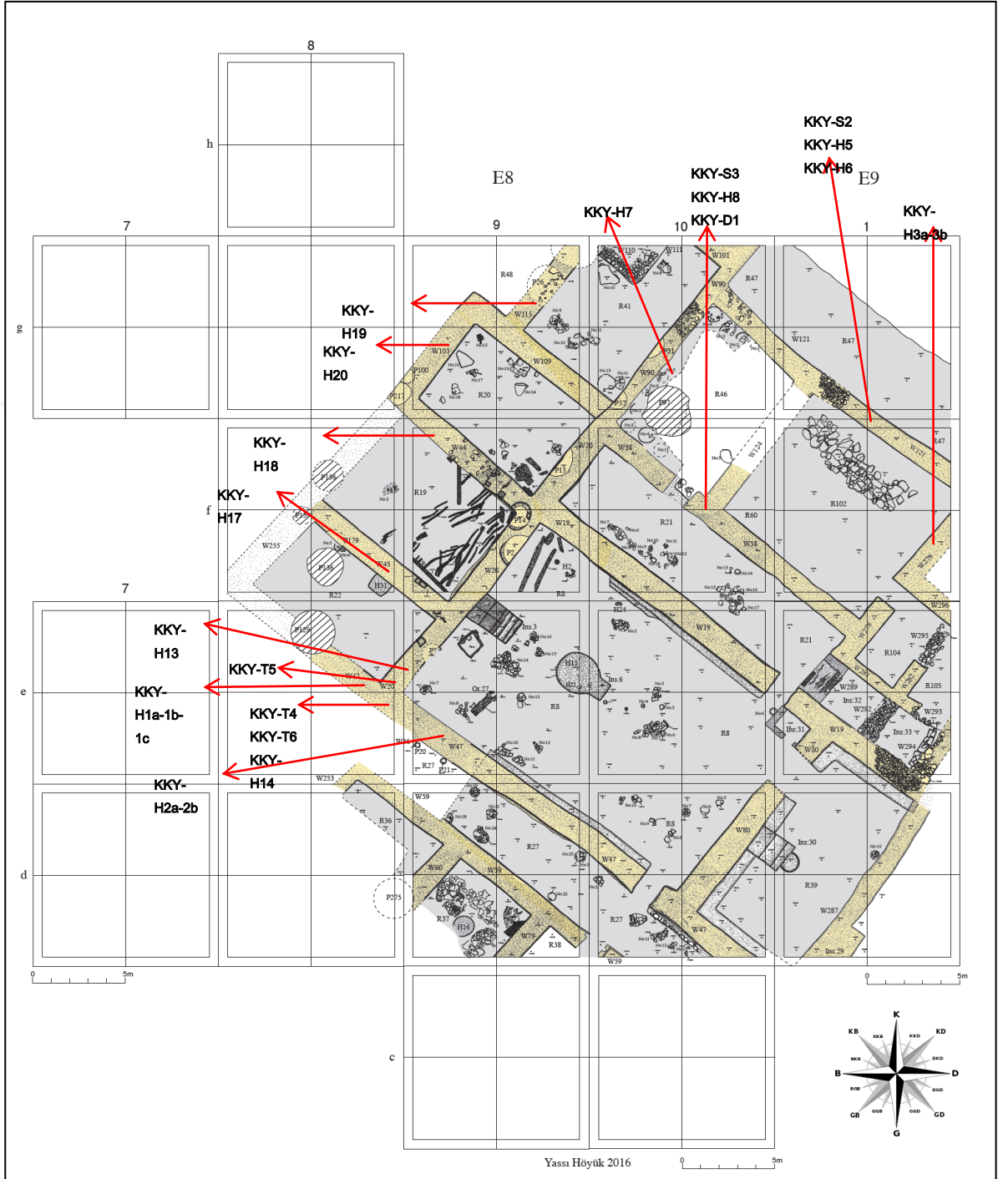
Çizelge 6.1. PED-XRF harçlara ait element içeriği

Element		MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	K ₂ O	CaO	Fe ₂ O ₃	LOI*
KKY-H1a		2,50	7,47	31,17	2,18	25,01	3,80	26,60
KKY-H1b		2,26	8,30	32,88	2,60	22,24	4,18	26,09
KKY-H1c		2,49	6,95	29,61	2,23	26,63	3,37	27,54
KKY-H2a		1,73	7,47	32,57	3,50	20,04	4,17	28,94
KKY-H2b		2,70	8,64	36,52	2,64	18,50	4,37	24,97
KKY-H3a		2,78	8,68	34,94	2,43	18,64	4,28	26,75
KKY-H3b		2,71	8,99	36,17	2,45	18,28	4,43	25,48
KKY-H4		2,02	9,77	41,69	2,93	15,61	5,16	21,55
KKY-H5		2,87	8,17	40,27	4,11	17,96	4,29	20,66
KKY-H6		1,95	6,73	30,98	3,08	24,79	3,75	27,22
KKY-H7		1,80	6,72	32,48	3,03	25,81	3,77	25,16
KKY-H8	%	2,25	6,18	29,02	2,19	28,61	3,73	26,70
KKY-H9		2,50	7,36	34,89	2,38	23,69	4,13	23,82
KKY-H10		2,16	7,30	34,95	2,95	23,30	4,22	23,89
KKY-H11		1,39	7,08	30,12	3,53	24,77	4,54	26,14
KKY-H12		1,93	6,33	32,17	2,81	25,35	3,68	26,53
KKY-H13		1,89	8,77	35,88	2,09	24,48	4,17	21,58
KKY-H14		2,03	7,24	33,85	2,31	22,17	4,18	26,77
KKY-H15		0,16	0,71	3,13	0,29	60,55	0,37	34,49
KKY-H16		2,53	7,22	32,75	2,39	21,58	4,02	28,36
KKY-H17		1,86	6,78	35,42	3,34	22,67	3,77	24,35
KKY-H18		2,12	8,78	38,13	2,51	19,36	4,74	23,04
KKY-H19		1,50	7,29	32,45	2,39	26,26	3,79	25,16
KKY-H20		2,46	8,71	37,95	2,93	20,61	4,75	21,07
Ortalama		2,11	7,40	32,92	2,64	24,04	3,99	25,54

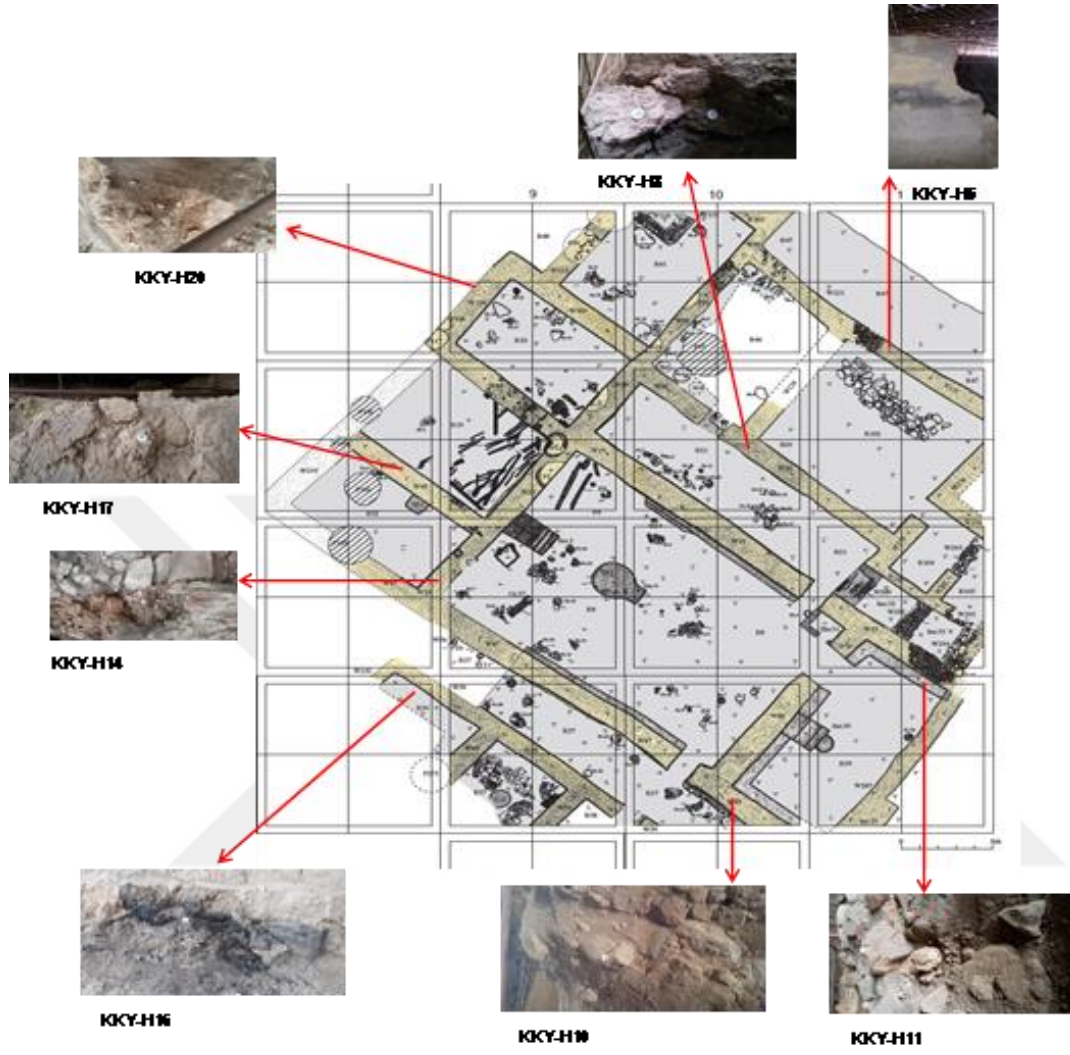
(*) LOI: Loss on Ignition (Kızdırma Kaybı)



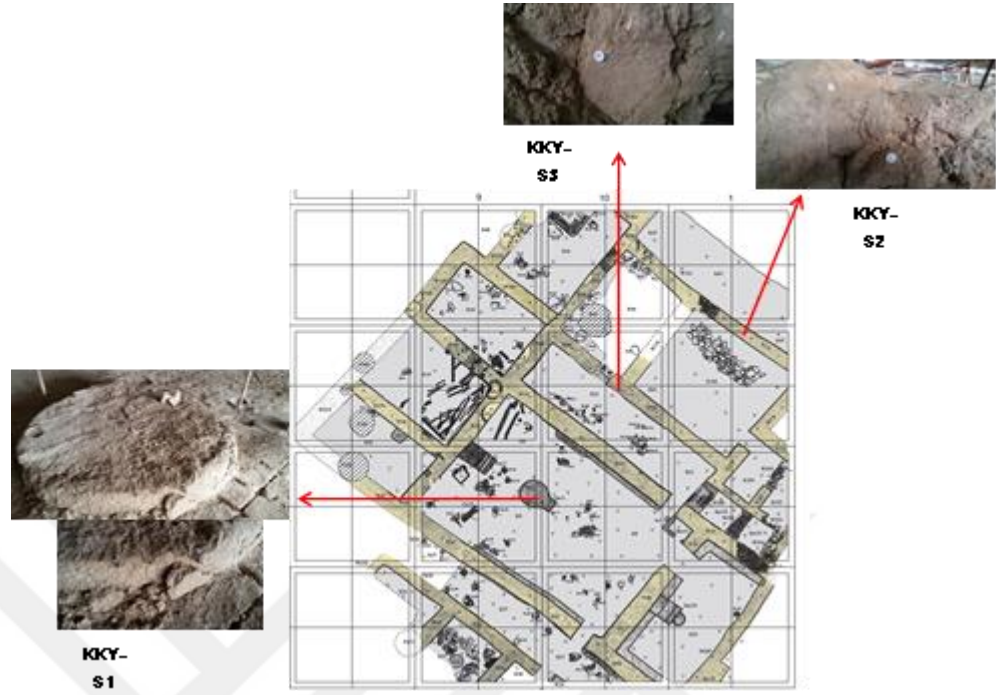
EK- 3. Şekiller



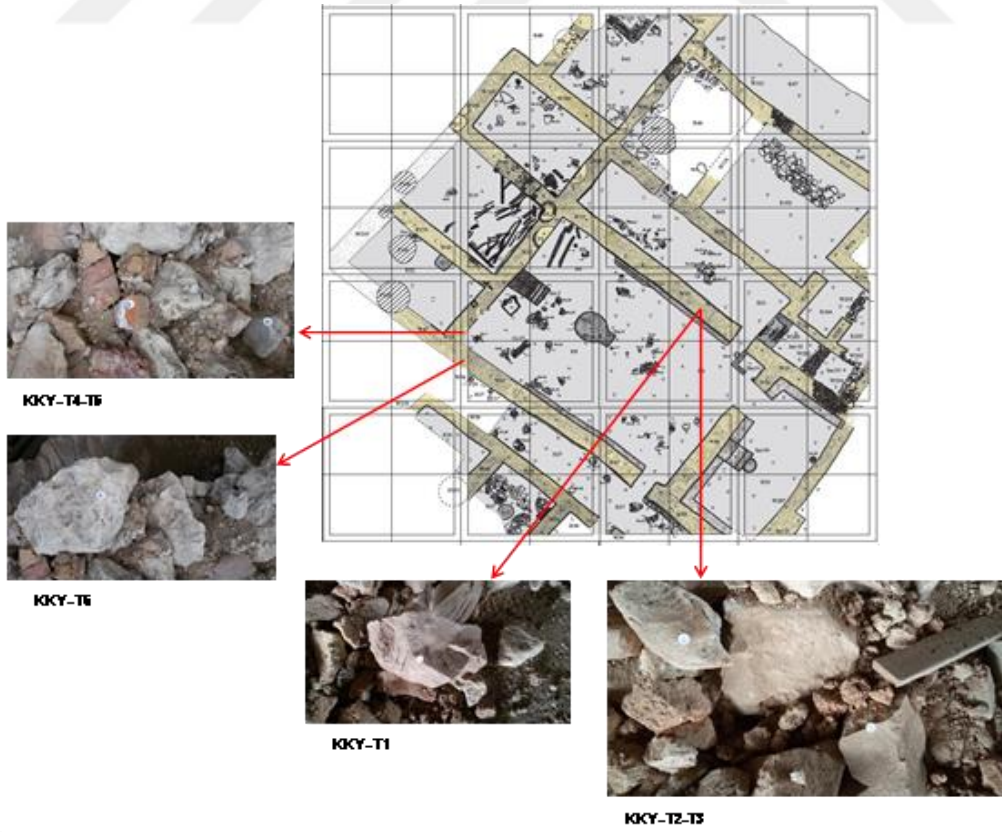
Şekil 4.1. Örnek noktaları



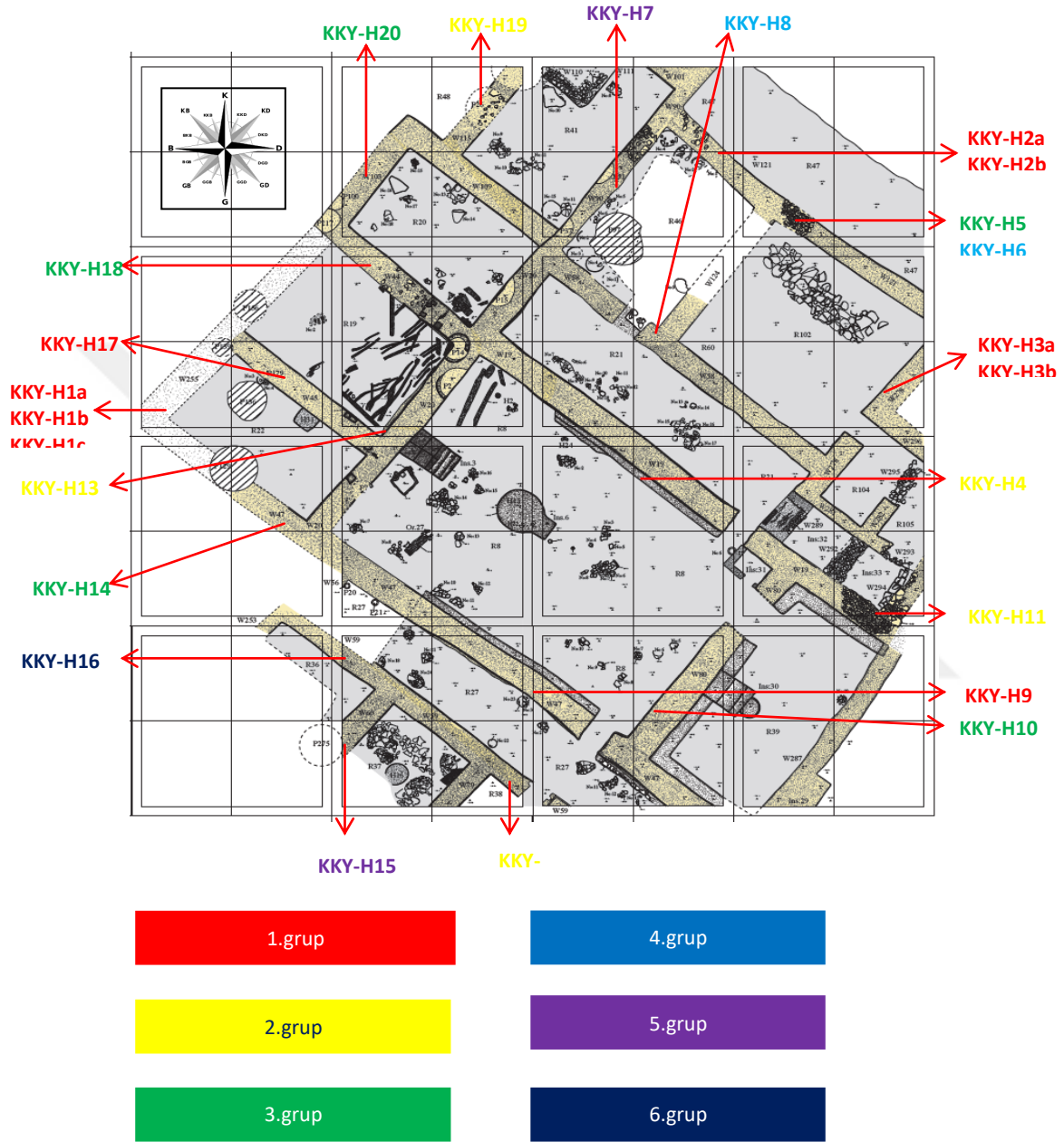
Şekil 5.1. Kerpiç harç örnek noktaları



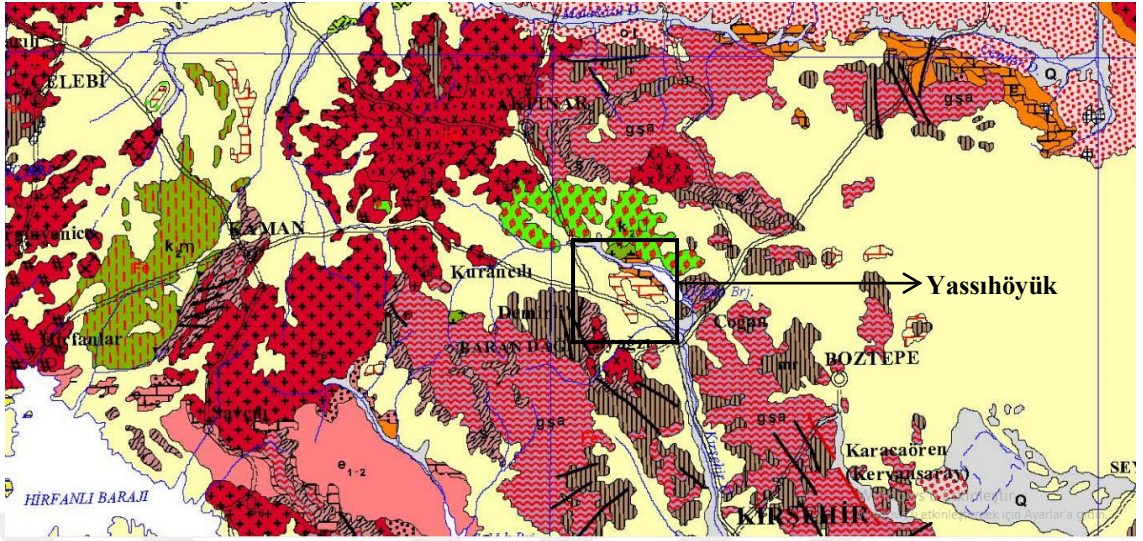
Şekil 5.1. Kerpiç sıvalar örnek noktaları



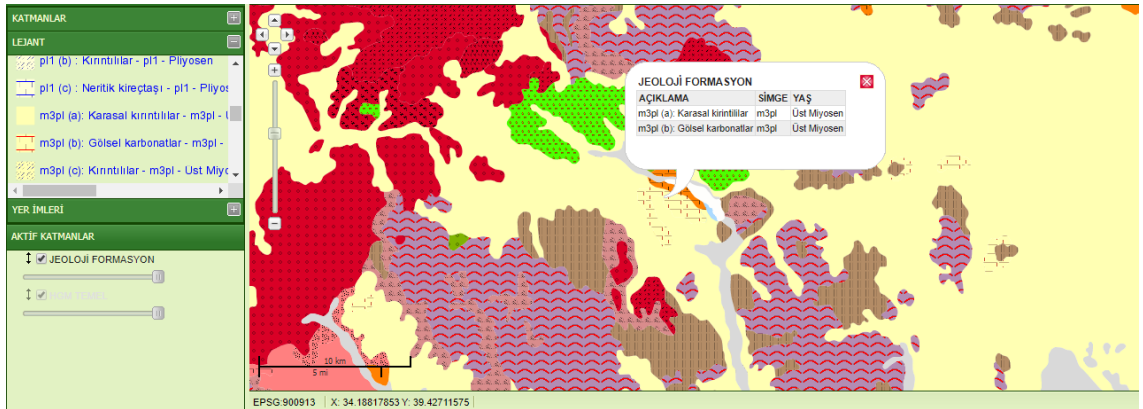
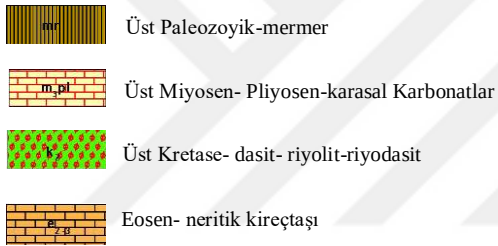
Şekil 5.2. Taş örnek noktaları



Şekil 5.5. Kerpiç harçların petrografik grup dağılımı



Şekil 5.6. 1: 500.000 Ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları Kayseri Bölgesi (MTA, Jeoloji Etütleri Dairesi, 2002)



Şekil 5.7. MTA Yer Bilimleri, Basılı Jeoloji Haritaları 2019



ÖZGEÇMİŞ

Doğum Tarihi: 22.03.1982

Doğum Yeri: Ankara

Medeni hali : Bekar

Telefon: 0505 888 38 63

e-posta: tugbadirican@gmail.com



Eğitim:

1996-1999 Lise: Ankara Eryaman Lisesi

2001-2004 Ön Lisans: Ankara Üniversitesi Başkent Meslek Yüksek Okulu

Restorasyon ve Konservasyon Programı

2005-2010 Lisans: İstanbul Üniversitesi Edebiyat Fakültesi Taşınabilir Kültür

Varlıklarını Koruma ve Onarım Bölümü

2015-2019Yüksek Lisans : Gazi Üniversitesi Güzel Sanatlar Enstitüsü Kültür Varlıklarını Koruma Anabilim Dalı

STAJLAR

2002 Yaz Dönemi: Antandros antik yerleşiminde yürütülen arkeolojik kazı çalışmalarında duvar resmi, mozaik(kaldırma ve in-situ onarım), seramik, taş, metal ve cam restorasyon ve konservasyonu .

2003 Yaz Dönemi: Laodikea antik yerleşiminde yürütülen kazı çalışmalarında taş, mozaik ve metal eserlerin konservasyon ve restorasyonu.

2004 Yaz Dönemi: Şapinova Hitit yerleşiminde yürütülen arkeolojik kazı çalışmalarında seramik ve taş eser restorasyon ve konservasyonu.

2007 Yaz Dönemi: Hierapolis antik yerleşiminde yürütülen kazı çalışmalarında duvar resmi konservasyon ve restorasyonu.

İŞ DENEYİMİ

2004 Güz dönemi: Sinap Tepe de yürütülen antropolojik kazı çalışmalarında fosil (yanı sıra kemik) restorasyon ve konservasyonu.

2005- 2007: Cumhurbaşkanlığı Atatürk Müze Köşkünde yürütülen restorasyon çalışmalarında konservasyon uzmanlığı görevi.

2005 Yaz Dönemi: Priene antik yerleşiminde yürütülen kazı çalışmalarında metal (demir obje) konservasyon ve restorasyonu, duvar resmi restorasyonu.

2007 Güz dönemi: Burdur da bulunan Panaian kilisesinde özgün boya ve sıva araştırması işlemleri ve ön hazırlık rapor çalışmaları.

2007 Güz Dönemi: Ankara da bulunan Cenab-ı Ahmet Paşa camisinde boya ve sıva araştırması ile birlikte yapının korunmuşluk durumunu gösteren çizim ve belgeleme işlemleri. Ayrıca konservasyon önerilerini belirleyen bir rapor oluşturma çalışması.

2008- 2009: Süleymaniye külliyesinin bünyesinde barındırdığı yapılardan biri olan Rabi Medresesinde yürütülen restorasyon çalışmalarında konservasyon uzmanlığı görevi.

2009 Yaz Dönemi: Hierapolis antik yerleşiminde yürütülen kazı çalışmalarında in-situ mozaik restorasyon ve konservasyon çalışmaları.

2009- 2010 : İstanbul Vakıf Hat Sanatları Müzesinde metal eserlerin restorasyon ve konservasyonu.

2010 Güz Dönemi: Kıbrıs-Lefkoşa’ da bulunan Ermeni kilisesinde özgün boya ve sıva araştırması işlemleri ve ön hazırlık rapor çalışmaları.

2010 Yaz Dönemi : Hierapolis antik yerleşiminde yürütülen kazı çalışmalarında duvar resmi konservasyon ve restorasyonu.

07.09.2011 Tarihinden bu yana Kültür Bakanlığı, Ankara Restorasyon ve Konservasyon Laboratuvarı, Restoratör

Yabancı Diller: İngilizce (orta)

Bilgisayar Programları: Microsoft Office programları (Word, Excel, Powerpoint), AutoCad (başlangıç), İnternet



GAZİLİ OLMAK AYRICALIKTIR...

