

126792

**ALÇI BAĞLAYICILI HAZIR HARÇ İLE TOPRAK KARIŞIMININ
HASARLI KERPIÇ YAPILARDA ONARIM HARCİ OLARAK
KULLANILABİLMESİ İÇİN DENEYSEL ARAŞTIRMA**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
İnş. Müh. Umut ALMAÇ
502991174

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Mayıs 2002
Tezin Savunulduğu Tarih : 29 Mayıs 2002

Tez Danışmanı : Doç.Dr. Bilge IŞIK (İ.T.Ü.)
Diğer Jüri Üyeleri Doç.Dr. Ayşe BALANLI (Y.T.Ü.)
Doç.Dr. Nihal ARIOĞLU (İ.T.Ü.)

Bilge Işık

Ayşe Balanlı

Nihal Arioğlu

MAYIS 2002

**T.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

126792

ÖNSÖZ

Yurdumuzun kerpiç yapı mimari kültür varlığının korunması için, bir ön çalışma niteliğindeki bu konuyu, bana tez konusu olarak veren ve tez çalışmam süresince beni destekleyip teşvik eden sayın hocam Doç. Dr. Bilge IŞIK' a, Lafarge Entegre Tesisleri Kalite Kontrol Laboratuvarı' nda çalışmamı sağlayan sayın Bayram TEMEL' e, laboratuvar çalışmalarında ilgi ve bilgisiyle yardımcı olan Kalite Kontrol ve Ürün Sorumlusu sayın Yücel SANLI'ya ve tüm laboratuvar çalışanlarına, yerinde uygulamaya yardımcı olan sayın Muzaffer ALİ'ye, ayrıca gösterdikleri sabır ve manevi destekle beni yalnız bırakmayan aileme ve arkadaşlarıma teşekkürlerimi sunarım.

Mayıs 2002

İnşaat Mühendisi Umut Almaç



İÇİNDEKİLER

TABLO LİSTESİ	V
ŞEKİL LİSTESİ	VI
ÖZET	VIII
SUMMARY	IX
1. GİRİŞ	
1.1. Problemin Belirlenmesi	1
1.2. Tezin Amacı	2
1.3. Varsayım	2
1.4. Önem	2
1.5. Sınırlılık	2
1.6. Yöntem	2
2. KERPIÇ YAPILAR	3
2.1. Kerpiç Yapı Mimari Kültürü	3
2.2. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç	6
2.2.1. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiğin Avantajları	6
2.2.2. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiğin Sakıncaları	7
2.2.3. Kerpiç Niteliklerinin İyileştirilmesi	7
2.2.3.1. Saman ve Benzeri Lifler Katılması	7
2.2.3.2. Çimento Katılması	7
2.2.3.3. Kireç Katılması	7
2.2.3.4. Alçı Katılması	8
2.2.3.5. Bitüm Katılması	8
2.2.3.6. Toprak Granülometrisinin İyileştirilmesi	8
2.2.3.7. Kerpiğin Sıkıştırılması ve Yoğrulması	9
2.2.3.8. Kerpiç Toprağının Dinlendirilmesi	9
2.3. Kerpiğin Üretim ve Kullanım Biçimleri	9
2.3.1. Tuğla ve Blok	9
2.3.2. Dövme Kerpiç	11
2.3.3. Yığma Kerpiç	12
2.3.4. Omurgalı Kerpiç	12
3. KERPIÇ YAPILARDA MEYDANA GELEN HASARLARIN NEDENLERİ, KORUMA VE ONARIM	13
3.1. Hasar Nedenleri	13
3.1.1. Suyun Etkileri	13
3.1.2. Bitki Etkileri	16
3.1.3. İnsan ve Hayvanların Etkileri	17
3.1.4. Rüzgar Etkileri	18
3.1.5. Diğer Etkiler	19

3.2. Koruma	19
3.2.1. Yapı Alt Bölgeleri	19
3.2.2. Yapı Yüzeyleri	19
3.2.3. Yapı Üst Bölgeleri	21
3.3. Onarım	22
3.3.1. Hasar Tespiti	22
3.3.2. Onarım Malzemeleri	22
3.3.3. Onarım Tipleri	22
3.3.3.1. Tuğla ve Blok Kullanılarak Yapılan Onarım	23
3.3.3.2. Harç Kullanılarak Yapılan Onarım	24
4.ONARIM HARCİ ARAŞTIRMASI	26
4.1. Ham Malzeme Özellikleri	26
4.1.1. Uygun Toprak Seçimi	27
4.1.2. Toprak	29
4.1.2.1. Elek Analizi	30
4.1.2.2. Rutubet Tayini	31
4.1.2.3. Birim Hacim Kütlesi	31
4.1.2.4. pH Deneyi	31
4.1.3. Alçı Bazlı Malzeme	32
4.2. Karışım Özellikleri	33
4.2.1. Taze Harç	33
4.2.1.1. Taze Harcın Hazırlanması	34
4.2.1.2. Taze Harç Kıvam Tayini	36
4.2.1.3. Taze Harcın Hava Muhtevası Tayini	37
4.2.1.4. Taze Harcın Yaş Birim Ağırlığı	37
4.2.1.5. Taze Harcın Kalıplara Yerleştirilmesi	38
4.2.2. Kür Süresi 7 ve 28 Günlük Numuneler	38
4.2.2.1. Eğilmede Çekme Dayanımı	38
4.2.2.2. Basınç Dayanımı	39
4.2.2.3. Kılcal Su Emme	41
4.2.2.4. Sertleşmiş Harcın Alt Tabakaya Yapışma Dayanımı Tayini	42
4.3. Sonuçlar	44
5. ÖNERİLEN HARCIN HASARLI BÖLGEDE UYGULANMASI	45
5.1. Uygulamada Kullanılan Yapı	45
5.2. Onarım Harcının Duvarda Uygulanması	46
5.3. Sonuçlar	47
6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER	48
KAYNAKLAR	50
ÖZGEÇMİŞ	52

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa No</u>
Tablo 4.1. Tekstürel Parçaların Sınıflandırılması.....	29
Tablo 4.2. Toprağın Elek Analizi Sonuçları.....	30
Tablo 4.3. pH Ortam Özelliği.....	32
Tablo 4.4. Alçımatik Fiziksel Özellikleri.....	32
Tablo 4.5. Alçımatik Mekanik Özellikleri.....	32
Tablo 4.6. Alçımatik Elek Analizi.....	32
Tablo 4.7. Toprak Oranı %25 Olan Karışım Değerleri.....	35
Tablo 4.8. Toprak Oranı %40 Olan Karışım Değerleri.....	35
Tablo 4.9. Toprak Oranı %60 Olan Karışım Değerleri.....	35
Tablo 4.10. Eğilmede Çekme Dayanımları.....	39
Tablo 4.11. 7 ve 28 Günlük Basınç Dayanımları.....	40
Tablo 4.12. Günlük Kılcal Su Emme.....	41
Tablo 4.13. 28 Günlük Kılcal Su Emme.....	42
Tablo 4.14. Sertleşmiş Harçların Yapışma Dayanımları.....	44

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 :Yemen kerpiç mimarisinden örnek.....	3
Şekil 2.2 :Yemen kerpiç mimarisinden örnek.....	3
Şekil 2.3 :Çayönü(Diyarbakır).Planlı bir yerleşimin temel duvarları.....	4
Şekil 2.4 :Arapkir-Onar(Malatya)köyü, kerpiç ev.....	5
Şekil 2.5 :Fırat kıyısında kerpiç konutlar.....	5
Şekil 2.6 :Kerpiç tuğlalarıyla örülen duvar.....	9
Şekil 2.7 :Moloz taş üstüne kerpiç duvar	10
Şekil 2.8 :Cumalıkız'da (Bursa)hımış tekniğinde ev.....	11
Şekil 2.9 :Ömerli' de kerpiç tuğla dolgulu ev.....	11
Şekil 2.10 :Dövme tekniğiyle duvar yapımı.....	11
Şekil 2.11 :Yığma kerpiç teknikleri.....	12
Şekil 3.1 :Suyun kerpiç duvarda oluşturduğu hasarlar.....	14
Şekil 3.2 :Tuğla ve blok kullanılarak yapılan onarım.....	23
Şekil 3.3 :Harç kullanılarak yapılan onarım.....	24
Şekil 4.1 :Lafarge Entegre Sosyal Tesisleri arka cephesi.....	28
Şekil 4.2 :Kullanılan toprağın granülometrisi.....	31
Şekil 4.3 :Alçımatik granülometrisi.....	33
Şekil 4.4 :Alçımatik ve toprak.....	34
Şekil 4.5 :Kuru malzemelerin karıştırılması.....	34
Şekil 4.6 :Kuru karışıma su eklenmesi.....	34
Şekil 4.7 :Karışımın elle karıştırılması.....	34
Şekil 4.8 :Alçımatik ve toprak karışımının granülometrisi.....	36
Şekil 4.9 :Taze harcın yayılma tablasına konuluşu.....	36
Şekil 4.10 :Taze harcın yayılmasının ölçülmesi.....	36
Şekil 4.11 :Basınçlı metod aleti.....	37
Şekil 4.12 :Taze harcın hava muhtevası tayini.....	37
Şekil 4.13 :Kalıpların hazırlanması.....	38
Şekil 4.14 :Kalıplar içindeki taze harç.....	38
Şekil 4.15 :Numunelerin eğilmede çekme dayanımlarının belirlenmesi.....	39

Şekil 4.16 : Numunelerin basınç dayanımlarının belirlenmesi.....	40
Şekil 4.17 :Numunelerin yan yüzlerinin parafinlenmesi.....	41
Şekil 4.18 :Numunelerin kılcal su emmesi.....	41
Şekil 4.19 :Alt tabakaya harcın uygulanması.....	42
Şekil 4.20 :Halkaların alt tabaka üzerindeki harca batırılması.....	42
Şekil 4.21 :Yapışma dayanımı numuneleri.....	43
Şekil 4.22 :Çekme alanlarına plakaların takılabilmesi için reçine uygulanması.....	43
Şekil 4.23 :Çekme plakaları takılmış numuneler.....	43
Şekil 4.24 :Numunelerin yapışma dayanımlarının belirlenmesi.....	43
Şekil 5.1 :Alker(alçılı kerpiç)deneme yapısı.....	45
Şekil 5.2 :Aşınmaya uğrayan bölge.....	46
Şekil 5.3 :Hasarlı yüzeyde aşınma derinliği.....	46
Şekil 5.4 :Hasarlı yüzeyden bitkilerin sökülmesi.....	46
Şekil 5.5 :Hasarlı yüzey zeminin temizlenmesi.....	46
Şekil 5.6 :Harcın hazırlanması.....	47
Şekil 5.7 :Harcın aşınan yüzeye uygulanması.....	47

ALÇI BAĞLAYICILI HAZIR SIVAYLA TOPRAK KARIŞIMININ HASARLI KERPIÇ YAPILARDA ONARIM HARCİ OLARAK KULLANILABİLMESİ İÇİN DENEYSEL ARAŞTIRMA

ÖZET

Ülkemiz mimari kültüründe kerpiç yapıların önemi büyüktür. Büyük şehirler dışında her yerde görebildiğimiz kerpiç yapılar, ülkemizin ciddi bir kerpiç yapı stoğuna sahip olduğunu göstermektedir. Mevcut stoğa ek olarak, bu yapı kültürünün ilk ve önemli örnekleri de ülkemizde bulunmaktadır.

Son yıllarda inşaat sektöründe endüstriyel yapı malzemelerine olan eğilim, kerpiç yapı mimari kültürünün unutulmasına yol açmaktadır. Bölgelerin yapısal özelliklerini, kimliklerini ve kültür miraslarını yansıtan bu mimari eserlerin korunmaları gerekmektedir.

Çalışma altı ana bölümden oluşmaktadır. Giriş bölümünde, kerpiç yapı duvar dış yüzeylerinde kullanılabilecek onarım harcı araştırmasının amacı, kapsamı ve yöntemi anlatılmaktadır.

İkinci bölümde, ülkemizde varolan kerpiç yapı mimari kültürü ve varlıkları, yapı malzemesi olarak kerpiğin özellikleri ve bu malzemenin yapılarda görülen kullanım biçimleri, kerpiç yapılar konu başlığı altında incelenmiştir.

Üçüncü bölümde, kerpiç yapı dış kabuklarında meydana gelen hasarların nedenleri, bu hasarların oluşma biçimleri ve mekanizmaları, yapıyı oluşturan bu hasarlardan koruma amacıyla yapılabilecek çalışmalar ve aşınmadan dolayı oluşan hasarlar için kullanılabilecek onarım şekilleri incelenmiştir.

Dördüncü bölümde, kerpiç yapı dış kabuğunda kullanılmak üzere toprak ve alçı bazlı malzemelerden oluşan bir onarım harcı araştırması yapılmıştır. Bu amaçla, alçı bağlayıcılığı ve makine ile de uygulanabilen hazır sıva türü seçilip, içine, dış ortamda kerpiç duvara uygulanabilecek şekilde farklı oranlarda toprak katılarak yeni bir onarım malzemesi elde edilmek istenmiştir. Ha malzemelerin, bu malzemelerin farklı oranlarda karıştırılmasıyla oluşturulan taze harçlar ve bunların kalıplanıp kurutulmasıyla elde edilen prizma numunelerin mekanik ve fiziksel özellikleri laboratuvar ortamında incelenmiştir. Sonuç kısmında ise onarım harcında kullanılacak en uygun karışım oranı tespit edilmiştir.

Beşinci bölümde, daha önceki bölümde önerilen karışım oranına sahip harcın, İ.T.Ü. Maslak Kampüsü'nde bulunan alçı katkılı kerpiç araştırma yapısı dış kabuğunda meydana gelen aşınma hasarlarının onarımı için yerinde uygulaması yapılmıştır.

Altıncı bölümde, araştırma ve uygulama aşamalarındaki sonuçlar derlenmiş ve öneriler açıklanmıştır. Önerilen harcın aşınma hasarlarının onarımlarındaki uygulanabilirliği görülmüş, bir sonraki aşama olarak farklı malzemelerin kullanılabileceği ve oluşturulan harcın püskürtme makinesiyle uygulanabileceği düşünülmüştür.

AN EXPERIMENTAL MORTAR RESEARCH BY MIXING GYPSUM BASED MATERIAL WITH SOIL IN ORDER TO REPAIR DAMAGED ADOBE STRUCTURES

SUMMARY

The importance of adobe buildings is considerable from the point of our architectural culture. The presence of adobe buildings in almost every settlement except big cities indicates a significant built stock. In addition to this stock, we also see the prototypes of this architecture in the country.

Nowadays the tendency of industrial construction materials causes adobe architecture and its values to be forgotten. The work of this art, reflecting the characteristics, identity and heritage of regions, has to be conserved.

This study is based on six main parts. The aim, scope and method of the experimental mortar research by mixing gypsum based ready plaster with soil in order to repair damaged adobe building exterior walls are mentioned in the first section.

In the second section, adobe architecture, the properties of adobe as a construction material and the types of adobe construction techniques has mentioned under the title of adobe structures.

The third section is mainly based on, the reasons and the outcomes of damages, the protection tips and repairs in adobe building exterior wall surfaces.

In the laboratory, experimental mortar research has carried by mixing gypsum based ready plaster with soil in order to repair damaged adobe building exterior walls. The raw materials than fresh mortars that are composed of different ratios of raw materials and finally prismatic samples, which are the products of moulded fresh mortars, are examined in terms of mechanical and physical properties. In the conclusion of fourth section, the adequate mix ratio of the mortar is determined in order to use in the field.

In the fifth section, the mortar which has the mix ratio, suggested in the previous section, is applied in order to repair erosion damages of gypsum stabilized adobe building in the Campus of İ.T.Ü. in Maslak.

In the last section, conclusions and suggestions are gathered. The mortar, which is carried out, is determined adequate for the repairs of adobe building walls. It seems possible to use different materials and techniques for the application such as rendering pumps for the further studies in this subject.

1. GİRİŞ

Bu bölümde , sıra ile, problem belirlenmesi, amaç, önem, varsayım, sınırlılıklar ve yöntem yer almaktadır.

1.1. Problemin Belirlenmesi

Türkiye' nin nitelikli konut açığı vardır. Türkiye'de bindokuzyüzdoksanbeş yılı itibariyle nüfusun %31' nin kırsal kesimde yaşadığı düşünülürse bu açığın önemli bir kısmını da bu kesim oluşturmaktadır[28].

Dünya kaynaklar, artan nüfus ve bilinçsiz tüketime bağlı olarak hızla azalmaktadır. Bu nedenle, alternatif enerji üretimi arayışıyla birlikte mevcut kaynakların kullanımı konusunda da araştırmalar sürdürülmektedir. Bu araştırmalar süphesiz yapı ihtiyacının karşılanması konusunu da içine almaktadır. Bu nedenle yoğun enerji gerektiren yapı malzeme ve tipleri yerine enerji kullanımını azaltan, doğaya uyumlu yapılar teşvik edilmektedir.

Ancak ne yazık ki Türkiye' de insanların, bilinçli üretildiği takdirde, ekonomik, çevreye saygılı, enerji tüketimini en aza indirgeyen ve yaşam konfor düzeyi yüksek olan yapı tiplerinden biri olan kerpiç yapılara özendirilmeleri gerekirken, anlaşılabilir bir biçimde, büyük enerji tüketimi gerektiren, üretiminde ve ömrünü tamamladığında çevreye zarar veren, maliyeti yüksek ve çoğu zaman sağladığı yaşam konfor düzeyi düşük olan endüstriyel yapı ürünlerinden üretilmiş yapılara yönlendirilmesine tanık olunuyor.

Türkiye' nin mimari kültüründe kerpiç yapılar önemli bir yer tutmaktadır. Büyük şehirler dışında hemen hemen her yerleşim biriminde kerpiç yapılar görülmektedir. Bu ise Türkiye' nin ciddi bir kerpiç yapı stoğuna sahip olduğunu göstermektedir.

Tıpkı diğer yapı malzemeleriyle üretilmiş yapılar gibi kerpiç yapılarda çevresel etkilere altında kalırlar ve bu etkiler sonucunda yapı bünyesinde birtakım hasarlar meydana gelir. Ancak çevresel etkilerin yarattığı bozulma mekanizmaları kerpiç yapılarda daha hızlı bir biçimde işler. Bu nedenle sürekli bir bakım ve onarım şarttır.

Problem, kırsal kesimlerdeki insanlara beton ve betonarme yapıların tek seçenek olarak sunulması neticesinde giderek daha az insanın kerpiç yapıların üretim, onarım ve bakımını bilmesidir. Bunun sonucu olarak kerpiç yapıların üretimi her geçen gün azalmakta ve mevcut kerpiç yapılarda yok olup gitmektedir.

1.2. Tezin Amacı

Amaç, Türkiye için uygun bir yapı tipi olan kerpiç yapıların günümüz yapı malzeme ve teknikleri de kullanılarak üretim, onarım ve bakımlarının yapılabileceğini göstermek ve sonucunda insanların kerpiç yapılara özendirilmeleridir.

1.3. Varsayım

Günümüz yapı malzeme ve teknikleri kullanılarak da kerpiç yapıların onarılabildiğini göstererek insanların bu yapıların üretim, onarım ve bakım konularındaki fikirlerinin olumlu bir hale getirilebileceği varsayılmaktadır.

1.4. Önem

Günümüz teknik ve malzemeleriyle üretilen, onarılabilen ve bakımı yapılabilen kerpiç yapılara insanları teşvik etmek Türkiye' nin ekonomisi, doğal kaynaklarının ve yerel işgücünün kullanılması ve çevre sağlığı bakımlarından son derece önemlidir. Bununla birlikte , bölgelerin kişiliğini yansıtan kerpiç yapıların korunması, hem kültür mirasının hem de bölge kimliklerinin korunmasını beraberinde getirecektir.

1.5. Sınırlılık

Kerpiç yapıların günümüz teknik ve malzemeleriyle kullanılarak üretim, onarım ve bakımı konusu bu tezde , alçı bağlayıcılı hazır harç ile toprak karışımının hasarlı kerpiç yapılarda onarım harcı olarak kullanılabilmesi amacıyla yapılan deneysel bir araştırmayla sınırlanmıştır.

1.6. Yöntem

Tezin hazırlanabilmesi amacıyla konu ile bağlantılı tezler, araştırmalar, bildiriler, kitaplar ve standartların incelenmesini kapsayan literatür taraması ve laboratuvar ortamında harcın üretimini ve üretilen harcın yerinde uygulanmasını kapsayan pratik çalışmalar yapılmıştır.

2.KERPİÇ YAPILAR

Temel ve varsa temel duvarları moloz taş duvar olup, taşıyıcı duvarları kesme veya yerinde dökme , pişmemiş killi topraktan yapılan binalara kerpiç yapı denir.

2.1. Kerpiç Yapı Mimari Kültürü

İçinde bulunduğumuz dönemde insanlığın 1/3 ünden fazlasının topraktan üretilmiş edilmiş bir yapıda yaşadığı düşünülürse, hemen hemen her kıta ve her ülke toprak yapı mirasına sahiptir. (Şekil 2.1, Şekil 2.2.)



Şekil 2.1. Yemen kerpiç mimarisinden örnek[26]



Şekil 2.2. Yemen kerpiç mimarisinden örnek[26]

Türkiye’imiz eski eserler ve tarihi değerler açısından zengin bir ülkedir. Çeşitli medeniyetlerin izlerini taşıyan Anadolu’ da coğrafi özelliklere, mimari eserlerin niteliklerine ve yerel malzeme kullanımına göre taş, ahşap ve pişmiş toprak malzemelerin veya bu tür malzemelerin karma bir şekilde yer alması ile oluşturulmuş çeşitli nitelikteki eski eserlere rastlamak mümkündür [16].

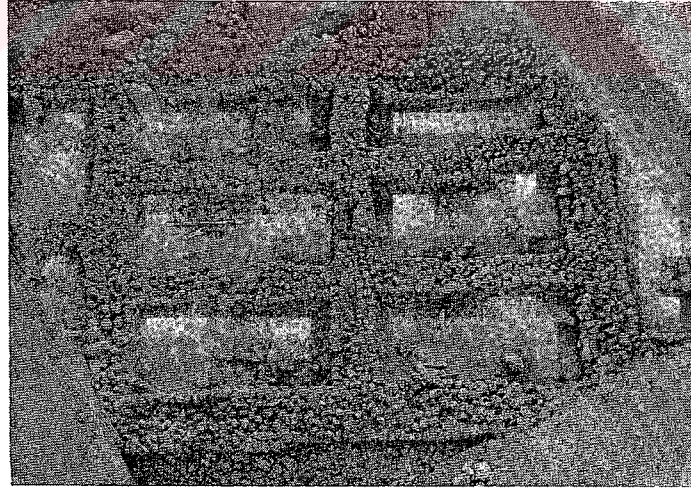
İnsanoğlunun “dört duvar” arasındaki yaşantısının ilk kez ne zaman, nerede başladığı bugün için tam olarak saptanmış değil. Ancak duvar dediğimiz olgunun dünya yüzünde bilinen en eski ve önemli örnekleri yurdumuz toprakları üzerinde yer almaktadır. Ülkemizde bulunan kerpiç eski eserler daha çok kara ikliminin hakim

olduğu ağaçsız ve kurak , iç, güney ve doğu Anadolu bölgelerinde ve kale, sur gibi askeri , tapınak, saray ve ev gibi sivil mimari eserleri şeklinde görülmektedir.

Diyarbakır ili Ergani İlçesi yakınlarındaki, günümüzden yaklaşık 10.000 yıl öncesinin Çayönü yerleşmesi, neolitik devir olarak da tanımlanan, ilk besin üretimciliğine geçiş evresinin çarpıcı mimarisiyle ünlüdür. Yapı biçiminin yuvarlak planlı dal örgü kulübelerden, taş temeli, kerpiçten dört duvarlı bina yapımına doğru nasıl bir gelişme gösterdiği, dünya yüzünde en iyi burada izlenmektedir [24].

Çayönü yerleşmesinde yaşamış olan insanların, yapı inşaatında izledikleri gelişimleri aşağıdaki gibi sıralayabiliriz;

- İlkın kamış demetlerini bağlayarak oluşturdıkları kulübeleri daha sonraları ince ağaçların aralarını dallarla örerek oluşturmuş ve sonrasında bunu balçıkla sıvayarak kapatmışlardır. Yapılarını zeminden yükseltmek ve zeminle ilişkisini azaltmak amacıyla ızgara planlı temeller oluşturmuşlardır.
- Sonraki aşamada, bir taş platformu üzerindeki subasmanın üstünde, balçığın yada toprağın bir kalıp içerisine dökülüp sıkıştırılması, dökülen katmanın biraz sertleştikten sonra üzerine yeni bir katmanın dökülmesi esasına dayalı bir inşaa sistemi kullanmışlardır. (Şekil 2.3)



Şekil 2.3. Çayönü (Diyarbakır). Planlı bir yerleşimin temel duvarları[24]

- Sonraki aşama, saman ve benzeri organik liflerin toprak içerisine karıştırılarak kalıplara dökülmesi ve kurutulması esasına dayalıdır. Ancak dökülen blokların

tuğla boyutlarına dönüşmesi biraz daha zaman alır. Yapılan ilk bloklar yaklaşık 1 metre uzunluğundadır. Zamanla blok boyutları ufalarak tuğla denilebilecek boyutlara gelir ve sonrasında 40 cm' yi hiçbir zaman aşmayacaktır. Böylece yapım hızı artmış ve taşınabilirlik sorunu çözülmüş olacaktır.

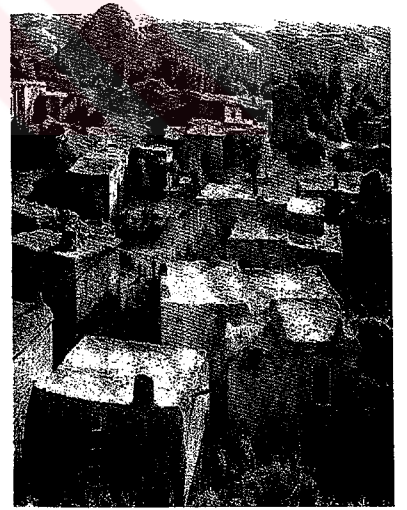
Aksaray ilinin 25 km güneydoğusunda Ihlara Vadisi' nin yakınında Aşıklıhöyük' te son yıllarda yapılan kazılarda mimarlık tarihi açısından ilk planlı yerleşimlere model olmuş, kerpiç duvarlı yapılardan oluşan, büyük bir yerleşim merkezi gün ışığına çıkarılmıştır [24].

Konya Ovası' nda , Yakınoğlu'nun bilinen en eski şehri, Çatalhöyük' te kerpiğin büyük bir ustalıkla kullanıldığı anlaşılmış, günümüze ulaşan duvarların üzeride ise panolar halinde , tarih öncesi sanatın, Yakınoğlu' da bir benzeri olmayan tabloları ve kabartmaları bulunmuştur [24].

Verilen bu eserlerin yanı sıra özellikle Karaman, Harput, Balaban, Urfa ve Van yörelerinde, geçmişleri 200 seneyi bulmayan ancak halk mimarisinin bütün özelliklerini sergileyen kerpiç ve hımış evler de korunmaları gereken tarihi dokulardır.(Şekil 2.4., Şekil 2.5.)



Şekil 2.4. Arapkir-Onar
(Malatya)köyü, kerpiç ev[24]



Şekil 2.5. Fırat kıyısında
kerpiç konutlar[24]

Tarihteki kilometre taşları “ mimari “ ve “ anonim mimari “ eserleridir. Bu eserler, dönemlerine ait gelişmeleri açık kütüphaneler gibi topluma aktarırlar , bölgesel

özellikleri ile bölgenin kişiliğini yansıtır. Bölgelerin yapısal özelliklerini korumak, kültür mirasının, bölge kimliğinin korunması demektir [4].

2.2. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç

Kerpiç, killi ve uygun nitelikte toprağın, içine kimi zaman saman ve bitkisel lifler gibi birtakım katkı maddeleri eklenerek, su ile yoğrulmasıyla elde edilen malzemedir. Kerpiğin ana maddesi olan toprak tane büyüklüklerine göre kil, silt, kum ve çakıldan oluşmaktadır. Kil bağlayıcı bir rol oynarken toprak içindeki kum taneleri iç iskelet rolünü oynarlar.

Killi kerpiç toprağın kimyasal birleşimi bir alüminyum silikattır. Ayrıca bünyesinde demir, magnezyum, titanoksit gibi çeşitli metal oksitler de bulunabilmektedir [16].

Dikkatlice hazırlanan ve kurutulan kerpiç homojen ve kompakt olmasından dolayı taşıyıcıdır. Bu nedenle taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılabilir. Islanınca taşıyıcılık özelliği azalır. Eğer plastik kıvama yaklaşırsa yapı yıkılır. İçine katılan katkı maddelerin türüne ve miktarına bağlı olarak malzemenin dayanımları değişir. Eğilme, darbe ve aşınmaya karşı dayanıksızdır.

Kerpiç yapı malzemesi DIN 4102 ve DIN 18951 'e göre içinde yanıcı bir katkı bulunmadığı takdirde yanmaz, alev almaz, duman ve koku çıkarmaz [4]. Malzeme özelliğine göre ses tutucu ve geçirimsizdir. Bünye yapısı gözenekli olduğundan rutubet alır. Her mevsimde iyi bir bioklimatik konfor sağlar.

2.2.1. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiğin Avantajları

Yapı malzemesi olarak kerpiğin tercih edilme nedenleri şöyle sıralanabilir;

- Maliyeti en az, üretimi tesis gerektirmeyen tek malzemedir.
- Malzemenin üretiminde, malzemenin taşıma işinde enerjiden, binanın tüm kullanım süresince yakıttan tasarruf sağlar.
- Kırsal yörelerde bilinen yapım teknolojisinden yararlanma ve onu geliştirme olanağı verir.
- İşyeri, kümes, besi ahırları vb. yapılabilir [15].
- Hem üretiminde hem de malzeme ömrünü tamamladığında çevreye zarar vermez.

- Isı depolama özelliğinin yüksek, ses ve ısı yalıtımının iyi olmasından ötürü inşaa edilen yapıların yaşam konfor düzeyi yüksektir.
- Suya olan hassasiyeti ve düşük sayılabilecek dayanımları iyileştirilebilir.

2.2.2. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiğin Sakıncaları

Katkı maddeleri kullanılmayan kerpiç malzemeden inşaa edilen yapıların sakıncaları aşağıda ki gibi sıralanabilir;

- Yağışlı havalarda kerpiç yapılmaz. Yapının inşaaı iklimsel koşullara bağlıdır.
- Suya hassastırlar. Bu nedenle herhangi bir şekilde korunmalıdırlar.
- Eğilme, darbe ve aşınmaya karşı dayanıksızdır.
- Devamlı bakım ve onarım gerektirirler.

2.2.3. Kerpiç Niteliklerinin İyileştirilmesi

Kerpiç kırsal yöre yapılarında çok kullanılan bir duvar malzemesidir. Ancak , sağlıklı bir yapıda bulunması gereken birtakım koşulları sağlayamamaktadır. Kerpiğin niteliklerinin iyileştirilmesi çeşitli yöntemlerle mümkün olmaktadır.

2.2.3.1. Saman ve Benzeri Lifler Katılması

Organik lifsel bitki artıklarının katılması ile dengeli, homojen kuruma sağlanır. Büzülme ve çatlamlar azalır, dayanımlar artar. Anadolu' da eskiden beri kerpiğin sağlamlığını arttırmak ve çatlamları önlemek için saman katılmaktadır [15].

2.2.3.2. Çimento Katılması

Çimento, temel olarak toprak içinde bir iskelet oluşturarak bağlayıcılık rolünü üstlenir. Hidratasyon sonucu oluşan bu iskelet karışımın dayanımını artırırken boşlukluluğunu azaltmaktadır. Kil miktarı düşük ve yapışkan olmayan topraklarla kullanıldığında en iyi neticeyi verir [25]. Çimentonun toprak içinde iyice karışmasına dikkat edilmelidir. Çimento kullanımı beraberinde malzeme üretim maliyetinde ki artışları da getirir.

2.2.3.3. Kireç Katılması

Kireç genellikle yüksek kil miktarına sahip plastik özellikli topraklarla kullanılır. Toprağa kireç katılması iki farklı davranışa neden olur. Bunlardan birincisi, toprağın

plastik ve likit limitlerini düşürerek kompaksiyon için daha uygun hale getirmesidir. Diğer etkisi ise uzun vadede kirecin birtakım kil mineralleriyle reaksiyonlar neticesinde birleşmesidir. Bunun sonucunda toprağa çimento katıldığında olduğu gibi mukavemet yükselir ve porozite düşer [25]. Kireç toprak içine ister toz halinde ister lapa halinde katılabilir.

2.2.3.4. Alçı Katılması

Alçının hammaddesi olan alçıtaşı, jips mineralinden oluşan tek mineralli bir tortul taşıdır. Alçı, kimyasal bileşimi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olan jipsin yaklaşık olarak yarım molekül kristal suyu kalacak şekilde kızdırılarak suyunun uçurulması ve öğütülmesi ile elde edilen ve su ile karıştırılınca, tekrar katılaşarak, bağlayıcılık özelliği kazanan bir yapı malzemesidir [22].

Açılı kerpice katkısız kerpice nazaran kururken büzülmesinin, suda çözülme ve dağılmasının daha az, taşıma gücünün daha fazla, yüzeylerinin çok daha düzgün olduğu ve toz üretmediği yapılan deneylerde saptanmıştır. Ayrıca saman gibi maddelerin katılmasına gerek kalmamaktadır. Toprağa çimento yerine alçı katılması, çimentodan tasarrufu ve bu çimentonun evin temelinde, sulu hacimlerinde kullanılmasına olanak sağlar. Alçılı kerpiğin çimentolu kerpiçe ve diğer katkılara göre maliyeti daha azdır [15]. Hem maliyetinin düşük olması hem de alçıtaşının bulunduğu her yerde kolaylıkla üretilmesinden dolayı kırsal yörelerde de kullanılabilir bir malzemedir.

2.2.3.5. Bitüm Katılması

Kullanılacak toprağa çözelti halinde eklenir. Toprağa karıştırıldıktan sonra su veya çözen buharlaşır. Neticesinde bitüm damlaları, güçlü ve ince bir tabaka halinde toprağı kaplar ve yapışır. Kilin su emmesini azaltacak şekilde toprağın su geçirimsizlik özelliğini iyileştirir. Ayrıca yapışkan olmayan toprakla kullanıldığında bağlayıcı rolünü üstlenir [13].

2.2.3.6. Toprak Granülometrisinin İyileştirilmesi

Kullanılacak toprağa, başka toprakların katılması veya toprağın granülometrisinde yapılabilecek değişiklikler kerpiğin porozitesini ve dayanımlarını etkilemektedir.

2.2.3.7. Kerpiğin Sıkıştırılması ve Yoğrulması

Mekanik olarak kerpiç hamurunun sıkıştırılması hamur içindeki havanın çıkarılmasını ve hamurun yoğunluğunun arttırılmasını sağlar. Bu ise malzemenin porozitesini düşürür ve dayanımını arttırır.

2.2.3.8. Kerpiç Toprağının Dinlendirilmesi ve Yoğrulması

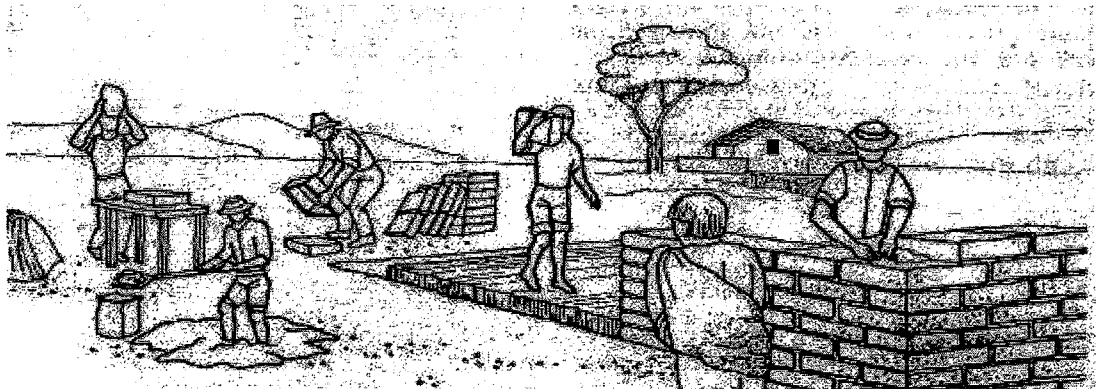
İçinde demir bileşikleri ihtiva eden toprak, organik toprakla karıştırılarak uzun süre nemli ortamda bekletildiği zaman, humus asidinin kimyasal reaksiyonu sonucu toprağın bağlayıcılık özelliği artmaktadır [19].

2.3. Kerpiğin Üretim ve Kullanım Biçimleri

Coğrafi bölgelerin özellikleri, iklim koşulları, teknoloji ve zamanla ilişkili olarak çeşitli kerpiç yapı tipleri mevcuttur. Kerpiğin üretim ve kullanım biçimlerini, kerpiç tuğla veya blok, dövme kerpiç, omurgalı kerpiç ve yığma kerpiç olarak 4 grupta sınıflandırabiliriz.

2.3.1. Tuğla ve Blok

Bu sistemde ana prensip kerpiğin duvar örgüsü yapılabilecek boyutlarda üretilmesine dayanır. Hazırlanan kerpiç çamuru ahşap kalıplara dökülür. Daha sonra kalıplardan çıkarılan kerpiç tuğlalar kurutulur. Duvarlar, kurutulan kerpiç tuğlalar ve benzer karakterdeki harçla inşaa edilir.(Şekil 2.6.)



Şekil 2.6. Kerpiç tuğlalarıyla örülen duvar[13]

Kerpiç bloklar yada tuğlalar genellikle 30-40 cm uzunluğunda, 20-40 cm eninde ve 8-15 cm kalınlığındadırlar. Kerpiç tuğlaların üretimi esnasında kalıplar içindeki kerpiğin mekanik bir şekilde sıkıştırılması daha nitelikli tuğlaların elde edilmesini

sağlar. Bu sistemle inşaa edilen duvarlarda kurumadan dolayı rötire çatlağı oluşmaz. Çünkü çamur, rötresini üretim aşamasında tamamlamamıştır. Üretim aşamasında kalite kontrolü yapmak mümkündür. Üretilmesi planlanan yapı miktarına bağlı olarak kerpiç tuğlaların dökülmesi ve kuruması için ayrılan alanlarda değişir. Türkiye’de en yaygın olarak kullanılan sistemdir ve mevcut kerpiç yapıların çoğunluğu kerpiç tuğlalarıyla inşaa edilmiştir.(Resim 2.7.)



Şekil 2.7. Moloz taş üstü kerpiç tuğladan duvar[24]

Yapıdaki kullanımı iki şekildedir. Birincisinde tüm duvarlar bloklarla örülmüş, yer yer ahşap hatıllar konulmuş ve duvarlar tamamen taşıyıcı nitelik kazanmıştır. İkincisinde ise düşey ve yataylardan kurulmuş bir ahşap konstrüksiyon içine kerpiç bloklar yerleştirilmiş ve kerpiç dolgu niteliği kazanmıştır [16].

Hımiş olarak da bilinen ve ağaç saz ot ve saman gibi organik malzemelerin bol olduğu bölgeler için rasyonel bir sistem olan, ikinci kullanım biçiminde, taşıyıcı ahşap sistemin aralıklarında kimi zaman ince dal ve çalı kullanımına da rastlanır. (Şekil 2.8., Şekil 2.9.) Bu tip yapılarda dal ve çalı örgüsünün üstü kerpiç çamuruyla da kapatılabilmektedir. Ağaç konstrüksiyon kerpiçle tamamen gömülü halde bulunabilir. Ahşap iskeletin kerpiç içine tamamen gömülü olması yapı ömrünü uzatmaktadır. Hımiş yapılarda düzenli ve dikkatli bir şekilde oluşturulan ahşap sistemleri yanında ormandan getirilen, her kalınlıkta, yontulmamış dal ve ağaçlardan oluşturulan sistemlerde görülmektedir. Bu ise yapım esnasında zamandan ve maliyetten tasarruf sağlanmasına olanak veren bir tiptir.



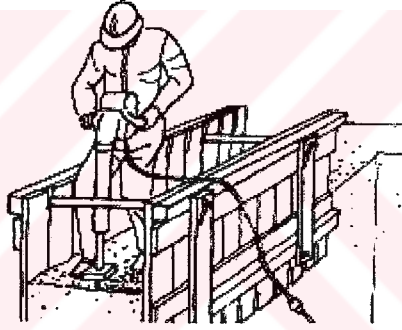
Şekil 2.8. Cumalıkız'da (Bursa)
hımiş tekniğinde ev[24]



Şekil 2.9. Ömerli'de (İstanbul)
kerpiç tuğla dolgu ev

2.3.2. Dövme Kerpiç (Kalıp içinde tokmaklama)

Dövme kerpiç sistemi, kerpiç çamurunun beton gibi kalıplar içine dökülmesi ve daha sonra dövülerek sıkıştırılması esasına dayanır. (Şekil 2.10.)

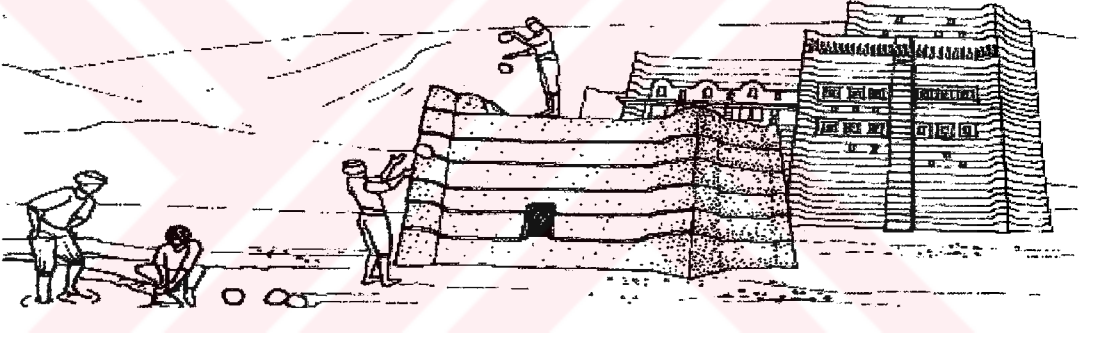


Şekil 2.10. Dövme tekniğiyle duvar yapımı[13]

Kerpiç çamuru içine katkı maddeleri katılmadığı durumlarda tuğla ile inşaa sisteminin aksine duvarlarda rötre çatlakları oluşabilir. Bu çatlakları en aza indirmek amacıyla kalıp içine konulan malzeme ince tabakalar halinde dökülebilir. Duvar tamamlanmadan, kalitesi konusunda bir şey söylenemez. Bu ise kalite kontrolü güçleştiren bir faktördür. Az sayıda yapı inşaa edilecekse bu sistem ekonomik olmayabilir. Bunun sebebi yüksek maliyetteki kalıplardır. Ancak üretilen duvarların yüzeyleri gayet düzgündür. Katkı maddeleri kullanıldığı taktirde geleneksek kerpiç yapılara nazaran dayanımları yüksek, düzgün yüzeylere sahip rasyonel yapılar inşaa edilebilir.

2.3.3. Yığma Kerpiç (Serbest tokmaktama)

Yığma kerpiç, bitkisel katkı miktarı fazlaca olan kerpiç hamurunun taş bir temel üzerinde üst üste yığılması ve daha sonra bunun tıraşlanarak duvar şeklinde kesilmesiyle yapılır.(Şekil 2.11.) Üretim için fazla bilgiye ve teknik malzemeye ihtiyaç yoktur. Tecrübesi olan insanlar tarafından ve basit el aletleriyle bu tip yapılar inşaa edilmektedir.



Şekil 2.11. Yığma kerpiç teknikleri[13]

2.3.4. Omurgalı Kerpiç

Duvar eninden biraz daha kısa olan ahşap elemanların yanyana getirilip, dökülen kerpiç tabakalarının arasına konulmasıyla omurgalı kerpiç yapılar üretilir. Temel olarak ahşap donatılara sahip dövme kerpiç sistemidir.

3. KERPIÇ YAPILARDA MEYDANA GELEN HASARLARIN NEDENLERİ, KORUMA VE ONARIM

Diğer yapıları ve yapı malzemelerini etkileyen bozulma mekanizmaları kerpiç yapılarda da aynı şekilde ancak daha hızlı bir biçimde işler.

3.1. Hasar Nedenleri

Kerpiç yapı dış kabuğunda görülen hasarlar su, bitki, insan ve hayvan, rüzgar ve deprem gibi doğal afetlerden kaynaklanmaktadır.

3.1.1. Suyun Etkileri

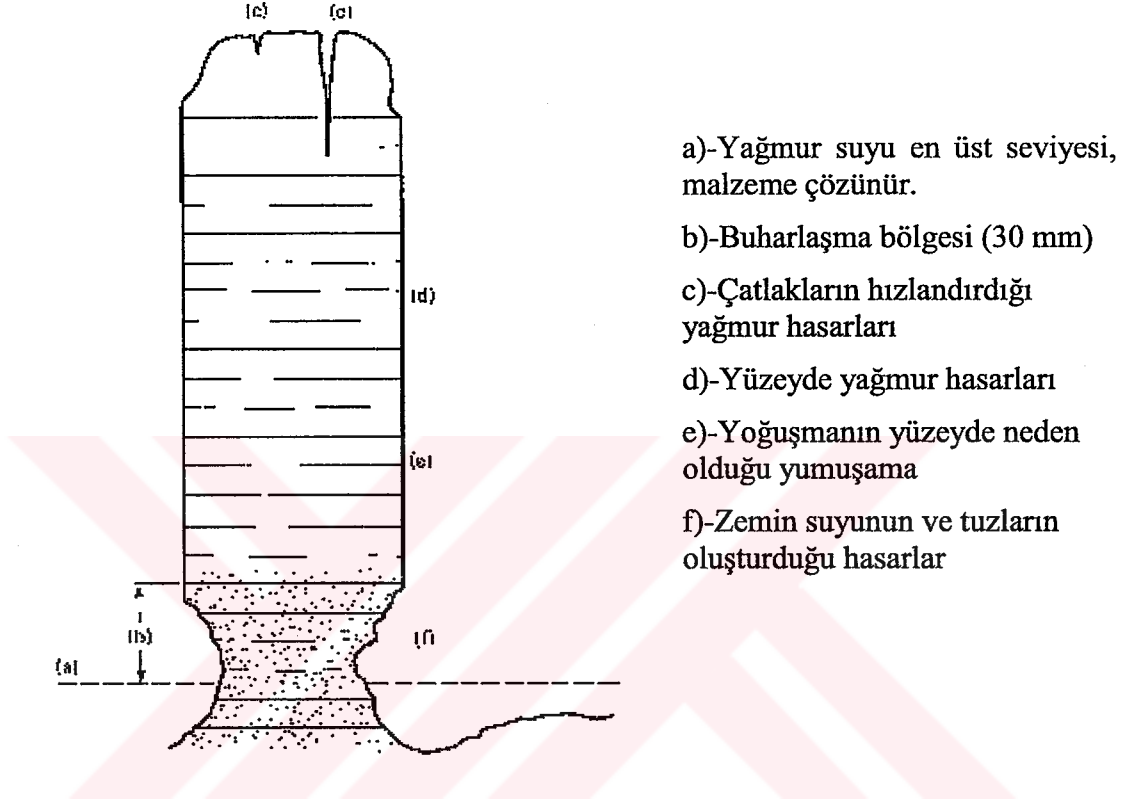
Su atom olarak yük dağılımı dengesiz bir biçim gösterir. Hidrojen atomları ve molekül ağırlık merkezi arasındaki açı 105 derecedir. Molekülün ağırlık merkezi ile elektrik yüklerinin merkezi üst üste düşmez. Hidrojen tarafı saf proton olduğu için + yüklü, diğer taraf elektron olduğu için – yüklüdür. Bu yüzden su molekülü dipol molekül olarak tanımlanır. Molekülün dipol oluşu diğer moleküllerin de çekilmesini sağlar böylece su molekülleri sıvı olarak bir arada bulunurlar. Suyun bu şekilde dengesiz ve yük bakımından polarlanmış olması suya çözme gücü verir. Bu özellikte kimyasal aktivitelerde etki yapar [1].

Tüm yapı malzemeleri sudan etkilenmekle birlikte, bunların içinde özellikle binaları temel, duvar ve döşemelerini oluşturan kagir nitelikteki malzemeler, boşluklu ve gözenekli yapılarından ötürü daha çok etkilenirler. Bu etkileri şu başlıklar altında toplayabiliriz;

- Penetrasyon: Suyun malzeme bünyesine girmesi,
- Şişme: Yapı malzemesinin ıslanma sonucu hacminin artması,
- Isı iletkenlik katsayısının (λ) ıslanma sonucu artması,
- Çiçeklenme [2].

Su kerpiç yada toprak yapıların temel düşmanıdır. Bünye içindeki miktarına ve cinsine bağlı olarak kil, yapılar için çok tehlikelidir. Çünkü su kil bağlayıcıyı

tamamıyla dağıtır ve geriye kalan malzemeler kolaylıkla alınıp götürülebilirler. Çoğu zaman hasarlar; duvar üst kısımlarında suyun penetrasyonu nedeniyle, yetersiz drenaj, sıçrama ve özellikle zemin suyunun yükselmesiyle duvar alt kısımlarında oluşurlar.(Şekil 3.1.) Kerpiç malzemede kapiler yükseliş düşüktür ve su, zeminden 30-40 cm yukarılara ulaşamaz.



Şekil 3.1. Suyun Kerpiç Duvarlarda Oluşturduğu Hasarlar[27]

Yüksek nem miktarları kil bağlayıcılı toprak duvarların çekme ve basınç dayanımlarını önemli ölçüde düşürür. Duvar temelleri yada alt bölgeleri yani yapının diğer bölgelerine göre daha fazla yük alan kısımları, suyla doymun hale geldiklerinde göçme eğilimindedirler. Kerpiç duvarların, ıslak zeminle direkt temasından ve yağmur suyunun sıçramasından korunmaları gerekmektedir.

Bünye içindeki nem miktarı değişimlerinin neden olduğu hacimsel değişikliklere ek olarak, sıvı halindeki suyun bünye içine emilmesi yapıda direkt olarak hasarlara neden olur. Yağmur ve karın görüldüğü bölgelerde normal olarak kerpiç yapılar örtülmüş yada kaplanmışlardır. Yapıyı koruması gereken örtünün yada kaplamanın yetersiz olduğu noktalardan içeri giren su bu örtüyü genellikle yüzeyden ayırır, bu kaplamayı bir yüzey veya tabaka halinde yerinden kaldırır yada kaplamada bölgesel

bozulmalara neden olur. Yapı üzerindeki çamur sıva yada kaplamalar aşınır, badana çözülür ve aşınır, kireç harcıyla yapılmış sıva parçalar halinde yüzeyden ayrılır, katran yada boya ince tabakalar halinde soyulur, tuğla ve kiremit kaplamalar yüzeyden ayrılırlar. Mevcut suyun desteklediği organik gelişimler aktif ve hızlı bir biçimde bozulmalara neden olurlar.

Tuz birikimlerinin yol açtığı problemleri bir kenara koyarsak, dış yüzeydeki yetersizlikler genellikle taşıyıcı yüzeyle, uygulanan dış yüzey arasındaki uyumsuzluğun sonucudur. Farklı dayanımlar, esneklikler ve ısı değişimlere verilen tepkiler, su miktarındaki değişimin yaratabileceği problemler olmaksızın, yüzeyler arasındaki bağda yetersizlikler doğmasını sağlar. Çoğu yüzey malzemeleri varlığını sürdürebilir ve her ne kadar yüzeyden ayrılmış olsa da etkinliğini sürdürebilir. Ancak dış kabuğun yüzeysek olarak yerinde kalabilmesi yada tutunabilmesi çekirdek yapıya bağlıdır. Her ne kadar dış kabukla çekirdek yapı arasındaki hareket özgürlüğü yararlı olabilse de, bu iki elemanın birbirlerine uygun olmayışları durumu gerekli olan desteğin azalmasına sebep olarak dış kabuğun zayıflamasına yol açar. Sonrasında yaşanabilecek çatlak oluşumu, suyun bünye içine kolaylıkla girmesine ve hasarlar oluşturmaya neden olur.

Daha zararlı olabilecek başka bir süreç ise, duvar yüzeyindeki bozulmalar neticesinde gevşek hale gelen malzemenin iki yüzey arasındaki boşluğun en alt kısmında birikerek bir toplanma bölgesi oluşturması ve zaman içinde kendini yeniden düzenleyerek, çekirdek yapının genişlemesinden doğan her harekette, dış kabuğa bir basınç uygulamasıdır. Bu tip problemler daha çok , duvar yüzeylerini saran, yüksek miktarlarda ot yada saman içeren çamur sıvalarda ve yapı çekirdeğinden farklı davranan uygunsuz sıvalarda görülür.

Duvar üst yüzeylerinden yada çatıdaki su penetrasyonu yapıyı hızlı bir bozulma sürecine sokar. Toprak çamur kaplamalar ancak kurak bölgelerde uygun ve yeterli bir koruma olabilir. Kerpiç yapıların varlıklarını sürdürebilmeleri için su geçirimsiz ve dayanıklı bir malzemedan inşaa edilmiş geniş saçaklı çatı zorunludur. Yapıda meydana gelen aşınma miktarı genellikle ıslanma derecesine bağlıdır. Aşırı ıslanma, geniş kanalların daralarak derin çatlaklara dönüşmesi ve gelişimin aşağı doğru ilerlemesiyle bu çatlakların daralması ve yavaş yavaş ortadan kalkması şeklinde gelişen tipik bir aşınma sürecine neden olur. Bu çatlakların azalması, duvarın aşağı inen nemi emmesine bağlıdır ve kerpiç yapı üzerindeki boşlukları dolduran ve

geçici olarak yapıyı suya dirençli kılan, ıslanmış kilin yüzeydeki genişleme özelliğine bağlıdır. Üst tarafından nem alan duvarda aşınma genellikle girintili çıkıntılı bir yapı olarak gözlenmektedir. Dikey yapısal çatlaklar suyu cezp eder, su için bir kanal sunarlar ve diğer girinti çıkıntılara göre daha çok aşınmaya uğrarlar. Kuruma esnasında gevrek hale gelmiş yüzey, yapışmasını kaybeder ve hava hareketleri ile kolay bir biçimde bozulurlar. Ayrılan parçalar genellikle rüzgar hareketleri ile taşınırlar. Geriye kalan görüntü ise aşınmış yüzeyler ya da oyuklar arasında görülen yüksekliklerdir.

Duvarın alt bölümlerinden giren nem ile üst bölümlerinden giren nemin oluşturduğu etkiler birbirinin tersidir. Zemin seviyesi üzerinde oluşan sürekli delikler yada oyuklar duvarın kesilmesine neden olurlar. Oyukların oluşma sebebi, duvarın bu seviyede doymuş hale gelmesi yada genellikle kurak iklimlerde olduğu üzere yüzey tabakası üzerine tuzları yığılmasıdır. Zemin suyunun yükselmesi ile birlikte su dış yüzeye doğru çekilir. Buharlaşan su, tuz kristal yapılarını oluşturan iyonları arkasında bırakır. Bu ise malzemeyi ayrıştırır ve rüzgarla aşınmasına neden olur. Bozulan malzemenin oyuktan düşmesi veya ayrılması ve bu sürecin duvarın üst kısımlarında ve iç kısımlarında devam edişi malzemenin, üstündeki ağırlığı taşıyamaz hale gelmesine kadar sürer. Temel seviyesinde biriken parçalar duvar alt yüzeyinde süregelen aşınmayı bir ölçüde azaltır. Ancak rüzgar, bu birikmeyi engelliyorsa, duvardaki bu süreç devam edecek ve duvarın üst seviyelerinden alt seviyelerine doğru yavaş yavaş ilerleyen aşınmalardan ziyade duvarın devrilmesi ile sonuçlanan yok oluşa neden olur.

Donma ve erime süreci kerpiç yapılarda, pişmiş tuğla ve taş yapılara oranla daha az önemlidir. Donma yalnızca yapı doymuş hale yaklaştığı anlarda önemlidir. Kerpiç veya toprak yapıların doymuş hale geçmeleri donma olayı düşünülmeksizin felaketi beraberinde getirir. Bundan dolayı çoğu kerpiç yapı malzeme bünyesini bozmadan buz oluşumu için yeterli boşluğa sahip olmasına yetecek nem içeriğinde bulunur. Ancak olağanüstü hava koşullarında doymuş yüzey altında donma sebebiyle aşınma oluşabilir.

3.1.2. Bitki Gelişimi

Kerpiç yapılara zarar veren bitkileri büyüklüklerine göre iki gruba ayırmak mümkündür.

- Sağlam kök sistemlerine sahip ve yapı bünyesindeki gedik ve yarıklara tutunan veya hassas noktalarda yaşayan büyük ölçekteki bitkiler.
- Malzeme bünyesindeki boşluklarda yaşayan mantar ve algleri kapsayan küçük ve mikroskobik bitkiler.

Bitki köklerinin büyümeleri, bunların malzeme bünyesine penetrasyonuna ,nem miktarının artmasına sonucunda da hasarlara neden olur. Bitki kökleri, kendi ağırlıkları, büyümeleri ve rüzgar nedeniyle oluşturdıkları kuvvetlerle duvara baskı yaparlar. Hasarların oluşmasıyla mevcut olan bitki kökleri, küçük canlılar ve bitkiler tarafından besin olarak algılanır ve onları cezp eder. Bu ise yapıdaki bozulmanın kapsamını genişletir.

Yosun, liken, mantar ve algler gibi küçük ölçekli bitkiler köklü bitkilerin yarattığı kadar ciddi hasarlar yaratmazlar. Ancak bu bitkiler malzeme bünyesine girerler ve gelişimleri esnasındaki büyüme kum, silt ve kilin –kristal, kolloid ve plaka- şeklindeki birbirine bağlı yapılarını bozarlar.

Genellikle yarattıkları etki yapının katman katman zayıflaması şeklindedir. Bu bitkilerin yaşam döngüsünde, kil parçacıklarının kimyasal yapılarını değiştirebilecek organik asitler üretilir[11].

Duvara yakın mesafede bulunan çalılıklar rüzgarın sallamasıyla duvara sürtünür ve çarparlar böylece duvarı aşındırırlar. Bunun yanı sıra bitki oluşumu yüzeyin olması gerektiğinden daha nemli olmasını sağlayarak yüzeyin kurummasını engellerler[3].

3.1.3. İnsan ve Hayvan

Kerpiç yapılara zarar veren etkilerin başında insan gelir. Sebepler genellikle çok kimi zamanda tuhaftır. En tuhaf yapı bozulmalarından biri dışkı ve ürün ürünlerinden dolayı duvar bozulmasıdır.

Ayrıca ahırların, evlerin ve avlu duvarının değerli bir şeyler bulabilmek amacıyla alçak kattaki yüzeylerinin kazılmasından doğan hasarlarda meydana gelir[11].

Hayvanlarda kerpiç yapıların bozulmasına etkin olarak iştirak ederler. Ancak kontrol altına alınmaları diğer sebeplere göre daha kolaydır. Böceklerde dahil olmak üzere küçük ve büyük hayvanlar kerpiç yapı bünyesinde saklanır ve yuva yaparlar. Büyük hayvanların yol açtığı zararlar daha çok bunların görmezden gelinmesinin sonucudur. Ancak bu canlılarla mücadele küçük hayvanlarla mücadele

ile karşılaştırıldığında daha kolaydır. Küçük hayvanların yol açtığı hasarları gözlemlemek güçtür. Bu nedenle bunlar daha zararlı olabilmektedirler. Termitlerin yada beyaz karıncaların duvar boyunca birçok yuva yapması ve yapı bünyesi içindeki organik içerikte beslenmesinden dolayı zararlı hayvanlardan biridir. Bu canlılar yalnızca kerpiç malzemesini değil ayrıca ahşap malzemeyi de hızlı bir bozulmaya uğratırlar.

3.1.4. Rüzgar

Hava hareketleri beraberinde birtakım önemli sorunları getirebilirler. Hava hareketi yapı bünyesindeki suyu buharlaşma yoluyla çeker. Havanın doğal nem miktarına bağlı olarak kerpiç ve toprak yapılar, ağırlıklarınca %10'lara varan nem oranına sahip olabilirler. Bu durum ender olarak %3-4 serbest nem durumuna geçebilir. Şişme ve büzülme, bünyedeki serbest nemin direkt olarak sonuçları olduğundan buharlaşma , yapı davranışını önemli ölçüde etkilemektedir. Hava akımı miktarı binanın şekline, tipine, büyüklüğüne , yönlendirilişine ve yüksekliğine bağlı olarak değişmektedir. Mevcut yapı yakınlarına inşaa edilen yapılar da hava akımlarının yapısını değiştirerek yapının ve malzemenin ömrünü ve dayanıklılığını etkileyebilirler. Daha önce sabit ve korunan yapı köşeleri, mevcut yapı etrafında yeni yapıların inşaaası veya eski yapıların kaldırılması düzenli bir kuruma sürecine ve özellikle kurak iklimlerin hüküm sürdüğü bölgelerde öğleden sonraları güneş ısının etkisiyle oluşan hava akımlarının kaldırdığı kumlara maruz kalabilirler. Kuruma, nem kaybıyla oluşan büzölmeleri ve sonucunda da yüzey kaplamalarında ki hasarlara neden olur.

Hava hareketleri kum ve ince malzemeleri kaldırırılar. Bu partiköller çok düşük rüzgar hızlarında dahi yapı yüzeylerine taşınabilirler. Bu ise yüzeyin tuz toplayarak dağılmasına ve dökölmesine neden olur. Bu süreç sürekli olarak tekrarlanır ve kısa bir süre içerisinde duvar alt bölgelerinin kesilmesine neden olur. Hava hareketleri ile taşınan partiköllerin yapı yüzeylerinde aşındırma etkileri de vardır. Rüzgar hızlarının artması daha ağır partiköllerin taşınabilmesine olanak verir, bu ise aşınmayı hızlandıran bir etki yaratır.

3.1.5. Diğer Etkenler

Uygun olmayan tasarım ve inşaa, yetersiz temeller ve çatılar, zayıf ve eksik malzemeler, yetersiz işçilik ve depreminde içinde bulunduğu doğal afetler kerpiç yapılarda hasarlar oluşmasının sebeplerindendir.

3.2. Koruma

Koruma, yapıların mevcut durumlarını muhafaza etmek ve yapıda oluşan bozulmaları önlemek amacıyla yapılan çalışmalardır.

3.2.1. Yapı Alt Kısımları

Duvar alt bölgelerinde meydana gelen hasarlar daha önce bahsedildiği gibi; zemin suyunun bünye içine kapiler olarak emilmesiyle veya yağmur suyunun sıçramasından dolayı, oluşan yüksek nem miktarından kaynaklanır.

Kerpiç temellerde biriken su yapıdan başka taraflara çekilmelidir. Bu ise; meyil verme veya tasnif etme, çakılla doldurulmuş hendekler inşaa etme, tuğla, kiremit veya taştan yapılmış oluklar yada mevcut suyu etkili bir biçimde ortadan kaldıran herhangi bir sistemle yapılabilir. Meyil vermek veya tasnif etmek belki de en iyi çözümdür. Çünkü kusurlu yada yetersiz su olukları ve hendekler suyu duvar altlarında ve temellerde tutabilirler.

Yağmur suyunun sıçramasından doğan aşınmalar genellikle çatı saçağının yeterli uzunlukta olmayışından ve saçaktan düşen damlaların uygunsuz bir zemine çarpmasından kaynaklanır. Bu nedenle çatı saçakları yeterli uzunluğa ve saçak altındaki zemin döşemenin uygunluğuna dikkat edilmelidir.

3.2.2. Yapı Yüzeyleri

Bina yüzeyleri genellikle herhangi bir şekilde korunmaktadırlar. Koruma , yapının dayanıklılığını artırır, aşınma ve bozulmaların oluşumunu geciktirir yada engeller. Koruma, her ne şekilde olursa olsun, duvara zarar vermemeli ve yapının gözenekliliğine, nefes alışına uygun olmalıdır.

En sık rastlanan koruma şekli, dış kaplamalardır. Dış kaplamaların başarılı olabilmeleri, kerpiç yapılar gibi zayıf yüzeye sahip ve sonucunda da yalnızca zayıf kaplamaları kabul eden yapılardan daha kuvvetli olmamalarına bağlıdır.

- Çamur Kaplamalar-Sıvalar : Çamur kaplamalar, yüzey kaplamaları olarak toprak yapıların inşası başladığından beri kullanıla gelmektedir. Ancak özellikle yağmurlu bölgelerde, hele ki güçlendirici katkıların kullanılmadığı durumlarda, birinci sınıf dış kaplamalar gibi tatmin edici değillerdir[13]. Atmosfer koşullarında hızlı bir aşınmaya ve hasara açık bir malzemedir. Sık sık bakım gerektirir. Ancak kolay elde edilebilir, ucuz ve yüksek işçilik becerisi gerektirmeyen, geleneksel bir malzeme veya elemandır. Bu kadar sık kullanılması bu sebeplere bağlanabilir.

Çamur sıvalara, aynı kerpiç yapının inşasında olduğu gibi kil, kum, su, ot, saman, alçı, kireç ve çimento katılabilir. Bu katkılar sıvada oluşabilecek kılcal çatlakları bir ölçüde önleyebilirler. çamur sıva kerpiç duvara çok iyi bağlanır. Çünkü her iki elemanda da aynı tür malzemeler kullanılmaktadır. Çamur sıvayı uygulamak fazla beceri gerektirmemesine rağmen oldukça zaman ve emek isteyen bir süreçtir.

- Badana: Temel olarak kireç ve sudan oluşan badana, kerpiç duvara fırçayla veya büyük bir kumaş parçasıyla uygulanabilir. Çamur sıvayla kaplanmış yüzeyin kireç badanası ile kaplanması koruyuculuğu arttırmaktadır. Bu nedenle, sıva yüzeyi sürekli olarak badanalı tutmak önemlidir. Hazır plastik esaslı boyalar ve dış etkilere dayanıklı boyalar da kullanılabilir.
- Kireç Bazlı Kaplamalar-Sıvalar: Çamur sıvadan oldukça sert olan kireç sıva halen kullanılmaktadır. Çamur sıvadan daha az esnektir ve daha kolay çatlamaktadır. Mala ve fırçalarla kalın olarak uygulanan kireç sıva; kireç kum ve su ihtiva eder.
- Çimento Bazlı Kaplamalar-Sıvalar: Çimento, su ve kumdan oluşan çimento sıvalar, genellikle kerpiç yüzey üzerine tutturulan tel ağların üzerine mala ile bir ila üç tabaka arasında uygulanır. Ancak dikkat edilmelidir ki çimento sıva yada kaplamalar kerpiçle bir bağ yapmaz, tel ağa ve onu duvarda tutmak için çakılan çivilere bağlanır. Çiviler kerpiç yüzeye bağlanmadığı sürece sağlam ve kararlı bir yüzey garanti edilemez. Uzun çiviler kullanılsa bile kerpiç içindeki nem, çivilerin ve tel ağın kerpiçle olan bağını ortadan kaldıran, paslanmaya yol açabilir.

Kerpiç yapılar üzerindeki sıvaları onarmak ve yenilemek amacıyla kullanılan çimento bazlı sıva ve kaplamalar daha ziyade yapılara zarar vermektedirler. Çünkü çimento bazlı malzemeler; farklı yoğunluklarıyla, su ve nem geçirgenlikleriyle, dayanımlarıyla ve ısı davranışlarıyla kerpiç malzemeye uygun değildir. Günümüzde rastlanan en sık kusurlardan biri de, uzun çivilerle duvar yüzeyine tutturulmaya çalışılan paslanmış tel ağı, yetersiz bağlantıları ve ağır kaplama nedeniyle, aşağı doğru çekilmesi ve bu arada duvara zararlar vermesidir. Ancak ne yazık ki , ileriki yıllar için problemlere gebe olan çimento kaplamalar halen kullanılmaktadır.

Çelik hasırın kullanıldığı uygulamalarda sıva, çelik hasıra, sıva yüzeyiyle duvar yüzeyi arasında zaman zaman boşluklar bırakacak şekilde bağlanır. Eğer duvar, bir miktar gübreyi bünyesinde bulunduruyorsa, duvarı zayıflatabilecek birtakım bakteriler üreyebilir. Kireç ve gübre malzemelerinin bünyede bulunmadığı durumlarda dahi birtakım hasarlar meydana gelebilir. Sıvanın arka yüzeyinde meydana gelebilecek bir yoğunlaşma, duvarın şişmesine veya genişlemesine, sonucunda da duvar ile sıva arasındaki bağın kaybolmasına neden olur. Bu tip problemleri ve genişliklerini anlamak için duvar yüzeyine hafifçe vurmak ve boşluk sesini dikkatlice dinlemek yeterlidir.

Bazen çimento bazlı kaplamalar duvara tel ağ gibi mekanik araçlar olmaksızın da uygulanmaktadırlar. Böyle durumlarda da büyük hasarlar meydana gelebilmektedir. Genellikle zeminden kapiler hareketle bünye içine alınan, serbest nemin hareketine izin vermek önemlidir. Bünye içindeki serbest nem duvar yüzeyine doğru hareket edebilmeli ve buharlaşabilmelidir. Ancak duvarı sert, çimento bazlı bir kaplamayla kaplanması durumunda bu hareketler engellenir ve nem bir çıkış bulabilmek için duvarı daha üst seviyelerine doğru hareket eder. Duvar içindeki basınçların artmasıyla birlikte kaplamada çatlaklar oluşur ve yüzeyden dökülmeler başlar. Oluşan çatlaklar ise suyun içeri girişini kolaylaştırır. Duvar, kaplamanın arkasında aşınmaya , hasar görmeye devam edebilir ve sonucunda da yıkılabilir.

3.2.3. Yapı Üst Kısımlarında Koruma

Yapı üst bölgelerinde meydana gelen hasarlar genellikle çatının saçak uzunluklarının ve oluklarının yetersizliğinden kaynaklanır. Bu nedenle çatı

saçaklarının ve oluklarının uygun ve yeterli olmalarına dikkat edilmeli ve çatının bakımı ihmal edilmemelidir.

3.3. Onarım

Onarım, gerekli olduğu hallerde, yapıda meydana gelen hasarların daha da ciddi bir hal almaması için yapılan çalışmalardan biridir. Amaç yapının ömrünü uzatmak ve onu geleceğe taşıyabilmektir.

Bu bölümde, onarım gerektiren hasarlar yalnızca duvar dış yüzeylerinde meydana gelen aşınma ve erozyondan oluşmaktadır. Çatlaklar, deprem hasarları, uygunsuz malzeme kullanımından ve zeminden kaynaklanan bozulmalar ele alınmamıştır.

3.3.1. Hasar Tespiti

Özellikle tarihi ve kültürel değerlere sahip yapılarda meydana gelen hasarların onarımından önce söz konusu yapının tarihi, yapıda kullanılan malzemelerin özellikleri, yapıda meydana gelen hasarlar, bunların nedenleri, boyutları ve yerleri tespit edilmeli, fotoğraflarla ve çizimlerle yapının onarım öncesi durumunun dokümantasyonu yapılmalıdır.

3.3.2. Onarım Malzemeleri

Yapıların onarımında kullanılan malzemelerin bazı yeterliliklere sahip olmaları gerekmektedir. Kerpiç yapı onarımı için bunlar şöyle sıralanabilir;

- Dayanımları ve termal genleşmeleri kerpiç duvarlardan büyük olmamalıdır.
- Renk, yapı, doku ve porozitesiyle kerpiçten ayrılmamalıdır.
- Ucuz ve kolay elde edilebilir olmalıdır.

3.3.3. Onarım Şekilleri

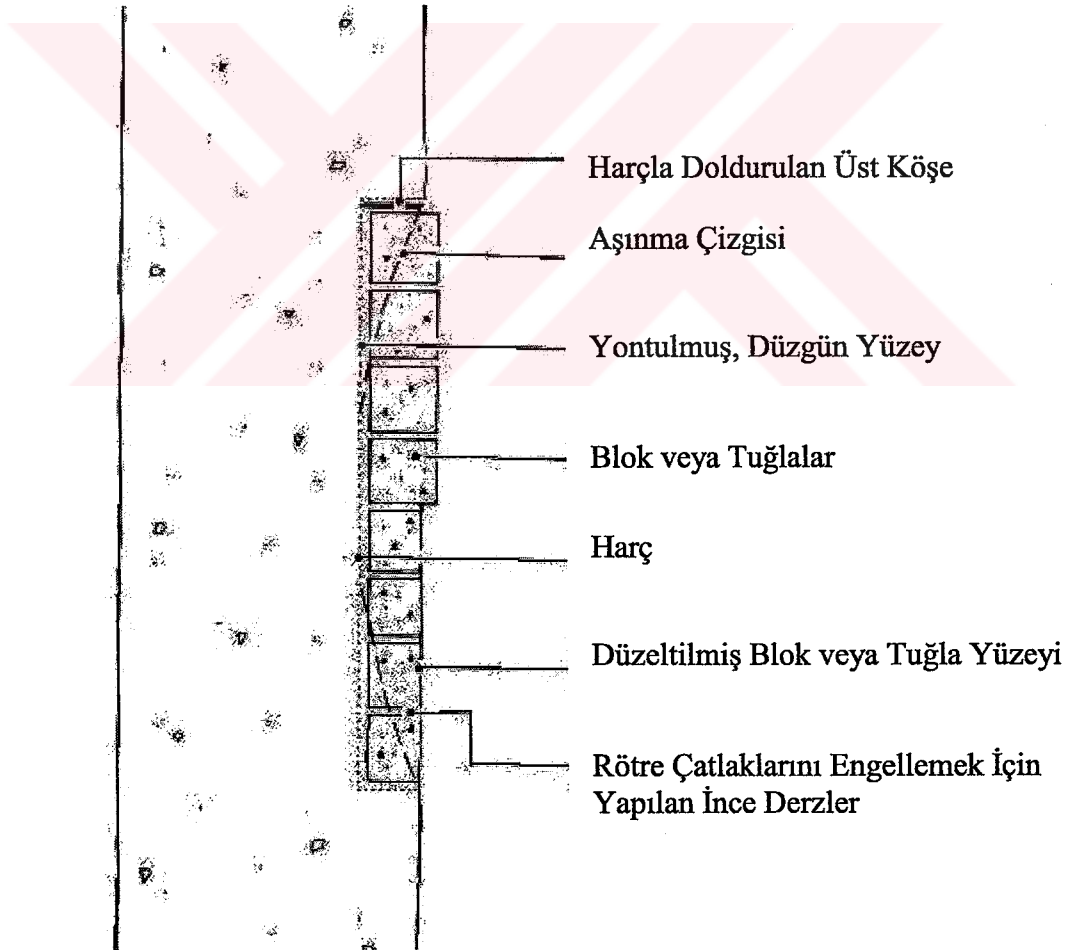
Kerpiç yapıların dış duvar yüzeylerinde uygulanan onarım şekilleri iki grupta incelenebilir. Ancak yapılan onarımlarda ortak olan noktalar mevcuttur. Bunları aşağıda ki gibi sıralayabiliriz;

- Eğer aşınma ve erozyon hasarları zemine yakın bölgelerde oluşmuşsa, onarıma başlanmadan önce bu bölgelerin kurumaları beklenmeli veya sağlanmalıdır.

- Duvara zarar vermeden keser, spatula veya benzer el aletleriyle aşınma bölgesinin sınırları kare veya dikdörtgen bir alanı sağlayacak şekilde yontulur. Aşınma ve erozyon bölgelerinin alt ve üst kenarlarında , onarımın daha kararlı olabilmesi amacıyla, köşeler oluşturacak şekilde yontulur.
- Onarımın malzemesinin duvara iyi yapışmasını sağlamak için yüzey fırçalanarak gevşek malzemelerden arındırılmalı ve daha sonra yüzey, doygün hale geçmeyecek şekilde bir miktar ıslatılmalıdır.

3.3.3.1. Tuğla ve Blok Kullanılarak Yapılan Onarım

En sık rastlanan onarım şekillerinden biridir. Aşınan veya erozyona uğramış yüzeyin önce tuğla genişliğinin yarısı kadar oyulması, daha sonra elde edilen bölgenin pişmiş tuğla veya beton blokların harçla beraber doldurulmasıdır.



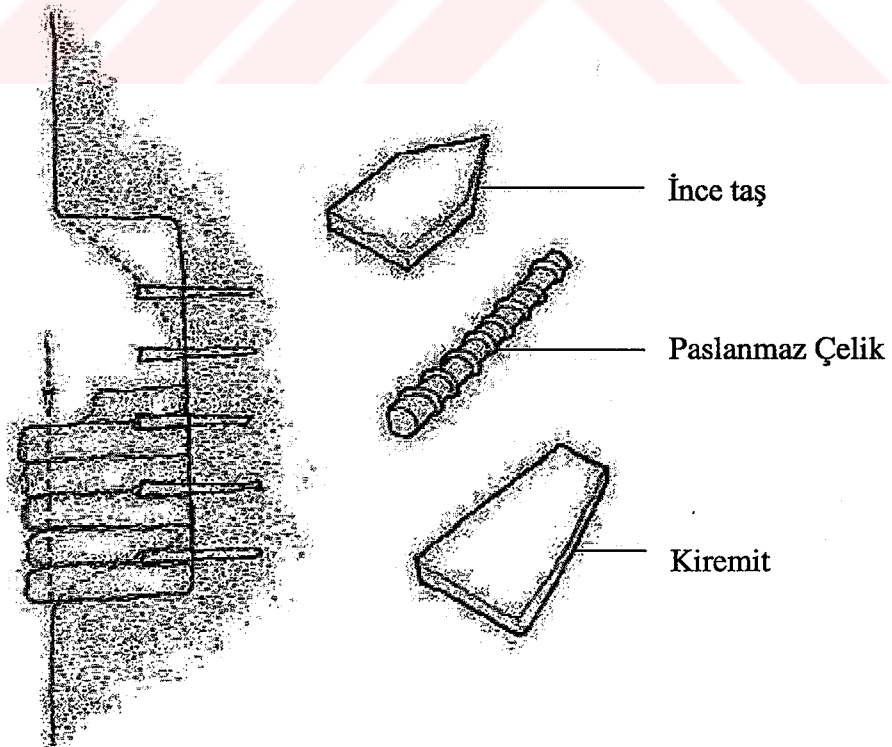
Şekil 3.2. Tuğla ve Blok Kullanılarak Yapılan Onarım[3]

Ancak onarım yapılan bölge, duvar bünyesinden daha güçlü olur ve yağmur suyu onarım yüzeyinden aşağı akarak, onarımı taşıyan bölgeyi aşındırır ve neticesinde onarımın çökmesine neden olur. Pişmiş tuğla ve beton bloklar kullanılarak yapılan onarımlar varolan sorunu daha karmaşık bir hale getirmektedir. Kullanılan tuğla ve blokların yoğunlukları, dayanımları, poroziteleri ve termal genleşmeleri duvar malzemesinden farklıdır. Bu nedenle bu tip malzemelerin kullanılmaları onarım için uygun değildir.

Bu tipte bir onarım yapılması düşünülüyorsa duvar malzemesinin özelliklerine sahip kerpiç tuğla ve bloklar kullanılmalıdır. Rötre çatlaklarının azaltılması amacıyla kerpiç tuğlalar arasına konulan çamur harcın kalınlığının az olması uygun olacaktır.

3.3.3.2. Harç Kullanılarak Yapılan Onarım

Harç kullanılarak yapılan onarımlar genellikle, çatı kiremitleri, paslanmaz çelik çubuklar ve ahşap çubuklar gibi donatıların duvara, yüzeye dik bir şekilde, saplanması ve bu şekilde oluşturulan desteklerin onarımın ağırlığını taşıması ve duvarla onarım arasında bağ oluşturması esasına dayalı bir onarım şeklidir.(Şekil 3.3.) Aşınma veya erozyon aşınmalarının onarımları inceyse veya yüksekliği 50 cm 'yi geçmiyorsa destek kullanılmayabilir.



Şekil 3.3. Harç Kullanılarak Yapılan Onarım[11]

Bozulan bölgeyi içine alacak şekilde oluşturulan çerçevenin içi yaklaşık 10 cm oyulur. Çatı kiremitlerini tutturabilmek amacıyla duvara, kiremit uzunluğunun yarısı kadar derinliğe sahip delik açılır. Delikler suya doygun olmayacak şekilde ve kiremitler de suyun içinde tutularak iyice ıslatılmalıdır. Deliklerin yaklaşık 2/3' ü yapışkan onarım harcıyla doldurulmalı ve kiremitler deliklerin içine yerleştirilmelidir. Oluşturulan kiremit raflarının arası onarım harcıyla doldurulup, duvar yüzeyiyle aynı seviyeye gelecek şekilde düzeltilir.



4. ONARIM HARCİ ARAŞTIRMASI

Onarım harcı araştırmasının amacı, geleneksel yapı teknikleri ve malzemeleri yanında günümüz yapı malzeme ve teknikleri kullanılarak da kerpiç yapıların onarılabilirliğini göstererek, insanların bu yapıların üretim, onarım ve bakım konusundaki fikirlerini olumlu bir hale getirebilmektir.

İ.T.Ü. bünyesinde, alçı katılan toprağın fiziksel ve mekanik özelliklerinin iyileştirilmesi konusunda yapılan araştırmalar, yapılacak onarım harcı araştırmasında kullanılacak malzemelerin toprak ve alçı veya alçı bazlı bir malzeme olabileceği fikrini vermiştir. Bu nedenle çalışmada Lafarge firmasının alçı bazlı hazır sıva (Alçımatik) malzemesinin ve Lafarge Entegre Tesisleri çevresindeki toprağın kullanılmasına karar verilmiştir.

Onarım harcı araştırması; harç içine girecek malzemelerin, malzemelerin değişik oranlarda karıştırılmasıyla oluşan taze harçların ve bu taze harçların kürlenmesi neticesinde elde edilen kuru numunelerin özelliklerinin belirlenmesinden oluşmaktadır. Araştırmada, ağırlıkça %25, %40 ve %60 toprak oranlarına sahip toprak-alçı bazlı malzeme karışımları kullanılmıştır. Gittikçe artan toprak oranlarının denenmesi daha ekonomik ve uygulanabilir bir harç üretme isteğinden kaynaklanmaktadır. Sonuç kısmında ise onarım için seçilen karışım oranı saptanmıştır. Uygun karışım oranı deney verilerine dayandırılmıştır. Araştırmada yapılan deneyler sırasıyla; kullanılan toprağın elek analizi, rutubet tayini, birim hacim kütlesi, pH, toprak- alçımatik karışımından oluşan taze harcın kıvam tayini, hava muhtevası tayini, yaş birim ağırlığı ve numunelerin kılcal su emmesi, eğilmede çekme dayanımı, basınç dayanımı ve alt tabakaya yapışma dayanımıdır.

4.1. Ham Malzeme Özellikleri

Harcın içine girecek olan toprak ve alçı bazlı malzeme ham malzemelerdir. Bu bölümde toprağın ve alçı bazlı malzemenin özellikleri verilmektedir. Ayrıca uygun toprağın seçimi konusunda bu bölüme dahil edilmiştir.

4.1.1. Uygun Toprak Seçimi

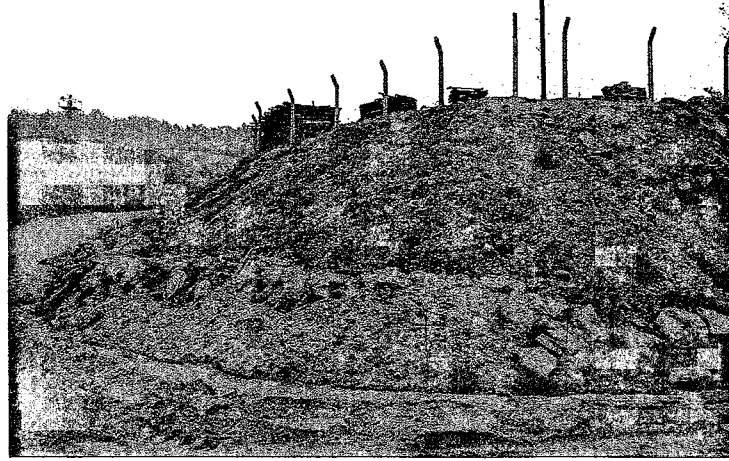
Yapıyı onarımında kullanılan malzemeler yapının sağladığı taşıma ve koruma görevlerini yüklenebilmelidir. Bu nedenle toprak, eğer yapı veya onarım malzemesi olarak kullanılacaksa, özelliklerinin belirlenmesi gerekir.

Toprağın kil oranı bağlayıcılığı ve granülometrisi de malzeme mukavemeti ve porozitesini etkiler. Birtakım temel bilgilere sahip olunduğu takdirde yapı malzemesi olarak kullanılacak uygun toprağın seçimi kolaylaşmaktadır. Sanayi ürünü olmayan toprağın seçimi arazide başlar. Daha sonra laboratuvar deneyleri yapılabilir. Laboratuvar deneyleri; granülometri analizi, kıvam limiti, birim-hacim kütlesi, pH değeri, mineralojik analiz ve organik madde analizi gibi deneyleri kapsar. Uygun toprağın seçimi amacıyla yapılabilecek tespitler ise görme, dokunma çökelme, parlaklık yollarıyla tespit, küre denemesi ve basit mukavemet tespitlerinden oluşur.

- **Görme Yoluyla Tespit:** Gözümüz ince kumu tespit edebilecek kadar hassastır. Gözle yapılan tespit, toprak içinde ki kaba sayılabilecek malzemelerin yani çakıl, kaba ve ince kum partiküllerinin oranı konusunda bize fikir verebilir.
- **Dokunma Yoluyla Tespit:** Dokunma yoluyla elde edilen his, toprağın temel bileşimlerini yeterli doğrulukta tespit etmemizi sağlar. Kaba partiküllerinden arındırılmış toprak (5mm altı) numunesi iki parmak arasında yada avuç içinde ovalanır. Çakıl ve kum taneleri kuru olduklarında genellikle pürüzlü ve kaba bir his edinmemizi sağlarlar. Kil en ince tane boyutuna sahip olduğundan sürtünmeyi kaldırır. Sürtünmenin kalkışı yağlanan parçalarda da gerçekleşir. Bu nedenle killi toprağa yağlı toprak da denilir. Silt ve kil hem kuru halleriyle hem de nemli halleriyle ovalanmalıdır. Kuru silt aynı ince kumlarda olduğu gibi pürüzlü bir his, nemli silt hafif plastik kıvam hissini uyandırır. Kuru kil genellikle kaba taneler halindedir ve ezilmeye direnç gösterir. Nemli kil ise çok yapışkan ve plastik bir kıvamdadır[20].
- **Çökelme Deneyi:** Bu deneyle, toprağın temel partiküllerinin dağılımı tespit edilir. Deneyde kullanılmak üzere şeffaf , tabanı düz, silindirik veya prizmatik, elimizle kapatıp çalkalayabileceğimiz genişlikte ağız ve yarım litreden az olmayan hacme sahip bir şişe gereklidir. Şişenin ¼'ünü kaplayacak şekilde toprak ve ¾'üne ise temiz su konulur. Toprağın suyla doyması beklendikten

sonra şişenin ağzı kapatılarak çalkalanır ve daha sonra şişe düşey olarak yerleştirilir. Aşağı yukarı bir saat sonra aynı işlem tekrarlanır. 45 dakika sonra tabana yerleşen kum tabakası ve bunun üstünde çoğu zaman siltten oluşan ikinci bir tabaka gözlemlenir. İkinci tabakanın üstünde yavaş yavaş çökelen killi su görülür. 8 saat kadar sonra oluşan bu tabakalar ölçülür. Her bir tabaka kalınlığının toplam çökelti kalınlığına oranı o tabakayı oluşturan partiküllerin toprak içindeki yüzdesini belirtir.

- Parlaklık Deneyi: Kil varlığının tespiti amacıyla yapılan kısa bir testtir. Oluşturulan nemli toprak kütlesi bıçakla kesilir. Kesilen yüzün parlak olması yüksek miktarda kilin varlığını, mat olması ise toprağın siltli ve kumlu kilden meydana geldiğinin göstergesidir[23].
- Küre Denemesi: Toprak içinde ki kil miktarı konusunda bilgi edinmemize yarar. Bunun için yaklaşık 5 cm çapında doğal nemliliğe sahip topraktan bir küre yapılır. Topun elimize yapışması ve şekil almaması toprak kil miktarının yüksekliğini, çatlaması, ufalanması ve dağılması ise toprak kil miktarının düşük olduğunu gösterir.
- Mukavemet Tespiti: Top haline getirilmiş toprak kuruduktan sonra 70 cm yükseklikten bırakılır. Zeminde parçalanmayan veya parçalara ayrılan ama dağılmayan toprak yeterli mukavemete sahip, tamamen parçalara ayrılarak dağılan toprak ise mukavemetsizdir.



Şekil 4.1.Lafarge Entegre Sosyal Tesisleri Arka Cephesi

Bu araştırma için kullanılan toprak Lafarge Entegre sosyal tesisi arka cephesine bakan yamaçtan sağlanmıştır. (Şekil 4.1.) Toprağın uygunluğu göz ve dokunma tespitleriyle anlaşılmıştır. Yamaçtan alınan toprak iki el arabasıyla Lafarge Entegre Kalite Kontrol Laboratuvarı'na taşınmıştır.

4.1.2. Deneyde Kullanılan Toprak

Mineral ve organik maddelerle su ve havadan oluşan toprakta, değişik büyüklükteki daneler toprağın katı kısmını oluşturur. Organik maddeler ağırlıklı olarak yaşayan veya ölü bitki ve hayvanları, bunların artıklarını ve humusu kapsamaktadır. Çakıl, kum, silt ve kilden meydana gelen mineral kısım “ Tekstürel Parçalar ” olarak adlandırılır [21]. Bu parçalar, dane büyüklüklerine bağlı olarak İsveçli toprak bilgini Atterberg tarafından Tablo 4.1’de görüldüğü gibi sınıflandırılmıştır.

Tablo 4.1 Tekstürel Parçaların Sınıflandırılması

Malzeme	Çap Sınırları (mm)
Çakıl	20,00 - 2,00
Kaba Kum	2,00 - 0,20
İnce Kum	0,20 - 0,02
Silt	0,02 - 0,002
Kil	0,002'den küçük

Tekstürel parçalardan kil ve silt gibi ince daneler, kum ve çakıl boyutundaki iri daneleri birbirine bağlayarak rijitliği sağlar. Kimyasal maddelerle reaksiyona girerek stabilize olan yine ince daneli malzemelerdir. Bu nedenle ince daneli malzemelerin toprak içindeki oranları, bütünü etkilediğinden, çok önemli olabilmektedir.

Kil, su ile yoğrulduğunda istenilen şekli alır ve suyun bünyeyi terk etmesi sonucu kohezyon özelliği nedeni ile kazanmış olduğu şekli aynen korur. Su kaybı sonucu kilde oluşan rötre, kil danecikleri hareket edemez hale geldiğinde durur ve bu arada kilin plastikiği de kaybolur. Tane boyutu küçüldükçe yüzey alanı artar ve buna paralel olarak bünyeye su girişiyle şişme de artar. Kil oranı yüksekse, şişme ve büzülme büyük olur. Kullanılan toprakta kil oranının yüksek olması oluşabilecek çatlak miktarının da artması anlamına gelmektedir. Bünye içine alınan aşırı miktardaki su daneler arsına girip kilin akışkan bir malzeme gibi davranmasına ve

bağlayıcılık görevini yapamamasına dolayısıyla toprak malzemeli elemanın tehlikeli bir hal almasına neden olur.

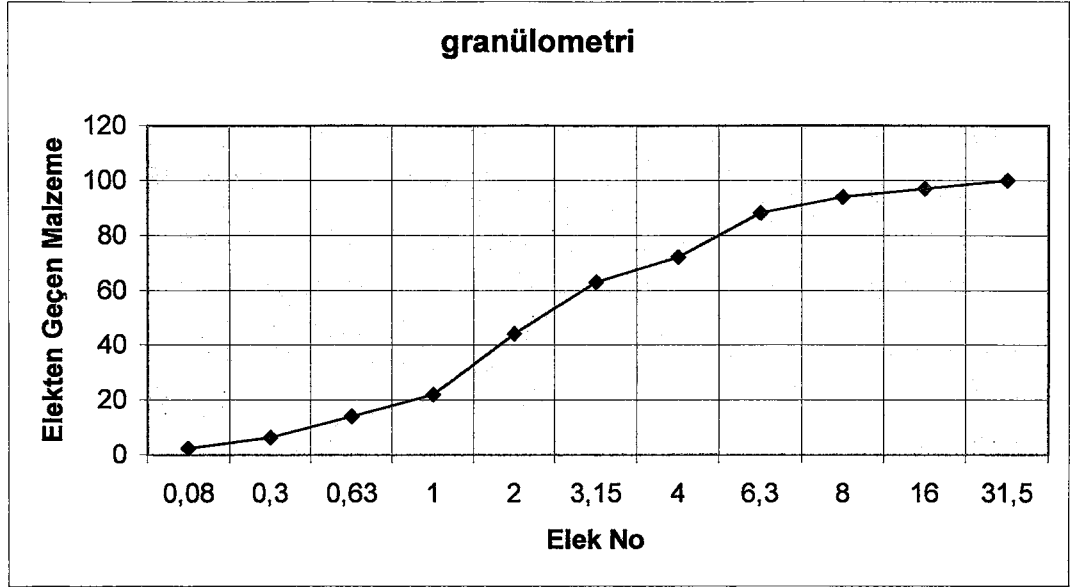
4.1.2.1. Elek Analizi

Topraktaki tane boyutları dağılımının belirlendiği bu deneyde laboratuarda bulunan 31,5mm, 16mm, 8mm, 6,3mm, 4mm, 3,15mm, 2,00mm, 1,00mm, 0,63mm, 0,30mm ve 0,080mm elek çaplarına sahip elekler kullanılmıştır. Eleme işlemi mekanik olarak elle yapılmıştır. Elek üstünde kalan malzemeler hassas terazide tartılıp, elde edilen sonuçlar kümülatif olarak toplanarak yazılmıştır. Karışım içine girecek toprağın granülometrisi, karışımın dayanımını, porozitesini ve karışım içine eklenecek su miktarını etkilemektedir. Bu nedenlerden dolayı elek analizi yapılmıştır.

Tablo 4.2 Toprağın Elek Analizi Sonuçları

Elek Boyutu (mm)	31,5	16	8	6,3	4	3,15	2,00	1	0,63	0,3	0,08
Elekten Üstü Malzeme (gr)	0	15	29	60	140	187	278	392	432	469	488
Elekten Geçen Malzeme yüzdesi	100	97	94,2	88	72	62,6	44,4	21,6	13,6	6,2	2,4

Elde edilen sonuçlara göre (Tablo4.2) toprağın ağırlıkla çakıl ve kumdan meydana geldiği, kil ve silt miktarlarının %2.4 den daha az olduğu tespit edilmiştir. Elde edilen verilere dayanarak granülometri eğrisi çizilmiştir.(Şekil 4.2.)



Şekil 4.2. Toprağın Granülometri Eğrisi

4.1.2.2. Rutubet Tayini

Karışım içine eklenecek su miktarı toprağın doğal nemliliğiyle değişmektedir. Toprağın doğal neminin artmasıyla birlikte karışım içine girecek su miktarı azalmaktadır. Mevcut toprağın rutubetinin belirlenebilmesi amacıyla toprakta bulunan büyük taneler elenmiş daha sonra geriye kalan toprak 24 saat süreyle 70 derecelik etüvde tutulmuştur. Belirlenen toprak rutubeti %8,38 olmuştur.

4.1.2.3. Birim Hacim Kütlesi

Bir cismin kütlesinin, boşluklar dahil doğal haldeki hacmine oranına o cismin birim-hacim kütlesi denir. Bu değer küçük olması o cismin gözenekli ve boşluklu bir yapıda olduğunu gösterir [12]. Birim ağırlığın belirlenebilmesi amacıyla hem doğal rutubet ve granülometriye sahip toprağın hem de kuru ve kaba tanelerden elenmiş toprak kullanılmıştır. Doğal rutubet ve granülometriye sahip toprağın birim ağırlığı 1,231 gr/cm³ , kuru ve kaba tanelerden elenmiş toprağın birim ağırlığı 1,242 gr/cm³ olarak bulunmuştur.

4.1.2.4. pH Deneyi

Harca katılacak alçının priz süresinin ortamın asit-baz dengesiyle ilişkili olmasından dolayı kullanılan toprağın ortam özelliği belirlenmiştir. Rutubet tayini amacıyla 24 saat 70 derecelik etüvde kurutulmuş toprak, pH değerinin belirlenmesi amacıyla

kullanılmıştır. Elde edilen pH değeri 8 olmuştur. Bu değer kullanılan toprağın bazik karakterde olduğunu göstermiştir.

Tablo 4.3 pH Ortam Özelliği

pH DEĞERİ	ORTAM ÖZELLİĞİ
5,5	Yüksek Asit
5,5-6,5	Düşük Asit
6,5-7,0	Nötr
7,0-8,0	Düşük Baz
8	Yüksek Baz

4.1.3. Alçı Bazlı Malzeme (Alçımatik)

Alçımatik, Lafarge' ın ürettiği alçı esaslı hazır makine sıvasıdır. Bu malzemenin fiziksel ve mekanik özellikleri Tablo 4.4 , Tablo 4.5 de , elek analizi Tablo 4.6'da ve granülometri eğrisi Şekil 4.2 'de görülmektedir.

Tablo 4.4 Alçımatik Fiziksel Özellikleri

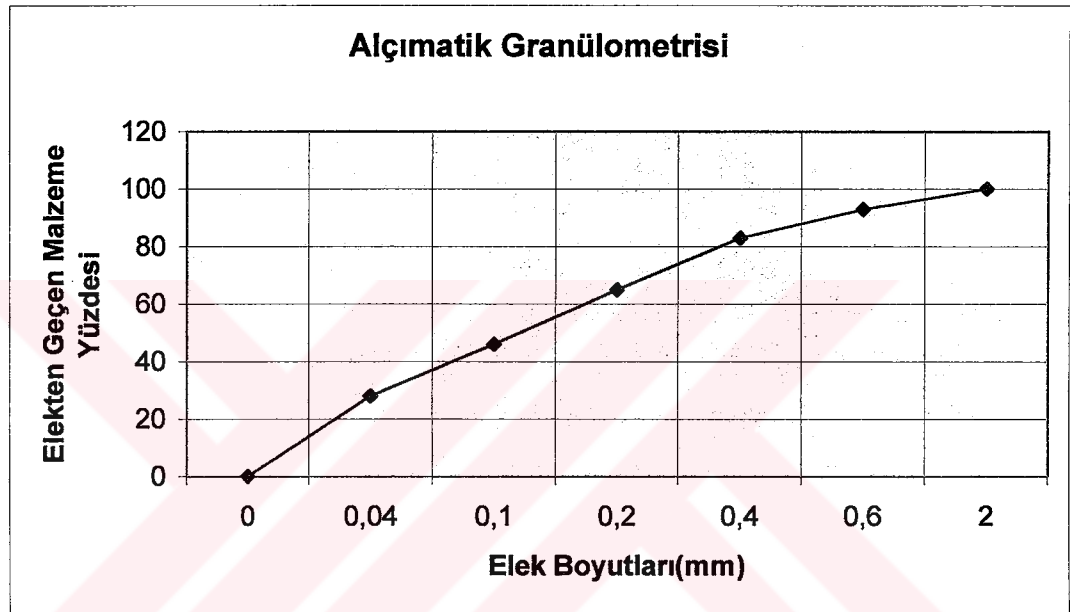
Su/Malzeme Oranı	0,5
Kuru Birim Ağırlık (kg/m ³)	945
Islak Birim Ağırlık (kg/m ³)	1487
Parçacık Boyutu (mm)	0-0,8

Tablo 4.5 Alçımatik Mekanik Özellikleri

Basınç Dayanımı (N/mm ²)	>2,5
Eğilmede Çekme Dayanımı (N/mm ²)	>1,0
Yapışma Dayanımı (N/mm ²)	>0,3

Tablo 4.6 Alçımatik Elek Analizi

Elek Boyutu (mm)	0,6	0,4	0,2	0,1	0,04
Elekten Geçen Malzeme Yüzdesi	93	83	65	46	28



Şekil 4.3. Alçımatik Granülometrisi

Alçımatik; alçı, kum, kireç ve kimyasal katkılardan oluşmaktadır. Şekil 4.3’de de görüldüğü üzere Alçımatik partikülleri 2mm ‘nin altındadır. Verilen bilgilere ek olarak bu malzemenin yayılması yaklaşık olarak 165mm ve ortam özelliği de pH=12.5 civarındadır.

4.2. Karışım Özellikleri

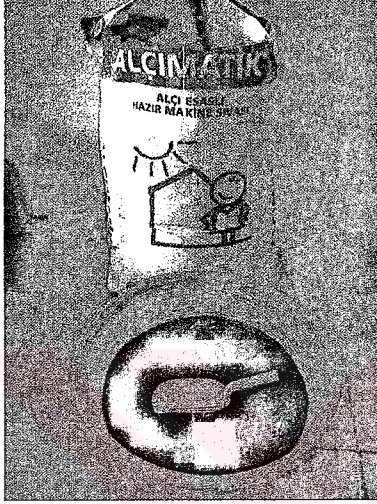
Karışım özellikleri, taze harçların ve bunların kürlenmesiyle elde edilen numunelerin özellikleri şeklinde iki grupta incelenmiştir.

4.2.1. Taze Harç

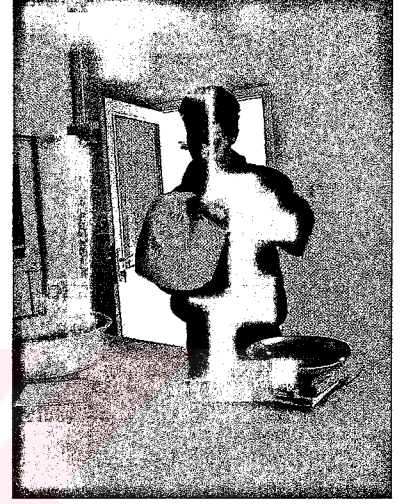
Taze harç, toprak ve alçı bazlı malzemenin değişik oranlarda bir araya getirilip suyla karıştırılmasıyla üretilmiştir. Üretilen taze harçların özellikleri deneylerle saptanmıştır.

4.2.1.1. Taze Harcın Hazırlanması

Taze harcın hazırlanmasında kullanılan toprak tane boyutu, çalışmanın ileri safhalarında kullanılacak püskürtme makinesine uygun en büyük tane boyutu olan 2 mm 'dir. (Şekil 4.4.) Toprak, alçı esaslı sıva ve su bir kap içerisinde elle karıştırılmıştır. (Şekil 4.7.) Karışım içine giren su yavaş yavaş katılmıştır. (Şekil 4.6.)



Şekil 4.4. Alçımatik ve Toprak



Şekil 4.5. Kuru Malzemelerin Karıştırılması



Şekil 4.6. Kuru Karışıma Su Eklenmesi



Şekil 4.7. Karışımın elle Karıştırılması

Yapılan çalışmada %25, %40 ve %60 toprak oranlarına sahip üç farklı karışım hazırlanmış ve her karışımdan 6 adet olmak üzere toplam 18 adet numune üretilmiştir. Numunelerin üretiminde kullanılan malzeme miktarları ve karışımın

fiziksel özellikleri Tablo 4.7, Tablo 4.8 ve Tablo 4.9’da görülmektedir. Şekil 4.3 de ise 2mm altı toprak ve alçımatik granülometrileri verilmiştir.

Tablo 4.7 Toprak Oranı %25 Olan Karışım Değerleri

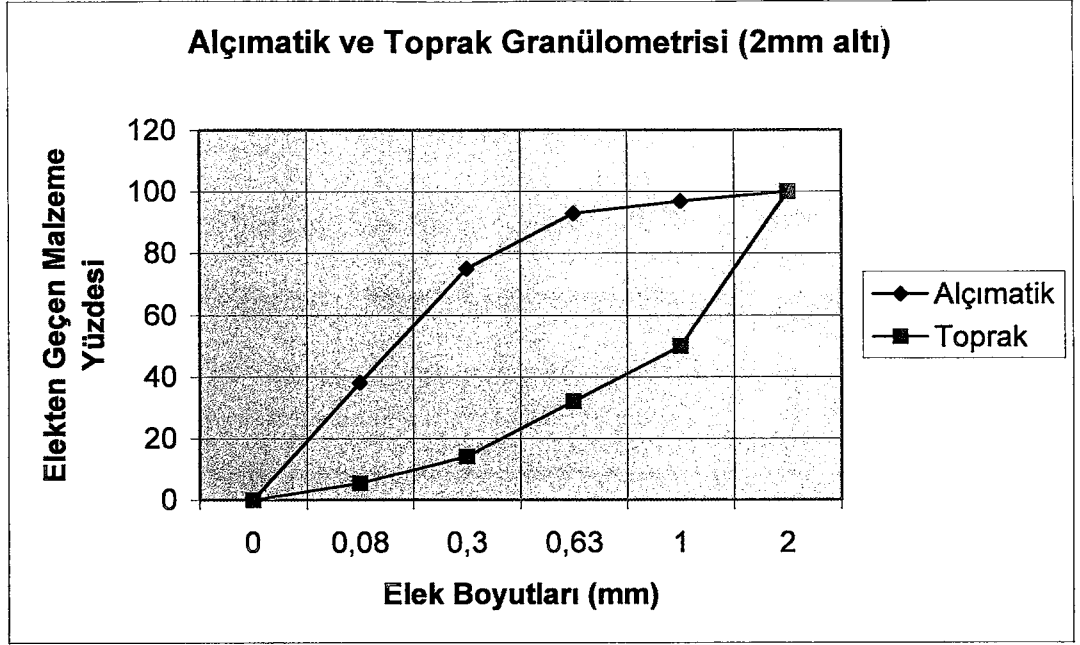
Karışım Oranı %25	
Toprak	1125 gr
Alçımatik	3375 gr
Su	2000 gr
Toplam	6500 gr
Yaşbirim Ağırlık	1620 gr/lt
Porozite	11%
Yayılma	147 cm

Tablo 4.8 Toprak Oranı %40 Olan Karışım Değerleri

Karışım Oranı %40	
Toprak	1800 gr
Alçımatik	2700 gr
Su	2500 gr
Toplam	6000 gr
Yaşbirim Ağırlık	1600 gr/lt
Porozite	4,50%
Yayılma	150 cm

Tablo 4.9 Toprak Oranı %60 Olan Karışım Değerleri

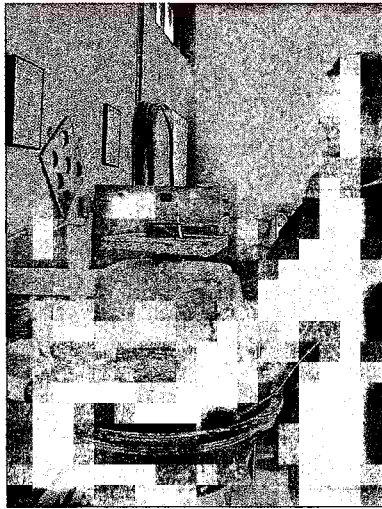
Karışım Oranı %60	
Toprak	2700 gr
Alçımatik	1800 gr
Su	2500 gr
Toplam	6000 gr
Yaşbirim Ağırlık	1560 gr/lt
Porozite	4,50%
Yayılma	162 cm



Şekil 4.8. Alçımatik ve Toprak Granülometrisi

4.2.1.2. Taze Harç Kıvamı Tayini

Taze harç kıvamı tayini amacıyla TS EN 1015-3'e uygun olan yayılma tablası, 60mm yükseklik, alt yüz iç çapı 100mm, iç yüz iç çapı 70mm olan pirinç koni şekilli kalıp ve çelik cetvel kullanılmıştır. (Şekil 4.9., Şekil 4.10.)



Şekil 4.9. Taze Harcın
Yayılma Tablasına Konuşu



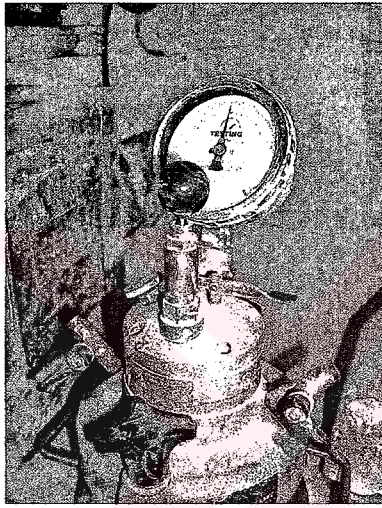
Şekil 4.10. Taze Harcın
Yayılmasının Ölçülmesi

Yayılma tablası üzerine yerleştirilen kalıbın içine taze harcın sıkıştırılarak konulup, kalıp üst yüzünden taşan fazla harcın çelik cetvelle sıyrılıp alınmasından ve kalıp alt

kenarı çevresindeki taze harç kalıntılarının alınmasından sonra kalıp yukarıya doğru dikkatlice çekilmiştir. Yayılma tablası üzerinde kalan taze harcın 15 saniye süreyle düşürülerek yayılması sağlanmış ve yayılan taze harcın çapı çelik cetvelle ölçülmüştür. Farklı karışım oranlarıyla hazırlanmış taze harçların yayılma değerleri Tablo 1.7, Tablo 1.8 ve Tablo 1.9’da görülmektedir.

4.2.1.3. Taze Harcın Hava Muhtevası Tayini

Taze harcın hava muhtevası tayini amacıyla TS EN 1015-7’e uygun biçimde basınçlı metot kullanılmıştır. (Şekil 4.11., Şekil 4.12.)



Şekil 4.11. Basınçlı
Methot Aleti



Şekil 4.12. Taze Harcın
Muhtevasının Tayini

Deneyde kullanılan cihazın çalışma prensibi, belirli bir basınç altında kapalı bir hava hücresinde bulunan belirli bir hava hacminin, bu hücre ile bağlantılı numune kabı içerisindeki harç bünyesinde bulunan bilinmeyen hava hacmi ile dengelenmesini kapsar. Basınç hücresindeki hava basıncında meydana gelen düşme harç numunesinin hava muhtevasını yansıtır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.7, Tablo 4.8 ve Tablo 4.9’da görülmektedir.

4.2.1.4. Taze Harcın Yaş Birim Ağırlığı

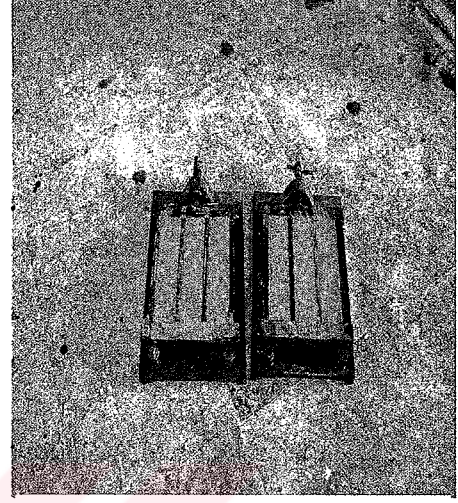
Taze harcın hava muhtevası amacıyla belirli hacme sahip kap içine konulan taze harç deney öncesi hassas tartıda tartılmış ve yaş birim ağırlığı belirlenmiştir.(Tablo 4.7., Tablo 4.8., Tablo4.9.)

4.2.1.5. Taze Harcın Kalıplara Yerleştirilmesi

Üretilen numuneler için kullanılan kalıplar, laboratuarda deneye tabii tutulan diğer sıvarda ve harçlarda da kullanılan, 4*4*16 cm'lik kalıplardır. (Şekil 4.13., Şekil 4.14.)



Şekil 4.13. Kalıpların
Hazırlanması



Şekil 4.14. Kalıplar İçindeki
Taze Harç

Hazırlanan taze harç küçük küreklerle, kuruyan malzemenin kalıp çeperlerine yapışmaması için önceden yağlanmış, kalıplara boşaltılmış sonrasında sarsma tablası uygun biçimde kullanılarak kalıp içindeki boşlukların azaltılması sağlanmıştır. Bu işlem daha düzgün yüzeyli numune elde etmenin yanı sıra numunelerin mukavemetlerini de artırmaktadır. Daha sonra kalıp içindeki harcın üst yüzeyleri çelik cetvel yardımıyla düzeltilmiştir.

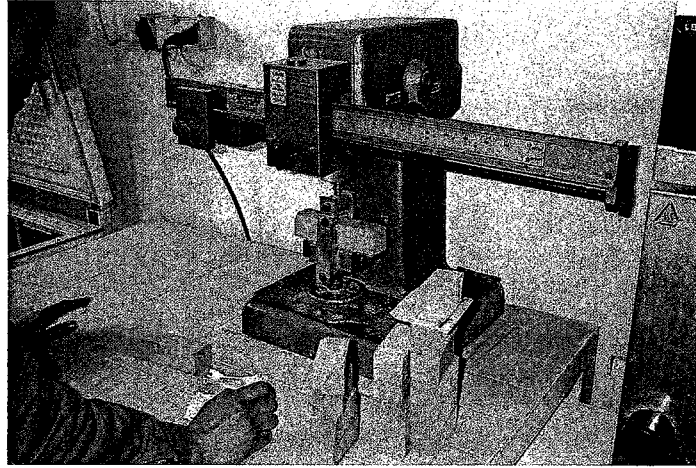
4.2.2. Kür Süresi 7 ve 28 Günlük Numune Deneyleri

Kalıplanan taze harç numuneleri bir gün sonra kalıplardan çıkarılmış ve daha sonra yapılacak 7 ve 28 günlük deneyler için %65 bağıl nem ve 20 derece sıcaklığa sahip etüvlere konmuştur.

4.2.2.1. Eğilmede Çekme Dayanımı

Üretilen harcın eğilmede çekme ve basınç dayanımlarının bilinmesi, harcın çekirdek yapıyla birlikte çalışması, davranışı, iç ve dış etkilere dayanıklılığını konusunda bizlere fikir verebilir. Eğilmede çekme dayanımları, TS EN 1015-11'e

uygun olarak, kalıba dökülerek hazırlanmış her karışım oranı için 3 adet sertleşmiş harç prizma numunesinin üç noktadan kırılınca dek yüklenmesiyle belirlenmiştir.



Şekil 4.15. Numunelerin Eğilmede Çekme Dayanımlarının Belirlenmesi

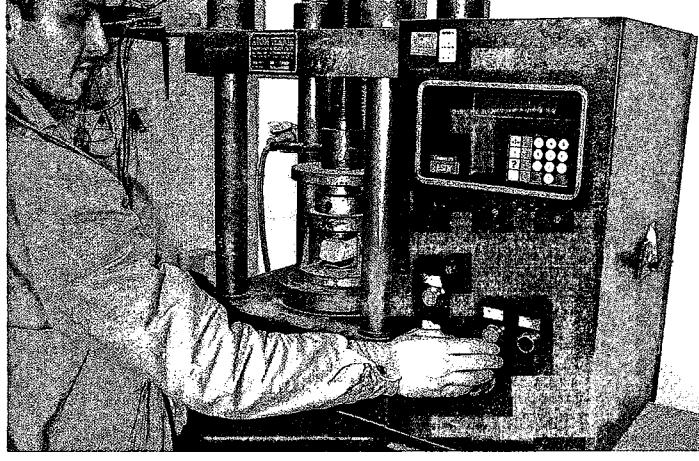
Deneyde Atom Teknik Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği eğilme aleti kullanılmıştır. (Şekil 4.15.) Elde edilen veriler Tablo 4.10'da görülmektedir.

Tablo 4.10 Eğilmede Çekme Dayanımları

Karışım Oranları	7 Günlük Numunelerin Eğilmede Çekme Dayanımı (N/mm ²)			7 Günlük ORT (N/mm ²)	28 Günlük Numunelerin Eğilmede Çekme Dayanımları (N/mm ²)			28 Günlük ORT (N/mm ²)
25%	0,8	0,8	0,9	0,83	0,7	0,7	0,8	0,73
40%	0,4	0,4	0,4	0,4	0,3	0,4	0,3	0,33
60%	0,4	0,3	0,3	0,33	0,3	0,3	0,3	0,3

4.2.2.2. Basınç Dayanımı

Basınç dayanımları TS EN 1015-11'e uygun olarak eğilmede çekme dayanımı deneyi sonucunda ortaya çıkan her karışım oranı için 4'er prizma parçası kullanılarak belirlenmiştir.



Şekil 4.16. Numunelerin Basınç Dayanımlarının Belirlenmesi

Basınç deneylerinde Atom Teknik Makine Sanayi ve Ticaret A.Ş.'nin ürettiği basınç presi kullanılmıştır. (Şekil 4.16.) Elde edilen sonuçlara göre 25% karışım oranına sahip numunelerin ortalama basınç dayanımı $1,96 \text{ N/mm}^2$ olarak tespit edilmiştir (Tablo 4.11) ve 25% karışım oranına sahip numunelerin diğer numunelerden daha mukavemetli oldukları görülmüştür. Elde edilen sonuçlar, uygulama binasının alker duvarlarının basınç dayanımı olan $2,00\text{--}4,00 \text{ N/mm}^2$ ile karşılaştırıldığında, harcın çekirdek yapıdan daha rijit olmayacağı düşünülmüş ve uygun bir sonuç olarak algılanmıştır.

Tablo 4.11 7 ve 28 Günlük Basınç Dayanımları

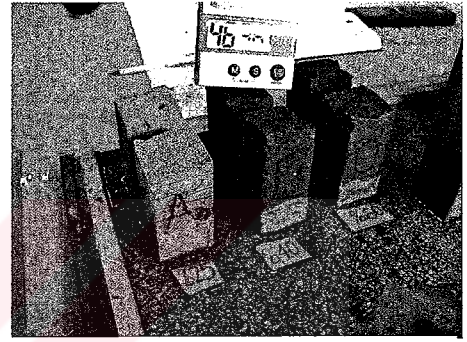
N/işım Oranları	7 Günlük Numunelerin Kırılma Yüğü (N)		ORT Dayanım (N/mm ²)	28 Günlük Numunelerin Kırılma Yüğü (N)		ORT Dayanım (N/mm ²)
25%	302	283	1,9	307	325	1,96
	308	323		304	319	
40%	110	120	0,72	126	131	0,8
	110	126		131	124	
60%	90	77	0,54	90	94	0,57
	90	84		84	94	

4.2.2.3. Kılcal Su Emme

Kılcal su emme , cismin alt yüzünden yani tabanından suya değdirilmesi ve kılcallık yoluyla suyun zamana bağlı olarak yükselmesi ile saptanan bir büyüklüktür. Sonuçta, malzemenin ağırlıkça artışı ile kılcal su emme katsayısı (kılcallık) hesaplanır[12]. Uygulama harcının su ile ilişkisi hakkında bilgi edinmek amacıyla yapılan bu deney için eğilmede çekme dayanımı deneyi sonrası ortaya çıkan 6 prizma parçasından 2'si kullanılmıştır. (Şekil 4.17., Şekil 4.18.)



Şekil 4.17. Numunelerin Yan Yüzlerinin Parafinlenmesi



Şekil 4.18. Numunelerin Kılcal Olarak Su Emmeleri

Her karışım oranı için toplam 6 prizma parçasının yan yüzeyleri parafinlenerek su dolu kap içerisine sadece alt yüzeyleri suya temas edecek şekilde yerleştirilmişlerdir. Bu düzenekte 10, 100 ve 1440'ıncı dakikalarda suyun yükselmesi gözlenmiş ve prizmalar hassas tartıda tartılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.12 ve Tablo 4.13 'de görülmektedir.

Tablo 4.12 7 Günlük Kılcal Su Emme

Numune Tipleri	7 Günlük Kılcal Su Emme Miktarı (gr)			
	0 dk.	10 dk.	100 dk.	1440 dk.
%25-1	159	170,5	198,7	201,5
%25-2	152,4	166,9	192,7	193,9
%40-1	145,6	179,4	201,3	202,8
%40-2	137,5	171,5	190,4	192,2
%60-1	137,7	169,8	196,5	198,1
%60-2	135,9	169,8	194,4	196,1

Tablo 4.13 28 Günlük Kılcal Su Emme

Numune Tipleri	28 Günlük Kılcal Su Emme Miktarı (gr)			
	0 dk.	10 dk.	100 dk.	1440 dk.
%25-1	122,2	174,2	182,5	Eridi
%25-2	125,7	177,3	186,1	Eridi
%40-1	96,1	163,4	172,2	Eridi
%40-2	105,4	175,5	185,2	Eridi
%60-1	91,3	159,3	169,9	Eridi
%60-2	88,4	155	164,7	Eridi

4.2.2.4. Sertleşmiş Harcın Alt Tabakaya Yapışma Dayanımı Tayini

Yapışma dayanımı, alt tabaka üzerine uygulanmış harcın yüzeye dik olarak doğrudan yük uygulanmasıyla, TS EN 1015-12'e uygun biçimde, belirlenmiştir. Çekme yükü, harç yüzeyindeki deney alanına yapıştırılan çekme plakası vasıtasıyla uygulanmıştır. Deneyin yapılma amacı uygulama harcının çekirdek yapıya yapışması hakkında bilgi edinmektir.

Alt tabaka olarak, Lafarge Entegre Laboratuvarında test edilen harç ve sıvalar için de kullanılan, 50*50*5cm'lik beton paneller kullanılmıştır. Taze harç alt plakaya yaklaşık 10mm olacak şekilde uygulanmıştır.(Şekil 4.19.) İç çapı 50mm olan kesik konik şekilli halkalar, harç tabakası uygulandıktan ve priz başladıktan sonra, taze harç üzerine keskin kenarları gelecek şekilde alt tabakaya değinceye kadar bastırılmıştır.(Şekil 4.20.) Bastırılan halkalar arasındaki mesafenin 5cm'den büyük olmasına dikkat edilmiştir. Mevcut halkalar daha sonra dikkatli bir biçimde



Şekil 4.19. Alt Tabakaya Harcın Uygulanması



Şekil 4.20. Halkaların Alt tabaka Üzerindeki Harca Batırılması

yerlerinden çıkarılmışlardır.

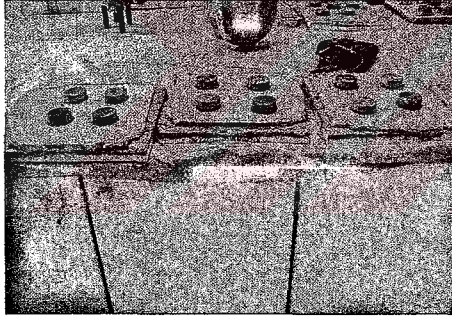
Taze harç sertleştikten sonra her karışım oranı için üretilen toplam 3 plaka yapışma dayanımı tayinin yapılacağı güne dek %65 bağıl nem ve 20 derece sıcaklığa sahip etüvde tutulmuştur. Yapışma dayanımı tayinin yapılacağı gün, çekme plakaları, deneyin uygulanacağı dairesel alanlara, epoksi reçinası kullanılarak yapıştırılmıştır.



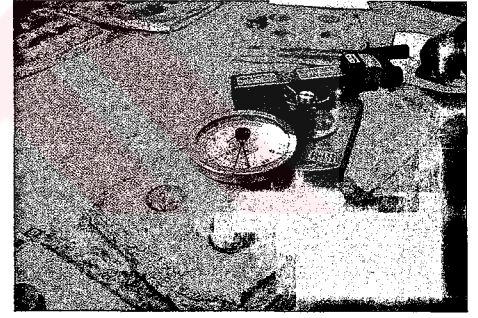
Şekil 4.21. Yapışma Dayanımı Numuneleri



Şekil 4.22. Çekme Alanlarına Plakaların Takılabilmesi İçin Reçine Uygulaması



Şekil 4.23. Çekme Plakaları Takılmış Numuneler



Şekil 4.24. Numunelerin Yapışma Dayanımlarının Belirlenmesi

Yapıştırma işleminden yaklaşık 4 saat sonra çekme plakaları sayesinde çekme alanlarına, yükleme hızlarına dikkat ederek, dik kuvvet verilmiş ve harçların yapışma dayanımları belirlenmiştir.(Şekil 4.21., Şekil 4.22., Şekil 4.23., Şekil 4.24.)Yapışma dayanımı deneyinde Aderans Controlab markalı max 5 kN kapasiteli makine kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 4.14’de görülmektedir.

Tablo 4.14 Sertleşmiş Harçların Yapışma Dayanımları

Karışım Oranı	7 Günlük Yapışma Dayanımları (N/mm ²)				ORT (N/mm ²)
25%	-	0,41	0,46	0,48	0,45
40%	0,15	0,2	0,18	0,23	0,19
60%	0,1	0,1	0,1	-	0,45
Yapışma Dayanımı Uygulama Alanı 1960mm ² 'dir					

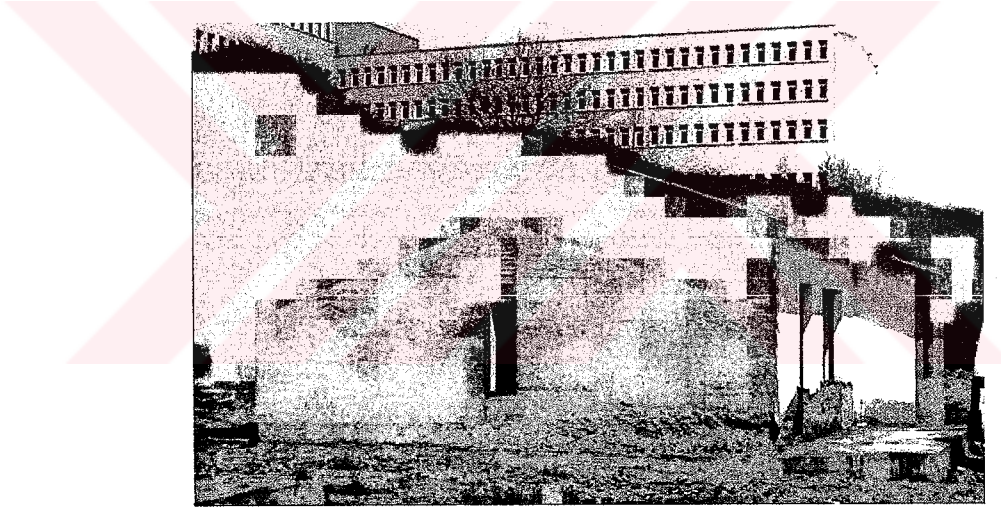
4.3. Sonuç

Kullanılacak onarım harcının karışım oranının, taze harç hava muhtevasının, eğilmede çekme, basınç ve alt tabakaya yapışma dayanımlarının diğer karışım oranlarına sahip numunelerden daha yüksek olarak tespit edilmesi ve kılcal su emme değerlerinin de daha düşük olması sebebiyle, %25 olmasına karar verilmiştir.

5.ÖNERİLEN HARCIN HASARLI BÖLGEDE UYGULANMASI

5.1. Uygulamada Kullanılan Yapı

Uygulamada kullanılan yapı İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi'nde yürütülmekte olan Kerpiç Yapı Teknolojisi araştırmasının TÜBİTAK İntag Toki 622 nolu aşamasıdır. Alçı katkılı kerpiç yapı malzemesinin toplu konuta kazandırılması amacıyla TÜBİTAK'ın desteklediği, Toplu Konut İdaresi'nin (TOKİ) kaynak sağladığı ve Doç. Dr. Bilge Işık tarafından yürütülen bir araştırma kapsamında inşa edilmiştir[4]. Yapı, İ.T.Ü. Maslak Kampüsü içinde Trisonik Laboratuvarının yanında yer almaktadır.(Şekil 5.1.)



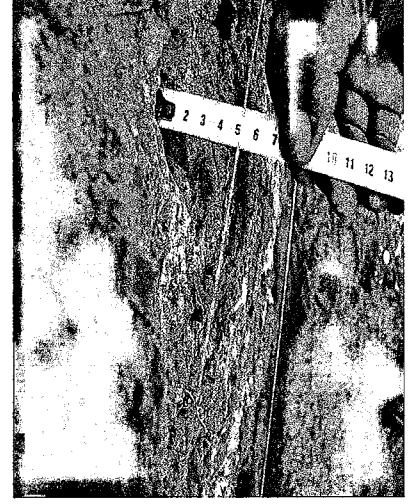
Şekil 5.1. Alker (Alçı katkılı kerpiç) deneme yapısı

Yapının duvarları dökme metodu ile inşa edilmiştir. Alker malzemesi temel araştırma Tübitak Mag 505'te tanımlandığı gibi toprağa ağırlıkça %2 kireç, %10 alçı ve %22 su ile karıştırılmasıyla hazırlanmıştır.. Yapının zemine oturan döşemesi ve çatı döşemesi betonarmedir. Tavan döşemesi dışta 45 cm ve içte 30 cm duvarların üstüne oturmaktadır. Ön cephede çatı saçak uzunluğu 40 cm kadardır.

Duvar alt bölgelerinde (zeminden yaklaşık 1 m kadar yükselen) su sıçraması nedeniyle oluşmuş yer yer 9-10 cm'ye ulaşan aşınmalar ve oyulmalar gözlenmiştir. (Şekil 5.2,Şekil 5.3.) Suyun oluşturduğu hasarların yanı sıra duvar bünyesinde karıncalanma ve bitki oluşumu da görülmektedir.(Şekil 5.4.,Şekil 5.5.)



Şekil 5.2. Aşınmaya uğrayan bölge



Şekil 5.3. Hasarlı yüzeyde aşınmaların derinlikleri



Şekil 5.4. Hasarlı yüzeyden bitkilerin sökülmesi



Şekil 5.5. Hasarlı yüzey zemininin temizlenmesi

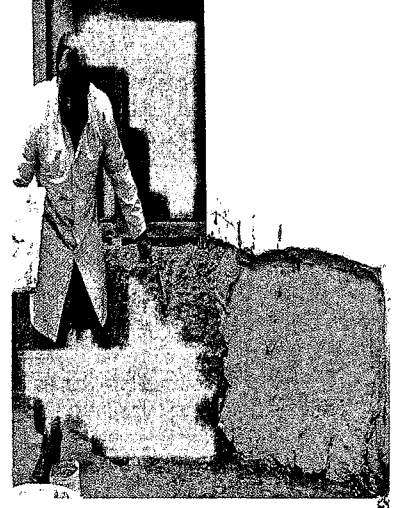
5.2. Onarım Harcının Duvarda Uygulanması

Uygulama öncesi duvarda biten ve duvara zarar veren bitkiler dikkatli bir biçimde kökleriyle beraber kaldırılmış ve harcın duvara yapışabileceği sağlam bir zemin sağlayabilmek amacıyla duvar yüzeyi kırıntı ve döküntülerden temizlenmiştir. Daha sonra temizlenen duvar yüzeyi, harcın duvara daha iyi yapışabilmesi için bir miktar ıslatılmıştır. %25 karışım oranına sahip harç bir leğen içinde elle karıştırılmış ve mevcut alçı sıvanın çekirdek yapıyla birleştiği yüzey seviyesine kadar mala ile

uygulanmıştır.(Şekil 5.6.,Şekil 5.7.) Harcın duvara uygulanması Lafarge-Entegre tesisleri uzman ve ekipmanlarıyla gerçekleştirilmiştir.



Şekil 5.6. Harcın hazırlanması



Şekil 5.7. Harcın aşınan yüzeye uygulanması

5.3. Sonuç

Önerilen harcın hasarlı bölgeye uygulanmasında, hasarlı bölge yüksekliğinin 50 cm'ye yakın oluşu ve genişliğinin de 3 ila 4 cm arasında kalmasından ötürü, kiremit veya benzeri bir donatıdan oluşturulabilecek destekler kullanılamamıştır. Uygulamada herhangi bir güçlükle karşılaşılmamış ve onarım oldukça kolay ve hızlı bir biçimde tamamlanmıştır. Onarım harcı duvara oldukça iyi yapışmış ve onarım bölgesinde herhangi bir çatlığa rastlanmamıştır.

Y.C. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ

6. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

- Amaç, Türkiye için uygun bir yapı tipi olan kerpiç yapıların, geleneksel yapı malzemeleri ve teknikleri ile birlikte günümüz yapı malzeme ve teknikleri de kullanılarak, üretim, onarım ve bakımlarının yapılabilceğini göstermek ve insanları kerpiç yapılara teşvik edebilmektir. bu noktadan hareketle alçı bağlayıcılı hazır sıva ile toprak karışımının hasarlı kerpiç yapılarda onarım harcı olarak kullanılabilmesi için deneysel bir araştırma yapılmıştır.
- Yapılan araştırmada özellikleri bilinen alçı bağlayıcılı hazır sıva(Alçımatik) ile belirli oranda toprağın karıştırılmasıyla bir harç oluşturulmuştur. Önerilen harç, hasarlı kerpiç yapıların dış kabuklarında kullanıcı tarafından güvenle ve rasyonel bir biçimde kullanılabilir.
- Araştırmada, önerilen onarım harcının ekonomik ve uygulanabilir olabilmesi amacıyla maksimum toprak oranına ulaşmak istenmiştir. Ağırlıkça %25, %40 ve %60 toprak oranlarına sahip numunelerin sırası ile taze harç hava muhtevası, yaş birim ağırlığı, eğilmede çekme dayanımı, basınç dayanımı, kılcal su emmesi ve alt tabakaya yapışma dayanımı (aderans) tespit edilmiştir. Yapılan deneyler ışığında harcın içine girecek toprak miktarının ağırlıkça %25 olmasına karar verilmiştir.
- Önerilen harç, Alker Deneme yapısının dış kabuğunda, yedi sene içinde oluşan, aşınma hasarının onarımı için uygulanmıştır. Onarım harcının duvara kolay uygulanabilir olduğu ve iyi yapıştığı görülmüştür. Geçen süre zarfında onarım bölgesinde herhangi bir bozulma görülmediği tespit edilmiştir. Bu ise, önerilen harcın uygulanabilir bir onarım harcı olduğunu göstermektedir.
- 40 kg' lık paketler halinde satılan Alçımatik Mayıs 2002 itibariyle 120.500 kg/Türk Lirasıdır(0,086 kg/USD). Ortalama 4 cm derinliğe ve 1 m² alana sahip aşınma bölgesinin onarımı için 0,04 m³ onarım harcı kullanılır. Bu miktardaki malzemenin maliyeti ise yaklaşık 5.850.000 Türk Lirasıdır.

- Onarım harcının, mala ile uygulanabildiği gibi, püskürtme makinesi kullanılarak da uygulanabileceği düşünülmektedir. Harç içindeki maksimum tane boyutunun 2mm olması uygulamanın püskürtme makinesiyle gerçekleşmesine olanak sağlar. Püskürtme makinesinin kullanımı, onarım harcının duvara daha kuvvetli bir biçimde yapışmasını sağlayabilir. Ayrıca uygulama süresi ve işçiliğini de minimuma indirebilir.
- Bu araştırmanın kerpiç yapı onarımında kullanılabilecek diğer onarım harçları ve malzemelerinin araştırılmasına öncü olmasını diliyoruz.



KAYNAKLAR

- [1] Ashurst, J. and Ashurst, N., 1990. Brick, Terracotta and Earth, Gower Technical Press, Hants.
- [2] Ashurst, J. and Ashurst, N., 1990. Mortars, Plasters and Renders, Gower Technical Press, Hants.
- [3] Pearson, T.G., 1992. Conservation of Clay and Chalk Buildings, Donhead Publishing, London.
- [4] Işık, B., Akın, A., Kuş, H., Çetiner, İ., Göçer, C., Arıoğlu, N., 1995. Alçı Katkılı Kerpiç Yapı Malzemesine Uygun Mekanize İnşaat Teknolojisinin ve Standartlarının Belirlenmesi, *TÜBİTAK, İNTAG TOKİ 622*, İstanbul.
- [5] TS EN 1015-3, 2000. Kagit Harcı – Deney Metodları – Bölüm 3: Taze Harç Kıvamının Tayini (Yayılma Tablası İle), *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [6] TS EN 1015-11, 2000. Kagit Harcı – Deney Metodları – Bölüm 11: Sertleşmiş Harcın Basınç ve Eğilme Dayanımının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [7] TS EN 1015-12, 2000. Kagit Harcı – Deney Metodları – Bölüm 12: Sertleşmiş Sıva ve Örgü Harcının Alt Tabakaya Yapışma Dayanımının Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [8] TS EN 1015-7, 2000. Kagit Harcı – Deney Metodları – Bölüm 7: Taze Harcın Hava Muhtevası Tayini, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [9] TS 1481, 1988. Sıva Yapım Kuralları- Bina Dış Yüzeylerinde Kullanılan, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [10] TS 2515, 1985. Kerpiç Yapıların Yapım Kuralları, *Türk Standartları Enstitüsü*, Ankara.
- [11] Warren, J., 1999. Conservation of Earth Structures, Butterworth – Heinemann, London.
- [12] Toydemir, N., Gürdal E. ve Tanaçan L., 2000. Yapı Elemanı Tasarımında Malzeme, Literatür Yayınları, İstanbul
- [13] Houben, H. and Guillard H., 1989. Earth Construction, Intermediate Technology Publications, London
- [14] Işık, B., 2000. Alker Yapılar 1983 –2000 , İstanbul.
- [15] Kafescioğlu, R., Gürdal, E., 1985. Çağdaş Yapı Malzemesi Alker , Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı Enerji Dairesi Başkanlığı, Shell, İstanbul

- [16] **Eriç, M.**, 1980. Kerpiç Eski Evlerin Onarımı ve Korunmasında bir Araştırma, *Üçüncü Uluslararası Kerpiç Koruma Sempozyumu*, Ankara, 29 Eylül-4 Ekim 1980, s. 79-86
- [17] **Gündüz, Z.**, 1988. Bağlayıcı Olmayan Katkı Maddeleri ile Kilden Kerpiç İmalinin Mühendislik Özellikleri, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [18] **Gündüz, G.N.**, 1999. Kerpiç Yapılarda Sıva İle Dış Yüzey Korunması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- [19] **Tanrıverdi, C.**, 1984. Alçılı Kerpicing Üretim Olanaklarının Araştırılması, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul
- [20] **UNITED NATIONS**, 1961. Soil – Cement Its Use In Buildings, Department of Economic and Social Affairs, New York.
- [21] **Kafesçioğlu, R.**, 1980. Yapı Malzemesi Olarak Kerpicing Alçı İle Stabilizasyonu, TÜBİTAK MAG 505, İstanbul.
- [22] **Gürdal, E.**, 1980. Kuzey ve Orta Anadolu Alçıları Üzerine Bir Araştırma, *Doktora Tezi*, İ.T.Ü. Mimarlık Fakültesi, İstanbul.
- [23] **Kömürcüoğlu, E.A.**, 1962. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç ve Kerpiç İnşaat Sistemleri, İstanbul Teknik Üniversitesi , İstanbul.
- [24] **Başgelen, N.**, 1993. Çağlar Boyunca Anadolu ‘ da Duvar, Arkeoloji ve Sanat Yayınları, İstanbul.
- [25] **United Nations for Human Settlements (Habitat)**, 1988. A Compendium of Information on Selected Low-Cost Building Materials, Nairobi.
- [26] **Marechaux, P., Marechaux, M.**, 1997. Impressions Of Yemen, Flammarion, Paris.
- [27] **Feilden, B.M.**, 1994. Conservation Of Historic Buildings, Butterworth – Heinemann, London.
- [28] **Saatçioğlu, Ö.N.**, 2000. Ekolojik Yapı Sistemleri Saman Yapılar, *Yüksek Lisans Tezi*, İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

ÖZGEÇMİŞ

İnşaat Mühendisi Umut Almaç 1978 yılında Sivas ‘da doğdu, ilköğrenimini Sivas Gazi Osman Paşa İlkokulu ‘nda tamamladı, 1995 ‘de Sivas Selçuk Anadolu Lisesi ve 1999 ‘da İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi İnşaat Mühendisliği Bölümü ‘nden mezun oldu. Halen İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Mimarlık Ana Bilim Dalı Yapı Bilgisi Programında “ Kerpiç Mimari Yapı Kültürünün Korunması Amacıyla Toprak ve Alçı Bazlı Sıvadan Oluşan Onarım Sıvası Uygulaması “ konusu üzerine yüksek lisans eğitimini sürdürmektedir.

