

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAFRANBOLU EVLERİNDE KULLANILAN KERPIÇ
MALZEMENİN YÜKSEK FIRIN CÜRUFU İLE
İYİLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Aylin GÜRFİDAN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ
Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ
Tez Danışmanı : Prof. Dr. Kemalettin YILMAZ

Aralık 2006

T.C.
SAKARYA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**SAFRANBOLU EVLERİNDE KULLANILAN KERPIÇ
MALZEMENİN YÜKSEK FIRIN CÜRUFU İLE
İYİLEŞTİRİLMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

İnş.Müh. Aylin GÜRFİDAN

Enstitü Anabilim Dalı : İNŞAAT MÜHENDİSLİĞİ

Enstitü Bilim Dalı : YAPI MALZEMESİ

Bu tez 24 / 01 / 2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Oybirliği ile kabul edilmiştir.

Prof. Dr. Kemalettin YILMAZ
Jüri Başkanı

Prof. Dr. Ahmet APAY
Üye

Yrd. Doç. Dr. Mansur SÜMER
Üye

İÇİNDEKİLER

TEŞEKKÜR.....	ii
İÇİNDEKİLER	iii
RESİMLER LİSTESİ.....	vi
ŞEKİLLER LİSTESİ	ix
TABLolar LİSTESİ.....	x
ÖZET.....	xi
SUMMARY.....	xii
BÖLÜM 1.	
GİRİŞ.....	1
1.1. Tarihçe.....	1
BÖLÜM 2.	
SAFRANBOLU EVLERİNİN MİMARİ ÖZELLİKLERİ.....	3
2.1. Zemin Kat.....	4
2.2. Odalar.....	4
2.3. Mutfak	4
BÖLÜM 3.	
SAFRANBOLU EVLERİNİN YAPIM YÖNTEMLERİ.....	10
3.1. Temel.....	10
3.2. Zemin Kat.....	10
3.3. Üst Katlar.....	11
3.4. Döşemeler.....	14
3.5. Sıva ve Badana.....	14
3.6. Çatı.....	15

3.7. Yapı Ustaları.....	15
3.8. Yapı Mevsimi.....	15
BÖLÜM 4.	
SAFRANBOLU EVLERİNDE KULLANILAN KERPIÇ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ.....	17
4.1. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç.....	17
4.2. Yapı Malzemesi Olarak Kerpicingin Avantajları.....	18
4.3. Yapı Malzemesi Olarak Kerpicingin Dezavantajları.....	20
BÖLÜM 5.	
KERPIÇ NİTELİKLERİNİN İYİLEŞTİRİLMESİ.....	21
5.1. Toprak Seçimi.....	22
5.2. Saman ve Benzeri Lifler Katılması.....	22
5.3. Alçı Katılması (Alker).....	25
5.4. Toprak İçindeki Agrega Gronülometrisinin İyileştirilmesi.....	29
5.5. Kerpicingin Sıkılaştırılması.....	29
5.6. Geogrid Kullanılması.....	30
5.8. Puzolonik Malzemelerin Kullanılması.....	30
5.8.1. Doğal puzolanlar.....	31
5.8.2. Yapay puzolanlar.....	32
BÖLÜM 6.	
KERPIÇ YAPILARDA MEYDANA GELEN HASARLARIN NEDENLERİ	40
6.1. Suyun Etkileri.....	40
6.1.1. Zeminden yükselen nem problemi.....	40
6.1.2. Yağmur suyu etkisi.....	41
6.1.3. Havadaki su buharından kaynaklanan problemler.....	41
6.2. Bitki Gelişim.....	43
6.3. Rüzgar.....	44
6.4. Deprem Etkileri.....	44
6.5. Duman, Gazlar, ve Hava Kirliliği.....	45

BÖLÜM7.	
KERPİÇ YAPILARDA MEYDANA GELEN HASARLARIN KORUNMASI.....	47
7.1. Nem ve Su Etkilerine Karşı Koruma Yöntemleri.....	50
7.2. Yapı Strüktürü.....	53
BÖLÜM 8.	
DENEYSEL ÇALIŞMALAR.....	55
8.1. Toprağın Hazırlanması.....	56
8.2. Karışımların Hazırlanması.....	57
8.3. Deneysel Sonuçları.....	60
BÖLÜM 9.	
DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ.....	81
KAYNAKLAR.....	84
EKLER.....	88
ÖZGEÇMİŞ.....	98

RESİMLER LİSTESİ

Resim 3.1.	Yeni Döneme Ait Bir Çatki Örneği.....	13
Resim 3.2.	Eski Döneme Ait Bir Çatki Örneği.....	13
Resim 8.2.1.	Numunelerin Alt Yüzeylerinin Suya Konulmuş Hali....	59
Resim 8.2.2.	Numunelerin Basınç Değerlerinin Ölçülmesi.....	59
Resim 8.3.1.	Alker numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi	67
Resim 8.3.2.	Alker+%10YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	67
Resim 8.3.3.	Alker+%20YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	68
Resim 8.3.4.	Alker+%30YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	68
Resim 8.3.5.	Alker+%50YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	69
Resim 8.3.6.	Toprak+%10YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	69
Resim 8.3.7.	Toprak+%20YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	70
Resim 8.3.8.	Toprak+%20YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	70
Resim 8.3.9.	Toprak+%50YFC numunesinde 30 dak sonra su yükselme seviyesi.....	71
Resim 8.3.10.	Alker numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi	71
Resim 8.3.11.	Alker+%10YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	72
Resim 8.3.12.	Alker+%20YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	72

Resim 8.3.13.	Alker+%30YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	73
Resim 8.3.14.	Alker+%50YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	73
Resim 8.3.15.	Toprak+%10YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	74
Resim 8.3.16.	Toprak+%20YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	74
Resim 8.3.17.	Toprak+%30YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	75
Resim 8.3.18.	Toprak+%50YFC numunesinde 90 dak sonra su yükselme seviyesi.....	75
Resim 8.3.19.	Alker numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	76
Resim 8.3.20.	Alker+%10YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	76
Resim 8.3.21.	Alker+%20YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	77
Resim 8.3.22.	Alker+%30YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	77
Resim 8.3.23.	Alker+%50YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	78
Resim 8.3.24.	Toprak+%10YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	78
Resim 8.3.25.	Toprak+%20YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	79
Resim 8.3.26.	Toprak+%30YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	79
Resim 8.3.27.	Toprak+%50YFC numunesinde 1440 dak sonra su yükselme seviyesi.....	80
Resim Ek.A1.	Safranbolu Evlerinin Genel Görünüşü.....	88
Resim Ek.A2.	Safranbolu Evlerinin Genel Görünüşü.....	88

Resim Ek.A3.	Arsanın yeterli olduğu Bağlar mevkiinde alt ve üst katların aynı düzen içinde olduğu bir ev.....	89
Resim Ek.A4.	Arazinin engebeli parsellerin düzgün olmadığı şehir içinde farklı düzen içinde olduğu bir ev.....	89
Resim Ek.A5.	Şehirde bir çıkmaz sokak.....	90
Resim Ek.A6.	Engelibeli arazide, Karaosmanların Şehir Evi.....	90
Resim Ek.A7.	Cinci Han.....	91
Resim Ek.A8.	Cinci Hamamı.....	91
Resim Ek.A9.	Tipik bir Safranbolu Evi.....	92
Resim Ek.A10.	Tipik bir Safranbolu Evi.....	93
Resim Ek.A11.	Safranbolu Evlerinde Geleneksel Pencereleler.....	94
Resim Ek.A12.	Safranbolu Evlerinde Tipik Kapı Tokmakları.....	94
Resim Ek.A13.	Kaymakamlar Evi.....	95
Resim Ek.A14.	Mümtazlar Konağı.....	95
Resim Ek.A15.	Safranbolu Evinde giriş katından (hayat) bir görünüş...	96
Resim Ek.A16.	Safranbolu Evinde giriş katında oluşturulan konsol kiriş.....	96
Resim Ek.A17.	Safranbolu Evinde gliste.....	97
Resim Ek.A18.	Safranbolu Evinde açık sofa.....	97

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 2.1.	Safranbolu Evi Mimarisi Hacı Salih Paşa Bağ Evi.....	5
Şekil 2.2.	Safranbolu Evi Mimarisi Taşatarlar Şehir Evi.....	6
Şekil 2.3.	Safranbolu Evi Mimarisi Arap Hacılar Şehir Evi.....	7
Şekil 2.4.	Safranbolu Evi Mimarisi Kabakçılar Bağ Evi.....	8
Şekil 2.5.	Safranbolu Evi Mimarisi Kaymakamlar Şehir Evi.....	9
Şekil 3.1.	Eski Döneme Ait Bir Çatki Yöntemi.....	11
Şekil 3.2.	Yeni Döneme Ait Bir Çatki Yöntemi.....	12
Şekil 8.3.1	Basınç dayanım değerleri.....	65
Şekil 8.3.2.	30. Dak su emme değerleri.....	65
Şekil 8.3.3	90. Dak su emme değerleri.....	66
Şekil 8.3.4.	1440. Dak su emm değerleri.....	66

TABLolar LİSTESİ

Tablo 3.1.	Yapılan analiz sonucu numunelerin bağlayıcı ve agrega değerleri.....	15
Tablo 4.1..	Kerpiç Malzemelerinin Yangındaki Davranışı.....	19
Tablo 5.1.	Geleneksel ve Alçı Katkılı Kerpiç Yapım Teknolojilerinin Karşılaştırılması.....	27
Tablo 8.1.1.	Toprak İçindeki Ph, Tuz ve Ca CO ₃ Oranları.....	57
Tablo 8.2.1.	Karışım Numaraları ve Karışımdaki Malzeme Miktarları...	58
Tablo 8.3.1.	Alker İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları..	60
Tablo 8.3.2	Alker+%10YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	60
Tablo 8.3.3.	Alker+%20YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	61
Tablo 8.3.4.	Alker+%30YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	61
Tablo 8.3.5.	Alker+%50YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	62
Tablo 8.3.6.	Toprak+%10YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	62
Tablo 8.3.7.	Toprak+%20YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	63
Tablo 8.3.8.	Toprak+%30YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	63
Tablo 8.3.9.	Toprak+%50YFC İçin Yapılan Basınç ve Su Emme Deney Sonuçları.....	64
Tablo 8.3.10.	Tüm Karışımların Basınç Dayanımları ve Su Emmelerinin nispi değerleri.....	64

ÖZET

Anahtar kelimeler: Safranbolu Evleri, Yüksek Fırın Cürufu, Toprak, Kerpiç, Alker

Yapı malzemesi olarak kerpiç, basit ifadesiyle çamurun, insan tarafından kullanılma tarihi, kendi mevcudiyeti kadar eskidir. Mağaralardan kurtulan ilk insan, varlığını korumak için kendine bir barınak yapma ihtiyacını hissettiği zaman, taş, toprak, su ve ağaç gibi en tabii malzemeleri bulmuş ve onları kullanmıştır.

Kerpiç hammaddesi kolay bulunabilen, geri dönüşümlü, ekonomik, üretilirken çevreye zarar vermeyen, ısı konforu sağlayan bir malzemedir. Bu çalışmanın çıkış noktası Safranbolu evlerinde kullanılan kerpiç malzemenin günümüze kadar gelmiş olmasıdır. Bu çalışmanın amacı da Safranbolu evlerinde kullanılan kerpicin özelliklerini iyileştirerek restorasyon amacıyla ve uygulamaya yönelik çalışmalarda kullanılabilmesini sağlamaktır.

Çalışma dokuz ana başlık altında incelenmiştir. Giriş bölümünde, Safranbolu'nun tarihi kısaca anlatılmıştır. İkinci bölümde Safranbolu evlerinin mimari yapıları üçüncü bölümde ise yapılış yöntemlerinden bahsedilmiştir. Dördüncü bölümde Safranbolu evlerinde kullanılan kerpiç malzemenin avantajları ve dezavantajları anlatılmıştır. Beşinci bölümde ise kerpiç niteliklerinin iyileştirilmesi ile ilgili yapılmış olan çalışmalardan bahsedilmiştir. Altıncı ve yedinci bölümlerde ise kerpiç yapılarda çeşitli etkenlerle oluşan hasarlar ve bu hasarların onarılması yöntemlerine değinilmiştir. 8. bölümde ise kerpiç malzemeye, belli oranlarda yüksek fırın cürufu ekleyerek üretilen kompozit numunelere basınç ve su emme deneyleri yapıldıktan sonra en uygun karışım oranı tespit edilmiştir. Bölüm 9 'da ise deney sonuçları incelenerek, yorumlanmış ve uygun karışımın ne olması gerektiği verilmiştir.

A RESEARCH ON IMPROVEMENT OF ADOBE MATERIAL USED IN SAFRANBOLU HOUSES BY USING BLAST FURNACE SLAG

SUMMARY

Key Words: Safranbolu Houses, Blast Furnace Slag, Soil, Adobe, Alker

The history of adobe, which is used as a structure material by the human being is as old as its own existence. The primitive human who first left the cave found and used the natural materials such as stone, soil, water and wood when s/he needed to build a shelter in order to keep his/her existence.

Adobe is a material which have easily-found raw material, is recycled, economical, harmless to the enviroment while being produced and provides heat isolation. This research is based on the fact that adobe materials used in Safranbolu houses have kept their existence up tiill now.

The research has been done under eight main titles, the history of Safranbolu is given shortly in the introduction part. In the second part the architectural structures of the Safranbolu houses and in the third part their construction methods are mentioned. In the fourth part the advantages and disadvantages of the Safranbolu houses were explained and in the fifth part the works that made by the improvement of the adobe quality was explained. Next sixth and seventh parts damages that happened by the different ocasioness and their repairment tecniques were investigated. At the end, pressure and water absorbing experiments were done that composed by the using blast furnace slag to the adobe. After that the most suitable mixture rate were found. In nine part the result of the test is examined and interpreted more over proper mixture and question of what the proper mixture would be is examined.

BÖLÜM 1. GİRİŞ

Safranbolu, Kuzeybatı Karadeniz Bölgesi'nde Karabük iline bağlı bir ilçedir. Karadeniz ve İç Anadolu iklimi arasında bir geçiş kuşağındadır. Kara iklimi özelliklerinden şiddetli kışlar ve kurak yazlar görülmez [1].

1.1. Tarihçe

Türkler' in Anadolu'ya gelmesinden sonra Safranbolu tarihi, Kastamonu tarihine bağlı olarak gelişir. 12. yy ın başında bu bölgede bulunan Danişment' liler zamanında Türkler'in eline geçmiştir. Sonra tekrar Bizans'a geçmiş 13.yy başlarında Çobanoğulları buraya yerleşmiştir. Çobanoğulları önce Selçuklulara sonra İlhanlılara bağlı kalmıştır. 13.yy sonlarında Kayı boyundan olan Candaroğulları Eflani'de kurulmuş önce Selçuklulara sonrada İlhanlılara bağlı kalmıştır.15.yy başlarında bir süre bağımsız kaldıktan sonra Osman'lılara 1461 yılına kadar bağlı kalarak egemenliğini sürdürmüştür. Kentin o dönemdeki adının Zalifre veya Zalifra olduğu sanılıyor. Bütün bu dönemlerde merkez hep Kastamonu olmuştur. Safranbolu Osmanlı döneminde de uzun bir süre Taraklı-Borlu adıyla anılmış. 18.yy dan sonrada Zağfiran-Borlu daha sonrada Zağfiranbolu denilmiştir. Rumlar ise Safranpolis veya Teadorapolis demişlerdir [1].

Kentin ününü oluşturan Safranbolu evleri 18. ve 19. yy Türk toplumunun geçmişini, kültürünü, ekonomisini ve yaşam biçimini yansıtan mükemmel mimarlık bilgisi ile yapılmıştır. Yaklaşık 2000 geleneksel Türk evi bulunmaktadır. Bu evlerin 800 kadarı yasal koruma altındadır. Safranbolu'yu ülkemizde ve dünyada ön plana çıkaran en önemli unsur Türk mimarisi tarzındaki Safranbolu evleridir. Bu evler bir yandan kentsel konumlarıyla diğer yandan mimarileriyle dikkate değerdirler. Başka bir anlatımla Safranbolu evleri yüzlerce yıllık bir süreçte oluşan Türk kent kültürünün günümüzde yaşamaya devam eden en önemli yapı taşlarıdır.

Safranbolu'nun Osmanlı döneminde kayıtlı yazılı belgeler pek rastlanılmamıştır. Ama tarihi yapılara bakarsak bazı isimler ön plana çıkıyor. Bunlardan Cinci Hoca, Köprülü Mehmet Paşa, İzzet Mehmet Paşa, Safranbolu'da eserler bırakmıştır. Safranbolu içinde Bizans dönemine ait yapı kalıntısı olduğu bilinmiyor. Kıranköy'de Aya Stefanos Kilisesi (Ulucami) belki de Theodara tarafından yaptırılmıştır. Türk'lere ait kalıntılar Candaroğulları döneminden başlamaktadır [1].

BÖLÜM 2. SAFRANBOLU EVLERİNİN MİMARİ ÖZELLİKLERİ

Safranbolu'nun rahat ekonomik düzeni onlara ikinci bir ev yapma olanağını veriyordu. Safranbolular yazı Bağlar diye bilinen daha yüksek kotta bulunan mahallelerindeki yazlık evlerinde geçirirlerdi [2].

Safranbolu evlerinin çevreye saygılı olarak tasarlandığı günümüz mimarlarınca sıklıkla vurgulanır. Doğa-insan-ev, sokak-ev, sokak-çarşı ilişkileri son derece düzenli ve dengelidir. Çevreye olduğu kadar komşuya 'da saygı egemendir. Hiçbir ev diğerinin görüşünü engellemez. Fonksiyonel olarak tasarlanan evlerin yapımında taş, kerpiç, ahşap ve alaturka kiremit kullanılmıştır. Sokaklar arnavut kaldırımından yapılmıştır. Evin oturduğu arsa ne şekilde olursa olsun üst katlarda Uygun geometri mutlaka sağlanmıştır. Safranbolu evlerindeki çıkmalar evin dış görünümünü tek düzelikten kurtardığı gibi bu çıkmaların yanında yer alan pencereler sedirde oturanların sokağı görmesine olanak sağlar. Bahçeler sokaktan taş duvarlarla ayrılmıştır. Çift kanatlı büyükçe kapılarla bahçeye bazen de doğrudan eve girilir. Kapılar dövme demirden iri başlı çivileri, kabarık süslü halkalıkları, çarşıda hala yapımı süregelen kocaman demir kilitleri vardır. Tek kanadı açıldığında insan ve binek hayvanı geçer [1].

Evlerin pencereleri çok özel biçimde tasarlanmış olup dar ve uzuncadır. Ahşap kanatlı pencerelerde ayrıca "muşabak" denilen kafesler bulunur. Pencere sayıları oda büyüklüğüne göre değişmekle birlikte genellikle fazladır. Bu hem içten geniş bir görünüm sağlar, hem dıştan evin görünümüne güzellik kazandırır [3].

Zemin kattan üst katlara, ahşap ustalığının üstün örneklerini sergileyen merdivenlerle çıkılır. İkinci kat diğer katlara oranla daha basıktır. Mutfak olarak ayrılan oda orta

kattadır. Gündelik yaşam orta katta geçer. Kışın bu katın ısıtılması daha kolay olur. Üçüncü kat Safranbolu evinde mükemmelliğe varılan son noktadır. Bu katta tavanlar daha yüksektir. Bütün odalar sofaya (çardak) açılır. Odaların giriş kapıları köşelerdedir. Sofalar ve odaların tavanları ahşap süslemelerle kaplıdır [1].

Ahşap yakın çevredeki ormanlardan temin edilmektedir. Özellikle Safranbolu'nun batısı ağaç çeşitleri bakımından zengindir. Safranbolu'nun batısında, kavak ve meşe, kuzey batısında köknar, sarıçam ve kayın, Araç Çayı'nın güneyindeki dağlarda, kızılçam ağaçları bulunur [4].

2.1. Zemin Kat

Zemin kat evin temelini oluşturur. Kapıdan girilen yere hayat denir. Zemini çoğunlukla toprak olup ara sıra bakımı yapılır. Bu bakımda su ve saman serpilerek dövülür. Bu bölüm eğer taş kaplıysa taşlık denir. Burada ışık almayı sağlayan ve aynı zamanda odunların dizilerek hava akımıyla kurutulduğu düşey çubuklara giliste denir. Kafesle bazen iki yönde üst üste çakılmıştır. Zemin katlarda ayrıca ahırlar, büyük kazan ocakları, ve ambarlar bulunur [5].

2.2. Odalar

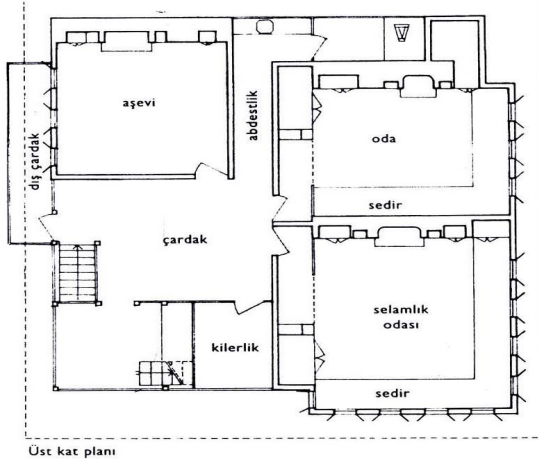
Evin en önemli ögesi odalarıdır. Evin her odasında oturulabilir, yatılabilir, yıkanabilir, yemek yenilenebilir ve hatta yemek pişirilebilir. Her odada sedir düzeni ve çoğu zaman ocak bulunur. Oda yan duvarlarında ahşap dolaplar yer alır. Bu nitelikler bütün odalarda aynıdır. Ölçüler değişebilir fakat nitelikler değişmez. Orta kat odaları daha çok gündüz oturmaya ve çalışmaya ayrılmıştır. Üst kat odaları gelinlere, misafir yatmasına ve genel anlamda yatak odası olarak kullanılmaya ayrılır [1].

2.3. Mutfak

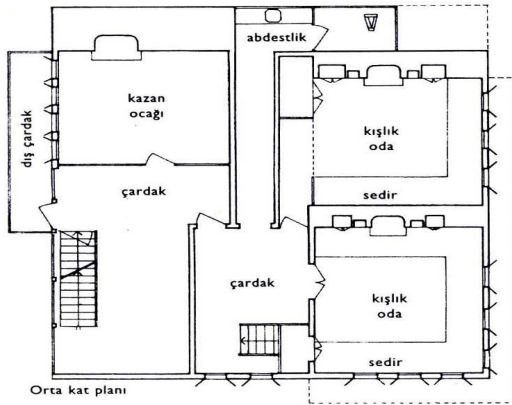
Safranbolu'da yemek hazırlama işlemi aşevi adı verilen belirli bir odada yapılır. Bu oda gerektiğinde yatak odası olarak ta kullanılabilir. Mutfak ile selamlık arasında

yemek servisinde kullanılan silindirik bir ahşap dönme dolap yer alır. Aşevinin diğer odalardan farkı ocağının biraz daha büyük dolap ve oymalarının fazla olmasıdır [1].

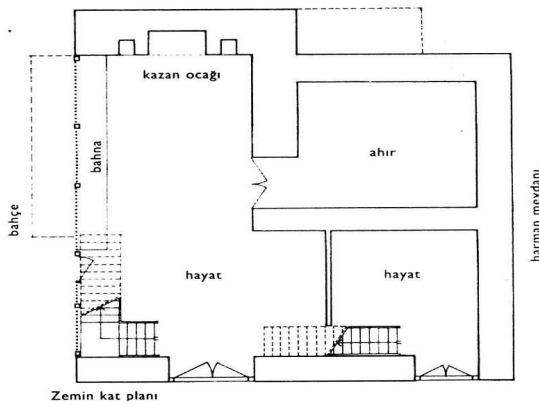
Aşağıdaki şekillerde Safranbolu evlerinin mimari planları verilmiştir.



Üst Kat Alanı : 135m²

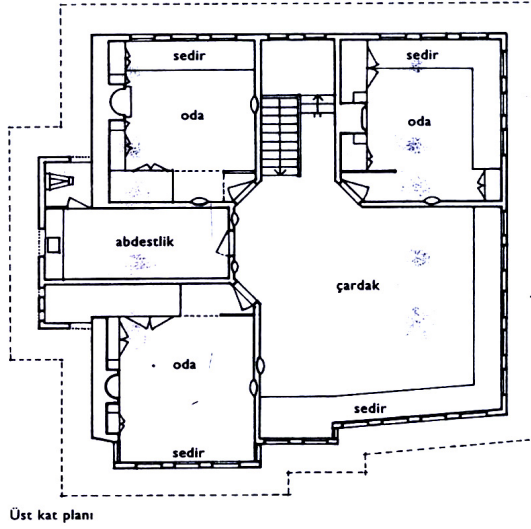


Orta Kat Alanı : 125m²

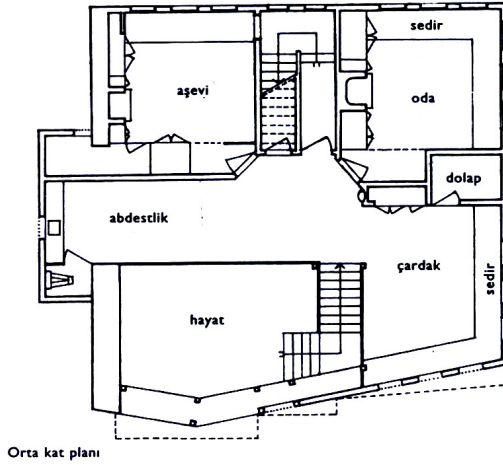


Zemin Kat Alanı : 120m²

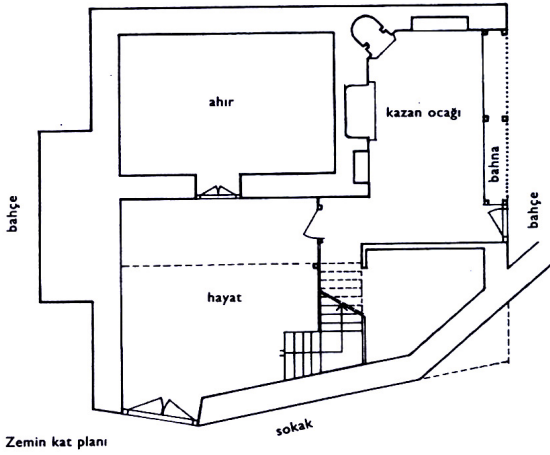
Şekil 2.1 Hacı Salih Paşa bağ evi kat planları. Tarihi belli olan evlerin en eskilerinden (1820) olan bu ev terk edilip harap olduktan sonra 1975'te yıktırılarak yerine kagir iki katlı bir ev yaptırılmıştır. Üst kattaki açık köşe sofası haremlik ve selamlık girişleri, büyük kazan ocakları, üst katta altı kilerlik olan yüksek sofası. Tipik odalarıyla çok güzel bir Türk evi örneğiydi [1]



Üst Kat Alanı : 140 m2

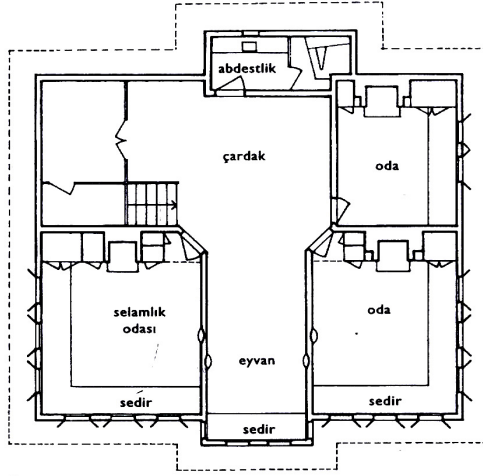


Orta Kat Alanı : 140m2

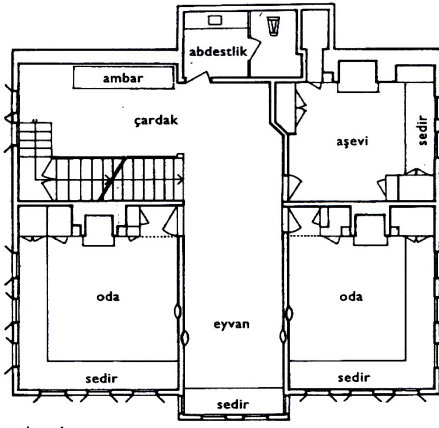


Zemin Kat Alanı : 132m2

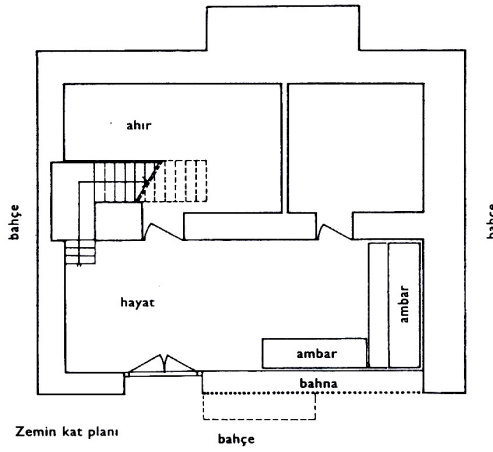
Şekil 2.2 Taşatarlar şehir evi kat planları. Sokağa oturuşu, sokak cephesinin pek güzel oranları ile hemen dikkati çeker. Orta kat galerilidir. Üst katta sofa köşede olup çok pencerelidir. Sanki açık sofanın bir sonraki gelişin evresi gibidir [1]



Üst kat planı

Üst Kat Alanı : 140m²

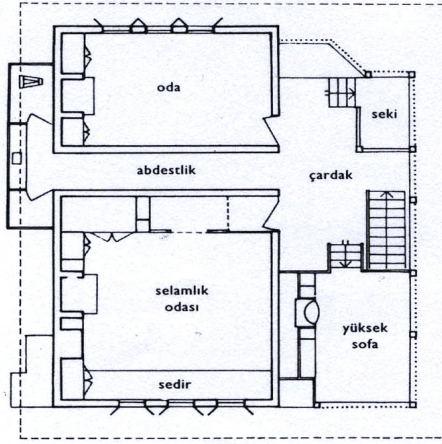
Orta kat planı

Orta Kat Alanı : 132m²

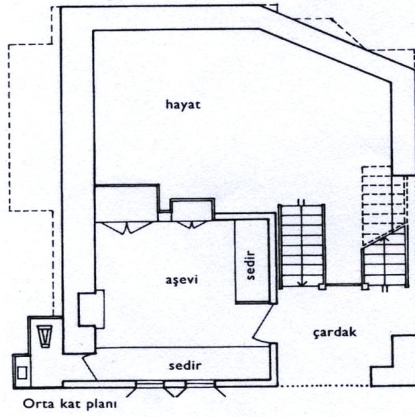
Zemin kat planı

Zemin Kat Alanı : 115m²

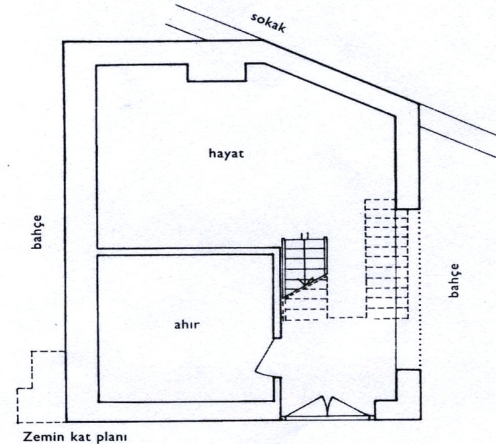
Şekil 2.3 Arap Hacılar şehir evi kat planları. Burada sofa etkili bir alan olarak tasarlanmamıştır. sofanın bir uzantısı ön cepheye doğru uzanarak dışa taşar ve sedirlere biter. Hayat, büyük ambarlarla etkileycidir [1]



Üst Kat Alanı : 115m²

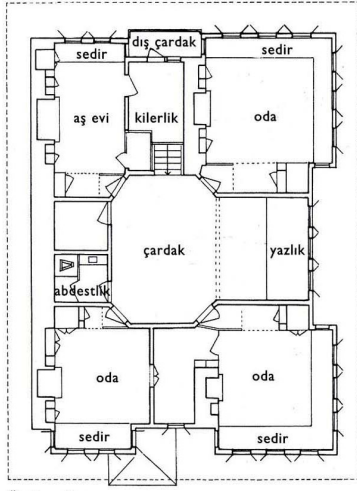


Orta Kat Alanı : 110m²

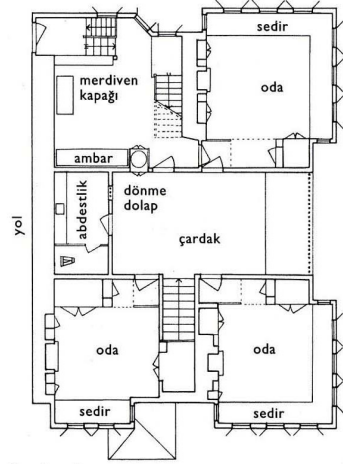


Zemin Kat Alanı : 100m²

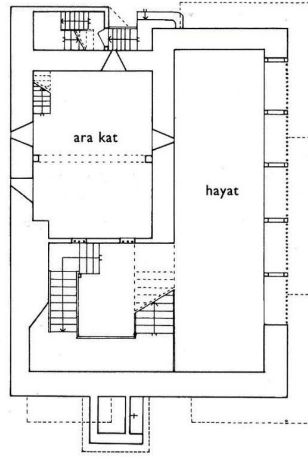
Şekil 2.4 Kabakçılar bağ evi kat planları. Bu ev tam yazlık ev özelliklerini taşımaktadır. Üst kat sofası, tümüyle dışa açıktır. Kahve ocağında bulunan yüksek sofa gerçekten yazlık evin en keyifli yeridir. Ara kattaki aşevi aynı zamanda soğuk havalarda barınma odasıdır. Selamlık odası girişi, helanın plan içindeki yeri Hacı Salih Paşa evini andırır. Aynı tarihlerde yapılmış olabilir [1]



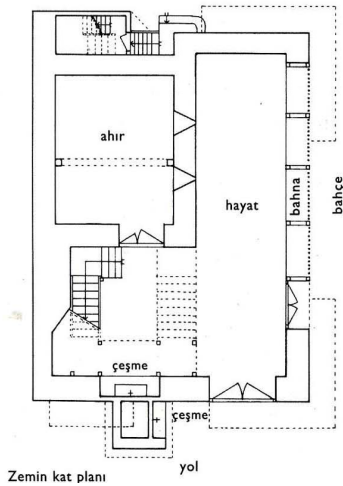
Üst kat planı

Üst Kat Alanı : 160m²

Orta kat planı



Ara kat planı

Orta Kat Alanı : 150m²Ara Kat Alanı : 140m²

Zemin kat planı

Zemin Kat Alanı : 155m²

Şekil 2.5 Kaymakamlar şehir evi kat planları. Bu evde orta sofanın nasıl merkezileştiği kat kat izlenir. Üst katta sofa köşeleri pahlandırılarak odalara giriş sağlanır, sofanın bir yüzü ise dışa doğru uzayarak geniş bir sedir ve müşabaklarla bitir [1]

BÖLÜM 3. SAFRANBOLU EVLERİNİN YAPIM YÖNTEMLERİ

3.1. Temel

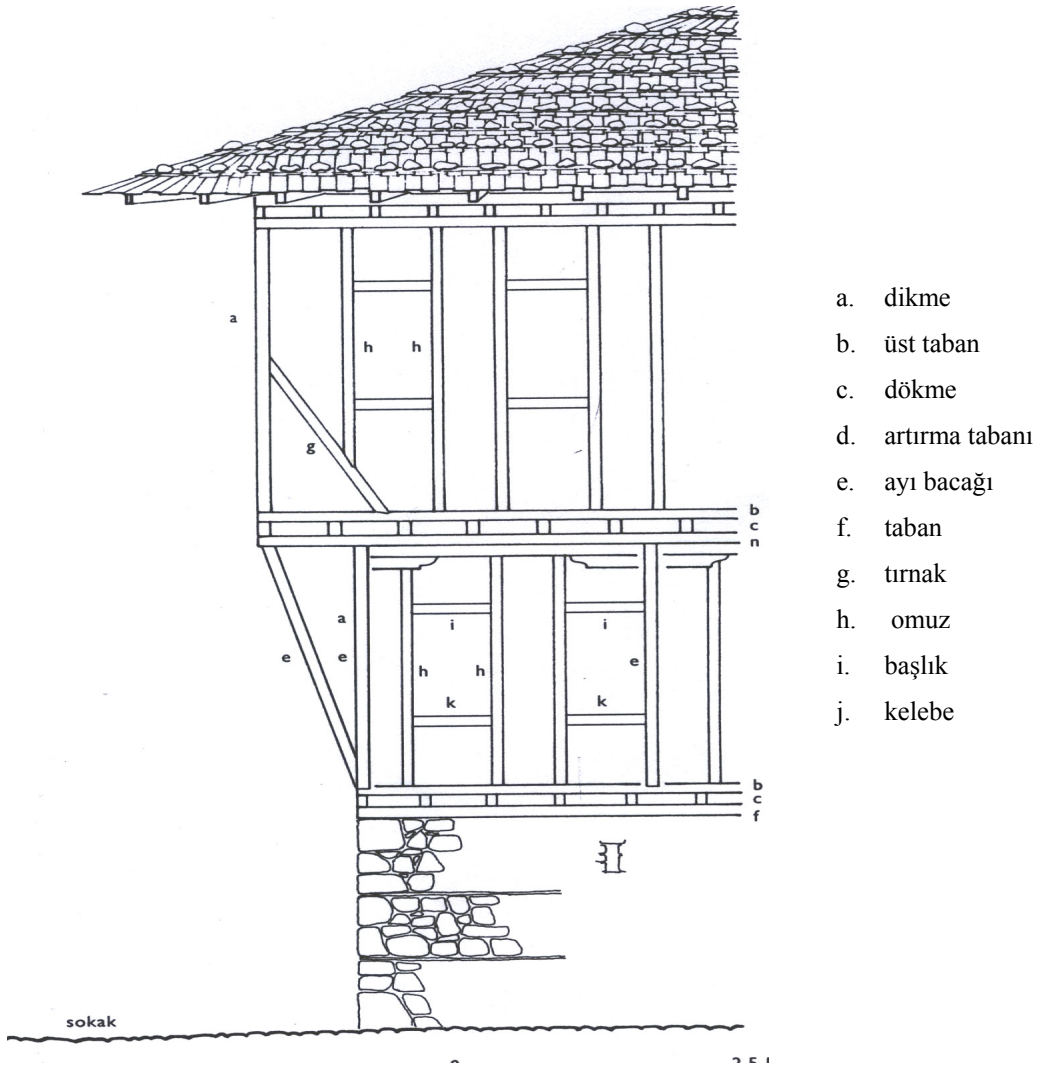
Sağlam zemin bulununcaya kadar kazılır. Genellikle bu derinlik 100-150cm kadardır. En altta iri temel taşlar atılır. Üstüne çamur harç konulur. Duvarcı ipini çeker ve örmeye başlar. Temel genişliği 80-100cm kadardır. Temel duvarı su basman seviyesi olarak 100cm ye kadar yerden yükselir ya da bütün zemin kat boyunca devam eder [1].

3.2. Zemin Kat

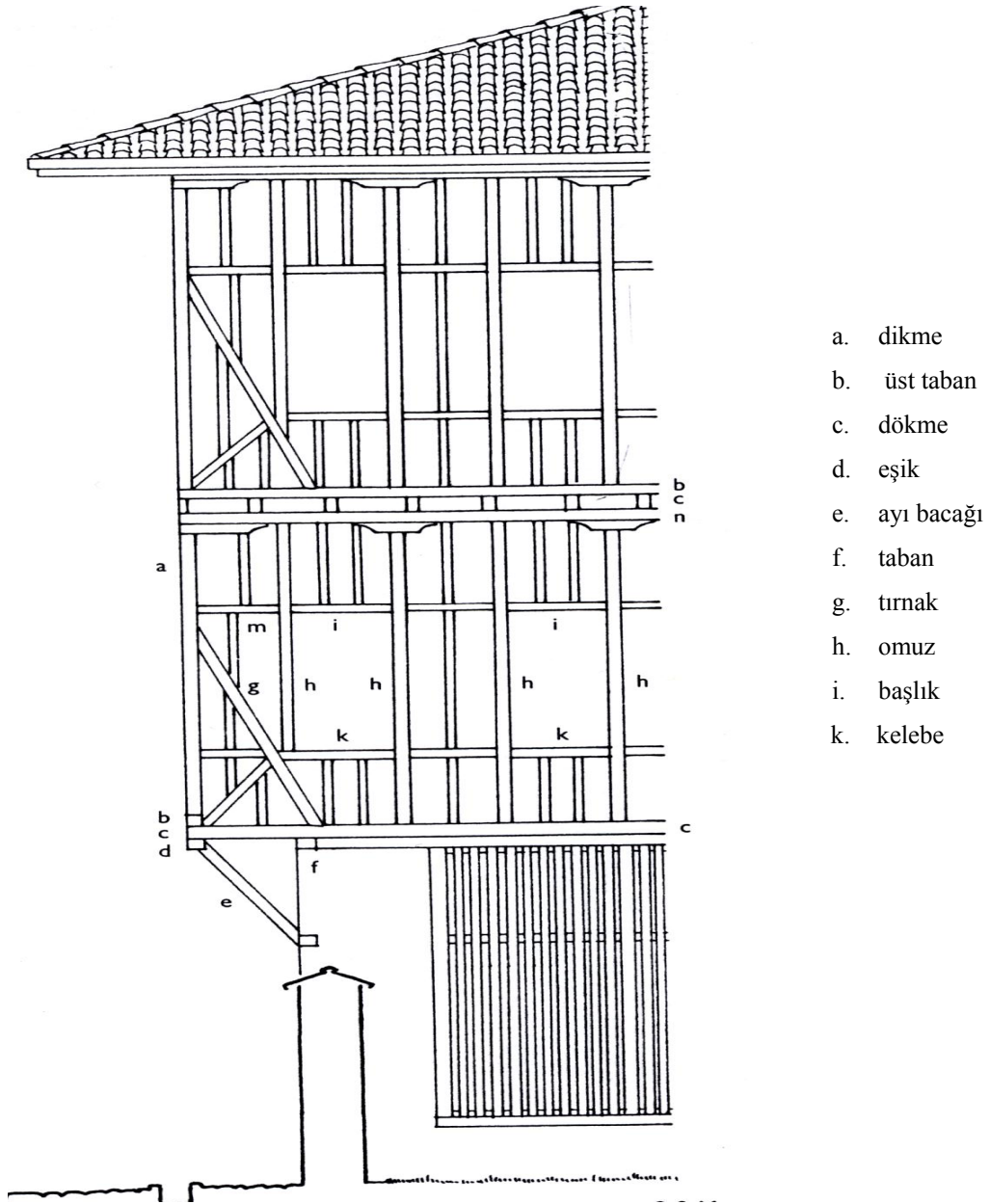
Taşlar çamur (killi toprak su ve agregası) harçla örülür. Kullanılan taşlar ise moloz taş, kaba yonu taştır. Bazen de taşlar kireç ve kerpiç karışımı harçla örülür. Kalınlık 80cm kadardır. Köşe taşları iri ve düzgün yontulmuştur. Su temelden kapiler olarak yükseldiğinden dolayı zemin kat taşlarla örülür kerpiç suya karşı dayanımsız olduğundan kerpiç üst katlarda kullanılır. Birçok evde daha yassı taşlarla balık kılıcı biçiminde bir örgü kullanılmıştır. Taş duvarlarda gelişmiş bir hatıl yöntemi yoktur. Hatıl olarak kızılçamın “sar” denilen kabuk altındaki en genç tabakası 15cm eninde 3 sıra olarak boyuna serilir. Sar konulacağı zaman taş duvar üstü çamur harçla düzenlenir sar yerleştirilir. Sonra tekrar çamur harç serilerek taş duvar örülmesine devam edilir. Hatıllar metrede bir konulmuştur. Zemin katta hayat ile ahır ayıran ve aşağı yukarı evin ortasından geçen duvara bel duvarı denir. Bu duvara önem verilir çatı yükü bu duvara kadar iletilir. Bahçe duvarlarının yapımında ise taş ya da kerpiç kullanılmış ya da karışık olarak kullanılmışlardır. Burada da aynı hatıl yöntemi vardır [1].

3.3. Üst Katlar

Genelde Safranbolu evleri zemin kat üstüne iki kat daha yapılır. Evlerin zemin kat üstü ahşap çatkı ile kurulur ve Safranbolu'da ahşap çatkı düzeni örnek olabilecek kalitededir. Bu düzene yeğdane denir. Yeğdane ağaçları için köknar tercih edilir. Bu ağaçların kalınlığı 10-12cm dir. Deprem yüklerini önlemek amacıyla köşelerde yanlamalar vardır. Dikmeler ise tabana çivi ile bağlanır. Dikme aralıkları 20-40cm arasındır. Daha eski evlerde ise 45-70cm arasındadır. Pencere yanlarına her zaman omuz denilen dikmeler konulur. Çıkmalar ise alttan ayı bacakları (payandalar) ile desteklenir. Ayı bacakları zemin kattaki taş duvar içindeki hatıla ya da taş kertmelerle oturtulur. Çatki araları kerpicin örülmesiyle doldurulmuştur [1].



Şekil 3.1 Eski döneme ait bir çatkı yöntemi. Görünüş [1]



Şekil 3.2 Yeni döneme ait bir çatkı yöntemi. Görünüş [1]



Resim 3.1 Eski döneme ait bir çatkđ örneği. Dikmeler daha seyrek ve kalın, yatay bağlantılar azdır [1]



Resim 3.2 Eski döneme ait bir çatkđ örneği. Dikmeler sık ve ince, yatay bağlantılar fazladır [1]

Kerpiç üretimi için önceden hazırlama işlemi yapılmış uygun kıvamdaki çamur, genellikle ahşap kalıplara dökülerek kuruması beklenir. Elde edilen kerpiç bloklar iki gruba ayrılır. Ana kerpiç; 10*28*28cm ve kuzu kerpiç; 10*13*28 boyutlarında olurlar.

3.4. Döşemeler

Döşeme kirişlerine dökme denir. Dökme aralıkları 35-40cm kadardır. Döşeme dökmelerinin üzerine kavuş denilen enli tahtalar çakılır. Tahtaların genişlikleri ise yaklaşık 15-20cm civarındadır. Tahtalarda bini ya da lamba yoktur. Burgulama yönteminde ise çift döşeme tahtası çakılarak aradaki hava boşluğuna ise kerpiç harcı dökülür. Fakat bu yöntem sık uygulanan bir yöntem değildir. Ama ısı, ses ve yangın yalıtımı sağlar [1].

3.5. Sıva ve Badana

Dolgu yapıldıktan, pencereler takıldıktan, pervazlar çakıldıktan sonra çamur harçla iç ve dış cephe kaba sıvası yapılır. Bu sıva 2-3cm kalınlığındadır. Daha sonra ince sıva yapmak için söndürülmüş kireç 15-20 gün bekletildikten sonra kütük üzerinde satırla kıyılan kırıntı (kendir) ile karıştırılır. Kum katılmaz. Yüzeyde bulunan çamur harcının (kaba sıva) kuruması beklenir. Kuruduktan sonra kırıntılı kireç harcı (ince sıva) demir mala yardımıyla iç ve dış cephe yüzeyine 3-5mm kalınlığında uygulanır. Badanası ise yalnızca kireçle yapılmaktadır. İçine hiçbir katkı konulmaz. Kireç badanalar, hijyen sağlar yapıyı zararlı haşaratlardan uzak tutar, teneffüs ettirme kabiliyeti sağlar. Uygulaması kolaydır [1].

Safranbolu Evlerinde kullanılan harç ve sıva numunelerinin içeriğini tespit etmek için Bulak Köy'ündeki tarihi bir evden alınan harç ve sıva numuneleri Restoratörler ve Konservatörler Derneğine gönderilmiştir.

Tablo3.1 Yapılan analizler sonucunda gönderilen örneklerde yaklaşık olarak tespit edilen bağlayıcı ve agrega değerleri

Örnek No	Kireç (%)	Kil (%)	Kum (%)	Keten (%)	Saman Çöpü (%)
1	30-35	30-35	30	0,5	-
2	30-35	30-35	30	-	1
3	30-35	-	60-65	0,5	-
4	30-33	30-33	30	-	3-4

3.6. Çatı

Çatılar oturtma çatı yönteminde yapılmıştır. Kısa bir mahyaya oturan kalın kesitli dört eğik mahyaya yine kalın kesitli mertekler mahyadan saçağa doğru açılarak yerleştirilmiştir. Böyle çatılara dört mahyalı çatı denir. Mahya dikmelerle taşıyıcı duvara oturtulur. Mertekler üzerinde enine konulmuş aşıklar vardır. Bunlar pedavra ya da kiremit boyunda aralıklarla saçağa paralel yerleştirilmişlerdir. 20. yy'ın ilk çeyreğinde bile özellikle bağ evlerinin çoğunun çatı örtüsü pedavra idi. Pedavralar eğime paralel olarak boyun aşıkların üzerine yan yana konulur. Üzerine her biri alttakinin derzini kapatacak biçimde 1-2 sıra daha döşenir. Karaçamdan yapılan pedavralar çivi ile çakılır. Pedavralar ıslandıktan sonra hiç su sızdırmaz. Kiremit döşenirken çoğunlukla altına bir kaplama yapılmaz [1].

3.7. Yapı Ustaları

Taşçı, sıvacı ve yol yapanlar Rum ustalarıdır. Suyollarının bakımını da Rumlar yapardı. Türklerin Rum mesleğini yapması ayıp sayılırdı. Buna karşılık marangoz ustaları Türk'tür. Bunlara dülger denir. Rum evlerinde taş işçiliği daha sık görülmektedir [1].

3.8. Yapı Mevsimi

Mart ve Nisan'dan Eylül sonuna kadar olan zaman yapı için uygundur. Sabahtan akşama kadar çalışıldığından çalışma süresi daha uzundur. Ama çoğunlukla bir yapı mevsiminde ev bitirilemez. İlk yıl çatki sistemi ve çatısı yapılır diğer yılda dolgusu ve ince işleri yapılmış olur.

Safranbolu evlerinin günümüze kadar dayanma nedeni çeşitli etkenlere dayanmaktadır. Safranbolu'da iklim yağışlı olmasına karşılık nem çok fazla değildir. Bu durum neme dayanıksız olan kerpiç için dayanma gücü sağlar. Evlerde yaşayan insanların yıllık bakım yapmaları en önemli koruma yöntemidir. İlkbahar aylarında duvarlar boyanır, hasar görmüş sıvaların tamiri yapılır. Ahşap çatkılar kerpicin kaymasını önlerler. Ve yanıl deprem etkilerine karşı yapıda iskelet görevi görürler [1].

BÖLÜM 4. SAFRANBOLU EVLERİNDE KULLANILAN KERPIÇ MALZEMENİN ÖZELLİKLERİ

Safranbolu evlerinde kerpiç kullanımı; zemin üstündeki katlarda ahşap çatki aralarına uygulanır. Bunun adına da kerpiç dolgulu hımış yapılar ya da çatki arası kerpiç dolgu da denir. Üst katlarda çatki arası taş duvar dolgu uygulamaları da nadiren görölmektedir.

4.1. Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç

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

Babil’de Etemaniki Ziggurat kulesi 90m yüksekliğinde kerpiçten yapılmıştır. Ayrıca bütün Urartu medeniyetindeki saray ve evler, Lidya kralı Croesus’un saray duvarları, Dünyanın yedi harikası olan, Karya kralı Mausolus’un Bodrum’daki anıt mezarı da kerpiçten yapılmıştır [6].

Hazırlanan ve kurutulan kerpiç homojen ve kompakt olmasından dolayı taşıyıcıdır. Bu sebeple taşıyıcı duvar malzemesi olarak kullanılabilir. Islanınca taşıyıcılık özelliği azalır. Eğer plastik kıvama yaklaşırsa yapı yıkılır. İçine katılan katkı maddelerinin 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 malzemesi bulunmadığı takdirde yanmaz alev almaz duman ve koku çıkarmaz. Malzeme özelliğine göre ses tutucu ve geçirimsizdir. Bünye yapısı gözenekli olduğundan rutubet alır. Kışın sıcak yazın serin olur. Briket, betonarme, tuğla yapılar ise dışarıdaki ısıyı içeriye aldıklarından dolayı kışın soğuk yazın sıcak olurlar [7].

Çok sanayileşmiş ülkelerde çevreye verilen zararın giderek “insan hayatını” tehlikeye attığı görülmektedir. Çevre kirliliği tehlikesi konut sektöründe çimento, tuğla vb. yapı malzemesi üretimi sırasında da aynı boyutta devam etmektedir. Böylelikle konut sektöründe ulaşılması istenen 3.hedef kuşağı ise bu rahatsızlıkları iyileştiren, çevre yükünü en aza indiren “sağlıklı yapılar” olarak belirlenmiştir [8].

4.2. Yapı Malzemesi Olarak Kerpicing Avantajları

Kerpiç yapı, çok eski bir geçmişe sahip bir yapı türüdür. Tuğla ve çimento endüstrisinin gelişmesi ile birlikte şehir yapılarında kullanımından vazgeçildiği halde kerpiç, ekonomik nedenlerle kırsal kesimde hala vazgeçilmez bir yapı malzemesidir. Hammaddesinin kolay ve hemen her yerde bulunabilmesi, uzman işçilik gerektirmemesi kerpicing başlıca tercih edilme sebepleridir. Diğer yapı malzemelerinin geri dönüşümü söz konusu olmadığı halde kerpiç öğütülüp, ıslatılarak yeniden kullanılabilmekte zaman içinde toprağa karışarak doğaya zarar vermemektedir [9].

Kerpiç basınç mukavemeti zayıf, suya duyarlılığı yüksek, yığma yapı malzemesidir. Ancak dünya nüfusunun %30'unu barındıran bu malzemenin, yapı fiziği ve ekolojik yararları göz önünde bulundurulduğunda, bundan sonra da kullanılmasında fayda olduğu bir gerçektir [10].

Safranbolu evlerinde de çatki arası dolgu kerpiç kullanılmasının sebeplerini aşağıdaki sıralanan avantajları sıralayabiliriz.

- Maliyeti en az, üretimi tesis gerektirmeyen tek malzemedir.
- Malzemenin üretiminde ısı enerjisi gerektirmez.
- Üretimde ve malzeme ömrü tamamlandığında çevreye zarar vermeyen doğal bir malzemedir.
- İşyeri, kümes, besi ahırları vb yapılabilir.
- Isı ve ses yalıtımı sağladığından dolayı yapılarda yaşam konforunu yükseltir.
- Suya olan hassasiyeti ve düşük sayılabilecek dayanımları iyileştirilebilir.

- Yangına karşı dayanıklıdır.

Ama ne yazık ki günümüzde artık bu tarihi evlerin kullanımı azalmakta Safranbolular yeni yapılan betonarme apartman dairelerini tercih etmektedirler. Çünkü kerpiç bakım isteyen bir malzeme olması yanında Safranbolular artık, bakım ve temizliği kolay olan, kalorifer sistemli apartman dairelerini tercih etmektedirler. Bunun yanı sıra tarihi evlerde oturmak isteyen ailelerde restorasyon görmesi gerekli evleri kendi bütçelerinin yetersizliklerinden ve sit alanı olmasından dolayı evlerine herhangi bir müdahale yapamamaktan dolayı kullanamamaktadırlar. Bu nedenle Kültür Bakanlığının koruması altındaki olan bu evler restorasyon görmeyi beklemektedirler. Restorasyon görmüş olan evler ise yeni işlev kazandırılarak pansiyon, otel, okul ya da restoran olarak hayat bulmuşlardır.

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Koruma Yönetmeliği'nde "...binalarda taşıyıcı duvarlar en az F90-A sınıfında inşa edilir..." denilmektedir. Buna göre 25 cm'lik kerpiç duvar, yangın yönetmeliğinde yeterli görülen 90 dk'dan fazla yangına dayanmaktadır. Kerpiç yapı malzemelerinin yangındaki davranışı İsviçre Kantonları Yangın Sigortası Birliği'nin çalışmasına (1993) dayanarak verilmektedir [11].

Tablo4.1 Kerpiç malzemelerinin yangındaki davranışı [12]

Malzeme Türü	Yoğunluk p(kg/m ³)	Kalınlık d(cm)	Alev alma duman	Yangına dayanım süresi
Masif Kerpiç	2000	15-25	—	F120-F180
Hafif Kerpiç	900	25	—	F180
Beton	2300	20	—	F180-A

4.3. Yapı Malzemesi Olarak Kerpicing Dezavantajları

Katkı maddeleri kullanılmayan kerpiç malzemededen inşaa edilen yapıların sakıncaları aşığıdaki gibi sıralanabilir [11].

- Yağışlı havalarda kerpiç üretimi yapılmaz.
- Suya karşı hassastırlar.
- Eğilme, darbe ve aşınmaya karşı dayanıksızdır.
- Devamlı bakım ve onarım gerektirirler.

BÖLÜM 5. KERPIÇ NİTELİKLERİNİN İYİLEŞTİRLMESİ

Kerpiç kırsal yörelerde çok kullanılan bir malzemedir. Ancak sağlıklı bir yapıda bulunması gereken birtakım koşulları sağlayamamaktadır. Kerpicing niteliklerinin iyileştirilmesi çeşitli yöntemlerle olmaktadır.

5.1. Toprak Seçimi

İyi bir kerpiç üretmek için kullanılacak toprağın cinsi çok önemlidir. İyi bir toprak, yarı nemli durumda avuç içinde sıkıldığında ele yapışmalı, top haline gelmeli, yere bırakılınca dağılmadan yere yapışmalı bir bütün halinde kalmalıdır [12].

Bu duruma uymayan toprak;

- Kil miktarı az olan toprak yağsız topraktır. Yere bırakılınca parçalanır. Kuruyunca çatlar ve dağılır. Bu tür topraklara kil katılarak, uygun hale getirilebilir.

- Kil miktarı çok olan toprak ise ele yapışır. Kurunca da çatlama yapar. Bu tür topraklara da kum katılarak uygun duruma getirilebilir.

Kerpiç toprağının dayanıklılığını belirlemek için şöyle bir deney yapılabilir; Avuç içinde yuvarlatılmış çeşitli kerpiç topları kuruduktan sonra bir masa yüksekliğinden (yaklaşık 70cm) bırakılarak sert bir zemine düşürülür. Tamamen dağılan örneklerin toprağı uygun değildir. Parçalanmayan veya küçük parçalar kopan örneğin toprağı uygun bir topraktır [12].

5.2. Saman ve Benzeri Lifler Katılması

Organik lifsel bitki artıklarının katılması ile dengeli, homojen kuruma sağlanır. Büzülme ve çatlamlar azalır, dayanımı artar. Anadolu'da eskiden beri kerpicin sağlamlığını artırmak için saman veya benzeri lifler kullanılmaktadır [12].

5.3. Kireç Katılması

Tarihte kireç sıvayı ilk olarak Miken ve Minion uygarlığında rastlanmıştır. (M.Ö. 1700) Kirecin Mısırlılar tarafından kullanımı ise çok daha geç dönemlerde (M.Ö. 300) gerçekleşmiştir. Kireç bilinen en eski bağlayıcılardan biridir. Eski Mısır, Babil, Finike, Hitit ve Persler tarafından hava kireci olarak yapıda bağlayıcı malzeme olarak kullanılmıştır. Romalılar kireç taşını 900°C de pişirerek söndürme işlemine tabi tuttukten sonra agrega ile karıştırarak kireç harcı üretirlerdi [13].

Su kireci de ilk defa Romalılar tarafından bulunmuş ve su inşaatlarında kullanılmıştır. Türkler tarafından da tuğla kırıkları öğütülüp kireçle karıştırılarak Horasan adı altında kullanılmıştır.

Agrega ile kireç bağlayıcı arasındaki aderans, kiremit kırığı ile kireç bağlayıcı arasındaki aderanstan daha zayıftır [14].

İnce horasan tanelerinin olabildiğince ince öğütülmesi puzolonik aktiviteyi artırıp hızlandırabilir [15].

Agrega olarak kullanılan tuğlaların yoğunlukları, agregalardan daha düşüktür. Bu nedenle horasan harçları daha hafif ve daha yüksek çekme dayanımına sahiptir. Ayasofya'nın kubbesinde kullanılan horasan harçları bu durumu örneklemektedir [16].

Roma zamanında hidrolik kireç harçları kemerlerde, köprülerde, liman gibi su yapılarında kullanılırdı [17].

Kireç taşının yakılması için gereken sıcaklık, alçının yakılması için gereken sıcaklıktan daha fazla olması sonucu kirecin tarihteki gelişimi alçıdan çok daha sonra başlar.

Kireç taşının çeşitli derecelerde pişirilmesi sonucu (850 -1400°C) elde edilen su ile karıştırıldığında tipine göre hava veya suda katılma özelliği gösteren beyaz renkli inorganik esaslı bir bağlayıcı türüdür. Eski zamanlardan beri tuğla ve taşların örülmesi için harç hazırlanmasında, bağlayıcı bir malzeme olarak kullanılmıştır. Kirecin hammaddesi CaCO_3 (kalker taşı) kökenli ve Mg CO_3 (dolomit) kökenli kütlelerdir. Kalsiyum karbonat beyaz renklidir. Magnezyum karbonat ise esmer renktedir, dayanımı ise nispeten daha yüksektir [18].

Kireci; içindeki kil miktarına bağlı olarak yalnız havada katılma özelliği gösteren hava kireci (yağlı kireç), hem havada hem de suda katılma özelliği gösteren su kireci (hidrolik kireç) olmak üzere iki tipe ayırmak mümkündür.

Kireç harçlarına, hidrolik bağlayıcı olma özelliği vermek amacıyla yapılan çalışmalar sonucu su kireçleri bulunmuştur. Alüminyum ve silis içeren marnlı kireç taşlarının yakılması sonucu elde edilen su kireçlerinin, mekanik mukavemeti hava kireçlerinden yüksektir. Su kireçlerinin su içerisinde prizini tamamlaması, suya direnci hiç olmayan hava kireçlerine göre, sahip olduğu diğer bir üstünlüktür. Ancak bunların sertleşmeleri, çimentonunkinden daha yavaş, bağlayıcılık özellikleri ise daha zayıftır. Eğer su kireçlerine kuru ortamda priz yaptırılırsa normal kireç harçlarından daha kötü mekanik özelliklere sahip olur [19].

Kirecin yapıda kullanılırken dikkat edilmesi gereken noktası, hava ve su kireçlerinin hacim artışlarının zararlı etkilerini azaltmak üzere kum ile karıştırılarak harç halinde kullanılması gerekir [18].

Hidrolik kireç ile hazırlanan harçlar, bu kireçte bulunan kalsiyum-silikat-hidrat (C-S-H) ve kalsiyum-alüminat-hidratların (C-A-H) oluşması ile sertleşmektedir. Hidrolik olmayan kireç harçları genellikle %30'un üzerinde karbondioksit ve %3'ün altında

yapı suyu yüzdesi içermektedirler. Buna karşılık hidrolik harçlardaki karbondioksit oranı %30'un altında yapı suyu oranı ise %3'ün üzerindedir [20].

Hidrolik kireçlerde toplam porozite oranı %30-48 arasındadır [21].

Kirecin üretiminde iki aşama vardır. Birincisi kireçtaşının yakılması işlemi (kalsinasyon) diğeri ise söndürme işlemidir. Kireçtaşları doğrudan ya da dolaylı olarak çoğunlukla deniz suyunda çözülmüş mineral maddelerden oluşmuştur. Hafif yanmış kireç suya karşı yüksek tepkime verir. Ama yanarak toz haline gelmiş kireç 1100 °C gibi yüksek bir sıcaklığa maruz bırakılırsa sinterleşme olur ve kireç az reaktif olur. Buna “katı” yanma denir. 1400°C de “ölü yanma” olur ve su ile tepkimesi yavaş olur. Hafif yanmış kireç beyaz renklidir ve çok yanmış kireç ise koyu renklidir. Fazla miktarda ürün yani hafif yanmış kireç oluşmasını başarmak için taş ocağının sıcaklığının kontrol edilmesi ustalık gerektiren bir işlemdir ve geleneksel olarak ateşin rengine bakılarak karar verilir. Kalsinasyon işlemi kireç ocaklarında, söndürme işlemi ise kireç kuyularında veya fabrikalarda su püskürtülerek yapılır. Kireç söndürülürken, üzerine azar azar su döküp, soğuyup kabarmasını bekledikten sonra, yavaş yavaş su eklemeye devam edilir. İlkel bir yöntem olan kireç kuyularında kireç fazla su ile söndürüldüğünden ürün $\text{Ca(OH)}_2 + n\text{H}_2\text{O}$ “yağlı kireç” olarak adlandırılır. Fabrikalarda ise sönmüş kireç sadece Ca(OH)_2 dir. İnce toz halindedir. Torbalar içinde satılır [19].

Söndürme esnasında kireç hacminde büyük bir artış olur. Kireç tamamen söndürülmeden yapıda kullanılırsa, hacim artışına bağlı olarak, kullanıldığı yerde hasara yol açar. Bu yüzden kireçtaşları, en az iki hafta su içerisinde bekletilerek söndürülür. Söndürülmüş kirecin yapıda kullanılmasından sonra artık hava kireci karbonatlaşmaya başlar (kirecin yapısına CO_2 alarak sertleşmesi) Karbonatlaşma çok uzun bir süreç alır. Karbonatlaşma işleminin tam olabilmesi için harç kalınlıklarının çok fazla olmaması tavsiye edilir. Örneğin 1000 yıllık bazı yapı temellerinde karbonatlaşmanın tamamlanmadığı düşünülmektedir [7].

Harçların karbonatlaşmasında iki faktör rol oynar. Yapı içindeki yüksek CO_2 konsantrasyonları ve yüksek porozite değerleri. Harçların kalınlıkları inceldikçe

karbonatlaşma daha hızlı olur. Vitruvius kireç harçları hakkında en uygun agrega:kireç oranını 3:1 olarak belirlemiştir. Roma yapılarında da benzer oranların olduğu gözlemlenmiştir. Fakat liman, dalgakıran gibi su yapılarında ise agrega:kireç oranlarının 0,5:1 den 1:1 aralığında olduğu gözlemlenmiştir. Kirecin fazla kullanılması suya karşı dayanımı artırdığı gibi yüzeyde kırılmalara da sebep olmaktadır [7].

Kerpiç stabilizasyonunda yaygın olarak kullanılan bağlayıcı madde kireçtir. Kerpiç toprağına kireç ilave edildiğinde üç tür kimyasal reaksiyon oluşmaktadır. Bunlar; iyon değişimi, kirecin karbonatlaşması ve puzolonik reaksiyonlardır. Kerpice düşük oranlarda kireç ilavesinin basınç dayanımını düşürdüğü buna karşın suya karşı direncini artırdığı bilinmektedir [9].

5.4. Alçı Katılması (Alker)

Alçı; harç ve sıva olarak M.Ö 3000 yıllarında Ortadoğu ve Mısır'da yoğun biçimde kullanılmıştır. Alçı doğal, yapay olmasına veya içeriğindeki suyun molokül sayısına göre sınıflandırılır. Doğada alçının selenit ve anhidrit olarak iki çeşidi vardır. Açık havada veya nemli ortamda kalırsa anhidrit olur. İçeriğine su alırsa selenite dönüşürken de hacminde artış olur. Sıva ve harç olarak kullandığımız alçı, alçıtaşının veya selenitin 130°C sıcaklıkta ısıtılmasıyla elde edilir. Alçının reaksiyonu, yani sertleşme hızı alçı tozu veya tuz katılarak artırıldığı gibi, zamk, nişasta, benzeri organik maddeler katılarak da azaltılabilir. Eğer alçı 170-250°C nin arasında ısıtılsa anhidrit III e dönüşür. Bu durum alçı sıva ve harçların mekanik gücünü azaltır [22].

Eğer anhidrit III 250°C nin üzerinde ısıtılsa kristal yapısı değişikliğe uğrayarak suda çözünmeyen anhidrit II ye dönüşür. Bu üründe su ile herhangi bir reaksiyona girmediği için harç ve sıva olarak kullanılamaz. Alçı, kimyasal bileşimi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olan jipsin yaklaşık olarak yarım molokül kristal suyu kalacak şekilde ($\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$) kızdırılarak suyunun uçurulması ve öğütülmesi ile elde edilen ve su ile katılarak, bağlayıcılık özelliği kazanan bir yapı malzemesidir [22].

Kalsiyum sülfatın rastlanabilen sulu ve susuz bileşikleri şu şekilde sıralanır [23]:

$\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$; Jips, selenit, alçıtaşı

$\text{CaSO}_4 \cdot 1/2\text{H}_2\text{O}$; Bassanit, yapı alçısı, α yarım hidrat, β yarım hidrat

CaSO_4 ; Çözünür anhidrit, anhidrit III, γ kalsiyum sülfat

CaSO_4 ; Çözünmez anhidrit, doğal anhidrit, anhidrit II, β kalsiyum sülfat, ölü doğmuş alçı.

Anadolu Selçuklularından beri duvar sıvası olarak, kubbe gibi yerlerde kullanılan alçı maalesef sonraki yıllarda unutulmuştur [24].

Yapılan bir çalışmada alçı ile kerpiç birleştirilerek daha iyi bir malzeme elde edilmiş ve adına da Alker denilmiştir Alker; Uygun kerpiç toprağına %10-20 arasında alçı katılmış bir kerpiç türüdür.%10 alçı katkılı kerpicein çok iyi sonuç verdiği görülmüştür. Deney sonuçlarına göre; normal kerpicein birim ağırlığı 1.70-1.80kg/lt iken alçılı kerpicein birim ağırlığı 1.45kg/lt, normal kerpiçte rötre %5 iken alçı katkılı kerpiçte %1.8'e kadar düştüğü görülmüştür [24].

Fizik ve mekanik nitelikleri, normal kerpice nazaran yapı için gerekli olan yönde önemli ölçüde iyileştirilmiştir. Ayrıca;

- Isı ve rutubet geçirimine karşı gösterdiği dengeli direnç ve ısı depolama kapasitesinin yüksek olması, yapının fiziksel niteliğini yeterli düzeye getirmek için başka ek yardımcı malzeme katmanları kullanmaya gerek kalmadan sıcak ve soğuk dönemlerde, en uygun yaşam koşullarını sağlamaya yeterli olur.

- Alker çabuk sertleştiğinden katkısız normal kerpiç ve diğer katkılı kerpiçler gibi kullanılabilir duruma gelinceye, kadar yapılacak gölgede serme, çevirme, kurutma işine gerek yoktur. Buda çabukluk ve ucuzluk sağlar.

- Alkerin suya karşı duyarlılığının azalması, normal kerpicein kısa sürede dağıldığı ortamlarda bile bütünlüğünü korumasını sağlar ve yağmurda yıpranmasını önler.

- Normal kerpiçte 5-10 kgf/cm² olan basınç dayanımının, Alkerde 35-60 kgf/cm² çıkması, yapının daha dayanıklı olması, ısı tutuculuk özelliğinin önemli olmadığı bölgelerde, taşıyıcı dış duvarların da 30cm'e kadar inebileceğini gösterir.

- Eğilmede çekme mukavemetinin normal kerpice göre daha fazla olması, kuvvet etkileri ile kırılma ve dağılmasını büyük ölçüde önler. Deprem sırasında oluşan yatay kuvvetlere karşı dayanımını artırır.

- Alker yüzeylerinin düzgün, boyutlarının değişken olmaması, duvar yüzeyinin düzgün olmasını, katkılı sıva harcının duvara iyi yapışmasını ve ince yapılabilmesini sağlar. Bu da normal kerpiç duvarlardaki genellikle duvara iyi tutunmayan çok kalın toprak sıvaların, ufak bir sarsıntıda dökülerek verdiği büyük zararın önüne geçer.

- Katkılı sıva, düzgün ve toz üretmeyen yüzeyler, basit bir kireç badana ile temiz bir hacim oluşturur [12].

Alçılı kerpiç, katkısız kerpice nazaran kururken büzülmesinin, suda çözülme ve dağılmasının daha az olmasını sağlar. Ayrıca saman gibi maddelerin katılmasına gerek kalmamaktadır. Maliyetinin düşük olması ve alçıtaşının bulunduğu her yerde kolaylıkla üretilmesinden dolayı kırsal yörelerde de kullanılabilir bir malzemedir [12].

Tablo 5.1 Geleneksel ve alçı katkılı kerpiç yapım teknolojilerinin karşılaştırılması

Geleneksel Kerpiç Yapımında	Alçı Katkılı Kerpiç Yapımında
Ön proses gereklidir	Ön proses gerekli değildir
Öğütmek gereklidir	Öğütmek gerekli değildir.
Elekten geçirmek gereklidir	Elekten geçirmek gerekli değildir
Dinlendirmek gerekli değildir	Dinlendirmek gereklidir
%30 kil	%10 kil
15-21 günde mukavemet kazanır	20 dakikada mukavemet kazanır
Kürlemek için alan gereklidir	Kürlemek için alan gerekli değildir
Üzerine su serpilmesi gereklidir	Üzerine su serpilmesi gerekli değildir
Yağmurdan korunması gereklidir	Yağmurdan korunması gerekli değildir

Alker yapım uygulamasında dikkat edilecek hususlar şunlardır [25];

- Karışımında, alçının priz süresini geciktirmek için kullanılan kireç, suya alçıdan önce katılırsa, alçının prizinin başlangıcını geciktirmiş olur. Uzatılan priz süresi nedeniyle işlenebilirlik süresi de uzamaktadır.

- Daha önceki deney ve araştırmalarda; kullanılacak toprağın içinde bulunan dane çapları 2cm'den büyük olan taşların, kerpicin mukavemetini düşürücü rol oynadıkları ifade edilmiştir. Ancak %10 alçı oranı ile stabilize edilen kerpiç üretiminde, toprağın elenmesine önceki uygulamalarda gerek görülmemiştir. Yapılan laboratuvar deneylerinde büyük boylu agrega ile üretilen numunelerin basınç mukavemeti, ortalama $2,2\text{N/mm}^2$ bulunmuştur. 6cm çapındaki taşların kullanılabilceği görüldükten sonra, şantiyede toprağın elenmesi işlemi üretim sürecinden kaldırılabilir.

- Toprağın hamur haline getirilmesinde, suyun ve alçının homojen olarak dağılmasına dikkat etmek gerekmektedir. Bu dağılımın homojen olmaması halinde, üretilen alker içerisinde farklı rutubete sahip bölgeler ve farklı mukavemetler görülebilir. Bu istenmeyen durumu engellemek için betonyer gibi mekanik bir karıştırıcının kullanılması tavsiye edilmektedir.

- Eğer karışım için yatay eksenli betonyer kullanılıyorsa, belirli aralıklarla temizlenmek suretiyle çıkarılan artık kerpiç harcı kullanılmamalı, üretim alanından uzaklaştırılmalıdır.

- Döküm işlemi başladığında, bir yandan da sıkıştırma işlemine başlanmalıdır. Çünkü sıkıştırma işlemi dökümden sonraya bırakıldığında, alçının priz yapmaya başlamasından dolayı sıkıştırma işlemi güçleşmekte ve üretilen alkerin bünyesinde boşluklar kalabilmektedir.

- Dökümden sonra derz bölgesinde oluşan küçük çatlaklar alçı şerbeti ile doldurulabilir. Bu işlem ile çatlaklar tamamen kapatılabilmektedir.

-Örme ve döküm işlemleri sırasında duvarın düşey ve yatay eksenden kaçmamasına özen gösterilmesi gerekmektedir.

- Alker hamuru karıştırılırken, dökümü yapılacak alan göz önünde tutulmalıdır. Artan hamur bekletilemediğinden ziyan olması kaçınılmazdır.

- Alçılı kerpiç yüzeylere yapılan sıva denemeleri sonunda, toprak-alçı-kireç-kum karışımı sıvanın bu yüzeyler için en uygun çözüm olduğu görülmektedir.

- İçindeki alker kurumadan kalıpların açılması, duvarın formunun bozulmasını ve dağılmasını engellemek açısından tavsiye edilmemektedir.

5.5. Toprak İçindeki Agrega Gronülometrisinin İyileştirilmesi

Bu yöntemde, toprağı oluşturan danelerin büyüklük oranının ayarlanması, yoğrulmuş toprak içindeki boşluk oranını azalttığından, basınç dayanımını da artırmaktadır.

Agreganın harç içindeki asıl görevi, rötne ve çatlak oluşumunu engellemektir. Agregalar genellikle taş ocaklarından, nehir kenarlarından elde edilir. Denizden getirilen agregalar mutlaka yıkanarak tuzdan arındırılmalıdır. Çünkü tuzun harç içerisinde olumsuz kimyasal etkileri vardır [26].

5.6. Kerpicin Sıkıştırılması

Mekanik olarak kerpiç hamurunun sıkıştırılması hamurun içindeki boşlukların oluşması engeller ve yoğunluğunu artırır.

Tıpkı betondaki gibi karma suyunun optimum oranda katılması gerekir. Aksi takdirde, suyun fazla katılması kerpicin zor kurummasına yol açarak rötne problemlerini artıracak ve dayanımı da azaltacaktır. Karışıma girecek suyun azaltılması da, çamurun kalıplanmasını zorlaştırdığından çamuru kalıba iyi yerleştirmek için sıkıştırma ve tokmaktama gereğini ortaya çıkarır. İyi sıkıştırılmamış kerpiç blokların

bünyelerinde boşlukların oluşması da bu blokların dayanımını doğrudan kötü yönde etkileyecektir [27].

5.7 Geogrid Kullanılması

Geogrid malzeme esas olarak plastik kökenli bir malzeme olup, piyasada değişik kalınlıklarda ve değişik grid açıklıklarında bulunmaktadır. Geogridin sektörde esas kullanım alanları, yol yapım inşaatları ve toprak düzenlemeleridir. Toprağın çekme kuvvetlerine karşı uygun bir malzeme olmamasından dolayı, geogrid çekme kuvvetlerini karşılaması amacıyla değişik şekillerde kullanılmaktadır. Yol inşaatlarında geogrid, toprağın üzerine serilerek, inşaa edilen yolun zaman ile kaymasını, dağılmasını, üzerinden geçen yük sebebiyle dağılmasını engellemektedir. Ayrıca şevli toprak alanlarda, geogrid malzeme toprağı düşey olarak bohçalayacak şekilde kullanılır ki çekme kuvvetlerini karşılasın.

Geogrid malzeme, daha önce yapılmış olan deneylerde yükü dağıtması ve malzemeyi bütün olarak tutması özelliklerinden faydalanılarak, alker numunelerinin içine donatı olarak kullanılmıştır. Yol inşaatlarında kullanıldığı gibi duvar numunelerinin içine yatay olarak serilmiştir [25].

5.8. Puzolonik Malzemelerin Kullanılması

Puzolanlar kimyasal olarak SiO_2 ve az miktarda Al_2O_3 den oluşan maddelerdir. Suyla karıştırıldıklarında çamur haline gelir, kuruduktan sonra tekrar eski hallerine dönerler. Puzolanlar, kendi başlarına bağlayıcı olmadıkları halde kireçle karıştırılırsa bağlayıcılık kazanır. Bu olay bağlayıcılar içerisindeki Ca(OH)_2 ile birleşmesiyle gerçekleşir ve suda erimeyen bir kalsiyum silikat tuzuna dönüşürler. Kireç harcı üzerinde iyi bir etki yaparak onları suya karşı dirençli hale gelmesine sebep olduğu için senelerce kullanılmıştır. SiO_2 içeren her toprağın puzolan olamayacağı açıktır. Hangi toprağın bu özelliğe sahip olduğu, testler yapılarak belirlenir. Puzolanlar kirece katıldıkları gibi çimentoya da üretim sırasında katılırlar. Böylece katkılı Portland çimentosu, traslı çimento dediğimiz türde çimentolar elde edilir.

Harca puzolan katılırken karışım oranları harca zarar vermeyecek şekilde ayarlanmalıdır [28].

Puzolanlar, bileşimlerinde çok miktarda silis ve daha az alüminyum içeren maddeler olup, tabii ve suni olmak üzere iki grupta isimlendirilirler.

5.8.1 Doğal Puzolanlar

Doğal puzolanlar İtalya’da, Yunanistan’ın Santoren adalarında, Türkiye’nin Kayseri, Nevşehir bölgesinde bulunur. Ayrıca Libya’nın Trablus kenti civarındaki “diatome” fosilli topraklarda dünyaca ünlüdür [19].

- Volkanik Puzolanlar

Volkanik toz ve küllerin meydana getirdiği tüfler olup, bazen sertleşmiş bir taş halinde bazen de irili ufaklı katılaşmamış parçalar halinde bulunurlar. İtalya’da Roma civarı ve Napoli yakınlarında bulunurlar. Napoli puzolanları mukavemet bakımından Roma puzolanlarından çok daha üstündür [19].

Ege denizinde Yunanistan’a bağlı Santorin adası puzolanları ise, sünger taşı, obsidien, feldspat kristallerinden oluşmaktadır. Boyut olarak sünger taşı, ince kum ve toz halinde olan bu puzolanların ancak toz halindeyken aktif olduğu düşünülmektedir [29].

- Tras

Sünger taşının bulunduğu yataklardaki ocaklardan elde edilir. Ocaklardan çıkarılarak tuffstein olarak adlandırılan malzeme, ince bir şekilde öğütülünce “tras” adını alır. Son derece sert bir kaya olan tras, öğütülmeden önce iyice kurutulmalıdır. Pişmiş ve öğütülmüş kil yapay bir tras, doğal volkanik camlar ise doğal bir tras türü olmaktadır [19].

- Gaize

Gri veya sarımsı-gri renklerde olabilen yumuşak bir kayadır. Yapısının %80'ini silis oluşturur. Bu silisin büyük bir kısmı suda çözünür [19].

5.8.2 Yapay Puzolanlar

Yapay puzolanlar arasında öğütülmüş tuğla dışında, termik santral baca külleri (uçucu kül), silis dumanı, yüksek fırın cürüfları da sayılabilir.

- Pişmiş Kil

Kilin 600-800 °C' de pişirilmesi sonucu kaolinit kristal suyunu kaybederek silis ve alümine ayrışır. Sonuçta elde edilen ürün kireç ile reaksiyona girer. Saf killer 600-700°C'de marnlı killer orta kaliteye sahiptirler [29].

-Tuğlalar ve Toz Haline Getirilmiş Kiremitler

Horasan adlı bağlayıcı, tuğla ve kiremit tozlarının kireçle karıştırılması sonucu üretilmiştir. Kireç harçlarından üstün olan bu harç, özellikle suya karşı son derece dirençlidir [29].

- Uçucu Kül

Termik santrallerde kömürün yanması sonucu geriye kalan toz halindeki kül olup, çimento inceliğinde ve puzolanik özelliğe sahiptir [16].

Uçucu küllerin inşaat sektöründe kullanım alanları çok fazladır; çimento, beton, kerpiç, yapay agrega, cam-seramik gibi yapı malzemelerinin üretilmesinde yol inşaatlarının yapımında kullanılmıştır [30].

Uçucu küller linyit ve taş kömüründen elde edilmek üzere iki tiptir ve genellikle özellikleri aynı olmakla birlikte taş kömürü uçucu külünün daha iyi kalitede olduğu ifade edilir [13].

Bütün Dünyada bir yılda üretilen toplam uçucu külün ancak %25'den daha azı değerlendirilmektedir. Bununla birlikte Almanya, Hollanda ve Belçika'da üretilen toplam uçucu külün %95'ten fazlası, İngiltere'de ise yaklaşık %50'si kullanılmaktadır. Diğer taraftan büyük miktarlarda uçucu kül üretilen Amerika ve Çin'de sırasıyla yaklaşık %32 ve %40 oranında uçucu kül kullanıldığı görülmektedir. 1990 yılı verilerine göre Türkiye'de uçucu kül kullanım oranı, %1'den daha azdır.

Doğal alçı ile aynı bileşime sahip fosfoalçı gübre fabrikasının yan ürünü olarak fosforik asit üretiminde fosfat taşı ile sülfürik asidin reaksiyona girmesi sonucu ortaya çıkan atık üründür. Fosfoalçı inşaat sektöründe; çimento üretiminde priz geciktirici olarak kullanılmaktadır. Ülkemizde uçucu kül ve fosfoalçının ekonomik olarak değerlendirilebilme olanaklarının bulunmaması hem ekonomik kayba hem de çevre kirliliğine yol açmaktadır. Böylece miktarları gün geçtikçe azalan ve temininde zorluklarla karşılaşılan doğal stabilizasyon malzemesi yerine atık malzeme olarak elde edilen ve fosforik asit gübre fabrikaları ve termik santraller civarında bol miktarda bulunan fosfoalçı ve uçucu küller alternatif bir stabilizasyon malzemesi olarak kullanılabilirler. Bu iki atığın; fosfoalçı ve uçucu külün kerpiç stabilizasyonunda kullanılması basınç dayanımını, kılcallıkla su emme gibi özellikler bakımından olumlu sonuçlar vermektedir.

Endüstriyel Atık Olan Yapay Puzolanların Kerpiç Stabilizasyonunda Kullanılması İle İlgili Yapılmış Olan Bir Çalışma [9];

Bu çalışmada kerpicing özelliklerini geliştirmek ve zayıf yönlerini kısmen de olsa giderebilmek amacı ile katkı olarak endüstriyel atık ürün olan, gübre fabrikası atığı fosfoalçı ve termik santral atığı uçucu kül kullanılmıştır. Toplam kuru karışım ağırlığının %10'u oranında sönmüş toz kireç, %20'si oranında uçucu kül kullanılmış ve fosfoalçı/toprak oranları 0,25 ile 2,50 arasında seçilmiştir. Hazırlanan numunelerin basınç dayanımları, kuru birim ağırlık ve kılcallıkla su emme değerleri

tayin edilmiştir. Ayrıca 24 saat su içinde tutulan numuneler üzerinde basınç dayanımı değerlerinin standartta ön görülen değerleri sağladığı görülmüştür.

Kerpiç stabilizasyonunda uçucu kül ile birlikte fosfoalçı kullanımı basınç dayanımı açısından olumlu sonuçlar vermekle birlikte suya karşı olan dayanımını bir miktar azaltmaktadır. Bu nedenle kerpiç stabilizasyonunda kullanılacak fosfoalçı oranları daha düşük tutulabilir ve aynı zamanda iklim koşullarına ve kullanılan toprağın minerolojik ve kimyasal yapısına uygun karışım oranları araştırılabilir. Kerpiç stabilizasyonunda kullanılan bu karışımlar kerpiç duvarlar için duvar harcı veya sıva olarak da kullanılabilir. Böylece kerpiç ve harcın bir arada yerinde kurumması ile bir bütünlük elde edilmiş olur. Kerpiç üretiminde kullanılan malzemelerden uçucu kül ve fosfoalçı atık malzeme olarak elde edilmekte ve başka bir alanda etkin olarak kullanılmayan bu iki atık malzemenin bu şekilde kerpiç stabilizasyonunda değerlendirilmesi mümkün olmaktadır. Bu iki endüstriyel atık malzemenin değerlendirilmesi hem ülke ekonomisine katkı sağlayacak hem de çevre kirliliğinin çözümüne katkıda bulunacaktır.

- Yüksek Fırın Cürufu

Demir cevherleri yüksek fırında yüksek sıcaklıklara kadar ısıtılıp erimeye tabi tutulmaktadır. Yakıt olarak kok kömürü kullanılan bu fırınlarda sıcaklık etkisiyle kok kömürünün karbonu, cevherin demiroksitindeki oksijenle birleşerek karbonmonoksit ve karbondioksit gazları oluşturulup fırını terk ederken geride eriyik durumdaki demir ile birlikte, yine eriyik durumdaki cüruf adı verilen malzeme topluluğunu bırakmaktadır. Eriyik malzemeler fırının alt ucundan toplanmaktadır. Yoğunlukları farklı olduğundan, eriyik malzemelerin alt bölümü demir üst bölümünü cüruf oluşturmaktadır. Eriyik durumdaki demir ve cüruf, fırının alt ucunda ayrı ayrı çıkışlarla dışarı atılmaktadır. Sıvı cüruf potalardan granüle oluklarına dökülerek su püskürtmek suretiyle granüle havuzlarına verilir. Sıcak sıvı cüruf, su ile temas ettiğinde 1-10mm tane iriliğinde parçacıklara dönüşür. Cüruf su ile ani olarak soğutularak granüle edilen bir yan üründür. Bünyesinde alüminyum, silis, kireç bulunduran bu madde, çok az kireç veya çimento ile karıştırılıp, bağlayıcılık özelliği kazandığından puzolan olarak kabul edilir [31].

Yüksek fırından çıktığında yaklaşık 1400⁰-1600⁰C' de sıvı halde bulunan cüruf, havada yavaş yavaş soğumaya bırakıldığında gri renkte sert bir malzemeye dönüşür. Yüksek fırından sıvı olarak alınan atık malzemeler soğutma hızına ve yöntemine göre farklı karakteristikler gösterirler [32].

- Önce normal atmosferik koşullarda ve daha sonra su ile soğutulan cüruflara, havada soğutulmuş yüksek fırın cürufu denir.
- Su, basınçlı hava ve buharla soğutulan cüruflara, genişletilmiş yüksek fırın cürufu denir.
- Suda ani olarak soğutma işlemine tabi tutulan cüruflara ise granüle yüksek fırın cürufu denilir.

Çimento kadar mukavemetli oluşu, yapısında kireç bulundurmadığı için kimyasal açıdan dayanıklılığı onu diğer puzolanlardan ayırır. Yüksek fırın cürufu çimentoların hidrasyon ısısının düşük olması bir avantajdır. Bu özellik nedeni ile mukavemet kazanımı çok yavaş olmaktadır. 28 günlük priz süresinin yeterli olmadığı, 28 gün sonunda da dayanımın artmaya devam ettiği gözlenmiştir [19].

Demir çelik endüstrisinin yüksek fırınların atığı olan yüksek fırın cürufu ve enerji santrallerinin atığı olan uçucu kül, elektro metalurji endüstrisinin atığı olan silis dumanı çimento içerisinde katkı maddesi olarak kullanılabilen ve klinker üretimini kısmen de olsa azaltmaktadır. Çimento üretiminde % 65'in üzerinde yüksek fırın cürufu katkısının sülfatlara dayanıklılık özelliğini artırmaktadır [33].

Yüksek fırın cürufu, kimyasal etkilere karşı dayanıklı olması ve betonun hidrasyon ısısını düşürmesi nedeni ile beton üretiminde kullanılmaktadır. Hidrasyon ısısının düşük olması kütle beton inşaatı için avantaj teşkil eder. Ancak sertleşme hızı düşük olduğundan soğuk havalarda dezavantaj yaratırken, sıcak havalarda ise avantaj sağlar. Zararlı suların tesirine karşı da mukavemeti fazladır. Ayrıca betona sıklık ve plastiklik özellik kazandırır. Plastik özelliğinden dolayı çekme ve eğilme mukavemetleri yüksektir. Sarsıntı ve darbeye karşı daha mukavimdir. Yüksek fırından çıkan ve yaklaşık 1500 ⁰C sıcaklıktaki cüruf kendi haline soğumaya

bırakıldığı takdirde kristal yapıları meydana gelir. Bu durumdaki cüruf herhangi bir şekilde bağlayıcı madde özelliği göstermez. Cürufun amorf veya camı yapıya sahip olması durumunda içyapısı çok karasızdır, dolayısıyla kimyasal bakımdan daha kuvvetli ve enerjik bir şekilde reaksiyon yapma özelliğine sahiptir. Buda cürufa bağlayıcı madde özelliği kazandırır [31].

Çimento üretiminde maliyeti oluşturan en büyük girdi kalemi enerjidir. Toplam üretim içerisinde enerji maliyetinin payı yaklaşık % 50'ye varmaktadır. Çimento üretiminde ısı enerjisi ara ürün olan klinker üretiminde tüketilmektedir. Bu nedenle klinker kullanımını azaltmak amacıyla yüksek fırın cürufunun çimento içinde kullanılması enerjideki maliyet miktarını düşürecektir [33].

Sanayi atığı olan yüksek fırın cürufunun özel yöntemlerle ve belirli maliyetlerle depolanması gerekmektedir. Üretilen 1 ton çeliğin, % 10'unu çelik cürufu olarak ortaya çıkmaktadır [32].

Cürufun çimentoya karıştırılması ilk defa 1863'de Almanya'da Langen tarafından gerçekleştirilmiştir. Cürufun kullanılması ancak 1934 senesinde Fransa'da resmen kabul edilmiştir. Bu tür çimentoların tüketimi devamlı bir artış göstermiştir. Rusya'da üretilen 110 milyon ton çimentoda cüruf çimentosunun miktarı 30 milyon ton gibi yüksek orana ulaşmıştır. Betona katılan cüruf oranı, örneğin Japonya'da çimento ağırlığının %70' ine kadar artırılmış hatta bazı deneysel çalışmalarda bu oran, %95'lere kadar çıkarılmıştır [34].

Yapılan bir çalışmada; betonun maksimum agrega tane çapı 4mm, 8mm, 16mm ve 32mm seçilmiştir. Çimento inceliğinde öğütülen cüruf, beton karışımına portland çimentosu (CEM I 32,5) ile ağırlıkça % 1, 5, 7 ve 10 oranlarında yer değiştirilerek kullanılmıştır. Çalışmadan elde edilen verilere göre; en düşük basınç dayanımı agrega boyutu maksimum 4mm olarak seçilen beton serisinde, en yüksek basınç dayanımı da agrega boyutu maksimum 32mm olarak seçilen beton serisinde görülmüştür. Agrega tane çapı arttıkça betonun basınç dayanımında artış olmuştur. Şahit kabul edilen betonla ile cüruf katkılı betonlar incelendiğinde, % 3 cüruf katkılı beton basınç dayanım değerleri % 7-11 oranında artmıştır. Ancak bu oran % 5

olduğunda elde edilen basınç dayanım değerleri şahit kabul edilen betonla aynı değerleri almıştır. Sonuç olarak cürufun % 5 oranında betona ilavesi ile, bu atık malzemenin sadece ekonomiye kazandırılması açısından düşünülebilecek bir katkı malzemesi olduğu ortaya çıkmıştır [35].

Portland cürufllu çimentolar; klinker, cüruf ve az miktarda alçı taşının birlikte öğütülmesi ile elde edilen çimentolardır. Bu çimentolar ihtiva ettikleri cüruf miktarına göre iki sınıfa ayrılırlar. Kütlece % 6-20 arasında cüruf ihtiva edenler A sınıfı, kütlece % 21-35 arasında cüruf ihtiva edenler B sınıfıdır. 28 günlük basınç dayanımlarına göre PCC 32.5, PCC 32.5 R, PCC 42.5, PCC 42.5 R, PCC 52.5, PCC 52.5 R olmak üzere 6 tiptir [31].

Cürufa karıştırılan bağlayıcı maddelerin türü ve miktarı değiştirilerek farklı cinste cüruf çimentoları elde edilmektedir. Bunların en önemlileri aşağıda kısaca açıklanmıştır; [31]

- Kireç Esaslı Cüruf Çimentoları; Bu çimentolar ağırlıkça %70'ten fazla cüruf ve %30'dan az yağlı kireçten oluşmaktadır.

- Yüksek Fırın Cüruf Çimentoları; Türk standartları tarafından da kabul edilmiş olan bu çimentolar belirli oranda cürufun, klinker ile karıştırılarak alçı taşı ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$) ile birlikte öğütülmesi sonunda elde edilmektedir.

- Sülfatlı Cüruf Çimentosu; Türk standartlarınca kabul edilen bu cüruf çimentosu, granüle yüksek fırın cürufuna klinker ve en az %5 oranında kükürt trioksit (SO_3) bulunmasını sağlayacak miktarda kalsiyum sülfatın (CaSO_4) katalizör olacak kadar az miktarda karıştırılması ve birlikte öğütülmesiyle elde edilir.

Çelikhane cüruflarının karayollarında asfalt agregası, demiryollarında balast malzemesi, beton üretiminde agrega yerine kullanımına uygun özellikleri taşıyıp taşımadığının belirlenebilmesi için karakterizasyon çalışmaları yapılmış ve bu çalışmalar cürufların belirtilen uygulama alanlarında kullanımının olumlu sonuçları verebileceği düşüncesini doğurmuştur. Kullanım alanları her bir ülke ve tesisin özel

koşullarına göre değişebilmektedir. Örneğin Çin’de çimento sektöründe, Japonya ve Avustralya’da karayollarında kullanılmaktadır. Morrison R. 1974 yılında Batı Virjinya’da yaptığı çalışmada, katı yakıtlı kazanlardan çıkan cürufu, dere malzemesini karıştırarak ince tabakalı asfalt kaplamalarda kullanıma uygun olduğu sonucunu ortaya koymuştur. Boyutları 12,7mm ile 50,8mm arasında olan % 50 oranında katı yakıtlı kazan cürufu, % 39 dere kumu, % 3üçü küllü ve % 8 oranında asfalt malzemesi kullanılarak hazırlanan karışımın, ağır kamyon trafiğinin olmadığı yerlerde 10 seneden daha uzun süre yapısal değişikliğe uğramadan hizmet edebildiği gözlenmiştir. Karayolu üst yapısında kullanılan agregalar yola etki eden yüklerin oluşturduğu gerilmelere karşı önemli rol oynamaktadır. Yapılan çalışmalar ve alınan sonuçlar çelikhane cürufunun bitümlü sıcak karışımlarının performansını kapsamlı olarak düzelttiğini ve bir agrega malzemesi olarak karayolu üst yapısında kullanılabilirliğini göstermiştir [36].

Yüksek fırın cürufunun günümüzde yaygın olarak kullanılmaya başlanan cam-seramik şeklindeki tüketimi çevre sorunları ve ekonomiye katkısı yönünde büyük bir gelişme göstermiştir. Yüksek fırın cüruflarından cam-seramik üretimi sıcaklık-zaman parametreleri optimize edilerek özel ısı işlemler sonucu gerçekleştirilir. Yüksek fırın cüruflarından elde edilen cam-seramik malzemeler şu anda yapı malzemesi olarak kullanılan seramiklere oranla daha mukavim, aşınmaya karşı dayanıklı ve özellikle termal genişleme katsayıları düşük olan malzemeleridir. Yüksek fırın cürufları ile uçucu küllerin çeşitli oranlarda karıştırılmasıyla da cam seramikler üretilebilmektedir. Özellikle eski S.S.C.B’ de aşınma ve iklim şartlarına karşı dirençli uygulamalarda cüruf esaslı cam-seramikler yeni binaların dış cephe kaplamalarında senede 600.000 ton’luk bir kullanıma sahiptirler ve yer döşemelerinde kaplama malzemesi ve yer karosu olarak kullanılmaktadır. Cam seramiklere duyulan gereksinimler ve bunun için yapılan araştırmalar otuz yıldır devam eden bir süreci kapsamaktadır. Cam seramiklerin temel maddesi cam olduğundan cam sanayisi bu açıdan önemli bir role sahiptir. Cam-seramik malzemelerin uygulama alanlarından başlıcalarını ısıya dayanıklı sofra gereçleri, atmosfer ve kimyasal ortalama dayanıklı bina ve tesislerin dış yüzey kaplamaları ile dekoratif amaçlı çeşitli renklerde üretilebilen iç yüzey kaplamaları olarak saymak mümkündür [32].

Yüksek fırın cürufundan elde edilen cam-seramik malzemeler, biyomedikal uygulamalarda, kemik implantlarıyla diş dolguları olarak kullanılabilirler. Cam-seramiklerin üstün sertlik ve aşınma dirençleri bu tür malzemelerin pompa ve boru hatlarında kullanılabilmelerini sağlamaktadır. Radyoaktif atıkların depolanması için kullanılan herhangi bir malzeme yalnızca atıklar için değil, aynı zamanda çevreleyen ortam içinde sızmalara karşı nüfuz edilemeyen bir özelliğe sahip olan cam-seramik malzemelerin kullanımı en uygun çözümdür [32].

BÖLÜM 6. KERPIÇ YAPILARDA MEYDANA GELEN HASARLARIN NEDENLERİ

Tarihi yapılarda kullanılan toprak malzemeler doğa ve çevresel faktörler, sıcaklık, rüzgar, nem, yağmur ve güneş ışınları gibi etkenlerden dolayı zarar görürler [37].

6.1. Suyun Etkileri

Yapı elemanlarının nemlenmesi temel olarak zemin suyu, yağış suyu ve havadaki su buharı olmak üzere üç kaynağa dayanır [38].

6.1.1. Zeminden Yükselen Nem Problemi

Yapı malzemelerinde özel bir önlem alınmadıkça, gözenekli oldukları için suyu emme özellikleri vardır. Toprak suyu bir kere yapı tabanına ulaştığında veya yapı çevresinde biriken sular varsa, su gözenekli malzeme içerisinde yükselir. Zemin suyunun diğer su problemlerinden farklı olarak ciddi hasarlara neden olmasının nedeni, suyun tuz yüklü toprağın tuzlarını çözerek, yapı elemanları içine taşıyıp buharlaşma bölgesine kadar sürüklemesidir. Bu tuzlar sürekli olarak buharlaşma bölgelerinde gözenekler içinde birikerek büyüyen kılcal çatlaklara neden olurlar [38].

Zeminden yükselen nemin teşhisi; en belirgin özelliği duvar yukarısında kabaca yatay bir dalga hattı oluşturması ve bu hattın üzerinde hiçbir çatlak görülmezken aşağısında nemli şartlar ve buharlaşma bölgesi olması nedeniyle sıvanın dökülmesi, dekorasyonların bozulması, beyazlaması ve kavlamasıdır.

6.1.2. Yağmur Suyu Etkisi

Kar ve yağmur şeklinde olan yağışlar yapıya çatıdan, duvarlardan ve yapının yanında birikip kapilarite ile zeminden girerek etkilerler. Yağışların yapıya verdikleri zarar, yağış miktarına, süresine, rüzgar basıncına ve suyun geliş açısına bağlıdır. Yağışlar yapıyı noktasal olarak; dış sıvadaki çatlaklar, kötü detaylar, bozuk yağmur uzaklaştırma sistemleri, saçaklar, çatı örtüsündeki aksaklıklar yoluyla etkiler. Yağış yönüne, açısına ve rüzgar basıncına bağlı olarak doğrudan yağış etkisinde kalan elemanlarda suyun malzeme yüzeyinden penetrasyonu söz konusudur [38].

Penetrasyon yolu ile herhangi bir seviyeden duvara giren yağmur suyu yerçekimi nedeniyle zemine doğru ilerlemeye çalışır. Ancak duvarın alt bölümünde zemin suyuna karşı kesici bir önlem varsa bunun üzerinde birikip tekrar kapilarite ile yükselerek zemin suyu problemine benzer bir şema gösterir. Bu nedenle çözüm önerilmeden teşhis aşamasında çok titiz çalışmalar yapılmalıdır [38].

Yağış sularından kaynaklanan problemin teşhisinde; dış sıvalardaki hasarlar, doğrama detaylarındaki sızıntılar olarak görülebilir.

6.1.3. Havadaki Su Buharından Kaynaklanan Problemler

Havadaki su buharı, yakın tarihe kadar yapılarda nem problemi olarak görülmediği için yanlış müdahalelerle problem ciddi boyutlara ulaştırılmıştır. Havadaki su buharının yapıda yoğuşması olayının teşhisi güçtür [38].

Yoğuşma tarihi yapı içinde özellikle diğer yüzeylere ve havaya göre daha soğuk kalan, kuytuda kalmış hava hareketi zayıf olan bölgelerde oluşur. Küflerin yetişmesi için saf su gerekir. Yoğuşmayla yüzeyde saf su birikir. Bu nedenle eğer yüzeyde küflenmeler varsa, ölçüm anında risk tespit edilmese bile bu yüzeylerde yoğuşmanın işaretidir [38].

Suyun etkileri; kagir olan kerpiç yapılarda gözenekli yapılarından dolayı temel ve duvarlarında daha çok kendini gösterir. Bu etkileri şu başlıklar halinde sıralayabiliriz;

- Yumuşama: Kil içeren malzemeler su ile ıslanma sonucu içerdikleri kil bileşenlerinin oranı ve dağılımına göre yumuşayıp dirençlerini kaybederler [38].

- Donma etkisi: Suyun malzeme bünyesine girmesiyle yaptığı en önemli hasarlardan birisidir. Donma etkisi malzemenin nem kapasitesi ve ortamın sıcaklık hareketleriyle ilgilidir. Sıcaklık azalıp 0 ° C'nin altına düştüğü zaman malzeme boşlukları içine emilmiş bulunan su, donarak buz haline geçer. Bu geçişte yaklaşık %9'luk bir hacim artışı oluşur. Malzeme gözeneklerindeki suyun donması sonucunda gözenek cidarlarına uyguladığı basınç değişen faktörlere göre duvara zarar verir [39]. Donma olayı malzemede kamalama etkisi yapar. Elemanın içine yerleşen su donduğu zaman çatlaklara neden olur [40].

- Tuzlar ve Etkileri: Zemin suyunun yapılarda malzeme bünyesinde parçalanmalara, yüzey dekorasyonlarının dökülmesine neden olmasındaki ana etken tuzlardır. Zemin suyu içerdiği ve malzeme içerisinde ilerlediği sırada çözdüğü tuzları buharlaştığı noktaya kadar sürükler, burada suyun buharlaşmasıyla tuzlar kristalleşerek birikirler. Bu tuzlar ortamın bağıl nemindeki değişikliklerin boyutuna göre ciddi hasarlara neden olabilirler. Ortamın aniden ısınıp suyun hızla kurumaması, eleman içerisindeki suların yüzeye ulaşmadan buharlaşması sonucu tuzların yüzey gerisinde birikip gözenek duvarlarında gerilmeler yapmasıyla büyük boyutlarda yüzey erozyonlarına neden olurlar [38].

Çoğu zaman hasarlar; duvar üst kısımlarında suyun penetrasyonu nedeniyle, yetersiz drenaj, sıçrama ve özellikle zemin suyunun yükselmesi duvar alt kısımlarında oluşurlar. Yüksek nem miktarları kil bağlayıcılı toprak duvarların çekme ve basınç dayanımlarını önemli ölçüde düşürür. Duvar temelleri ya da alt bölgeleri yani yapının diğer bölgelerine göre daha fazla yük alan kısımları, suyla doymuş hale geldiklerinde göçme eğilimindedirler. Kerpiç duvarların, ıslak zeminle direkt temasından ve yağmur suyunun sıçramasından korunmaları gerekmektedir [41].

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 ya da kaplanmışlardır. Yapıyı korunması gereken örtünün ya da kaplamanın yetersiz olduğu noktalardan içeri giren su bu örtüyü genellikle yüzeyden ayırır, bu kaplamayı bir yüzey veya tabaka halinde yerinden kaldırılır ya da kaplamada bölgesel bozulmalara neden olur. Yapı üzerindeki çamur sıva ya da kaplamalar aşınır, badana çözülür ve aşınır, kireç harcıyla yapılmış sıva parçalar halinde yüzeyden ayrılır. Mevcut suyun desteklediği organik gelişimler aktif ve hızlı bir biçimde bozulmalara neden olur [41].

Kerpiç yapıların varlıklarını sürdürmeleri için su geçirimsiz ve dayanıklı bir malzemedan inşa edilmiş geniş saçaklı çatı zorunludur. Yapıda oluşan hasarlar genellikle ıslanma derecesine bağlıdır. 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 oluşan oyuklardır [41].

6.2. 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 mikroskopik bitkiler.

Bitki kökleri, kendi ağırlıkları, büyümeleri ve rüzgar nedeniyle oluşturdukları kuvvetlerde duvara baskı yaparlar. Hasarların oluşmasıyla mevcut olan bitki kökleri, küçük canlılar ve bitkiler tarafından besin olarak algılanarak yapıdaki bozulmanın kapsamını genişletmiş olurlar.

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 [41].

Bitkilere ek olarak insan etkileri de söz konusudur. İnsanların kasıtlı olarak tarihi yapıları yıkıp yerine yenilerini yapması ya da savaşta tarihi yapıları yok etmesi gibi etkenler söz konusudur. Tarihi yapıları restore etmek de yeterli değildir. Kalıcılığını sağlamak amacıyla yaşam alanları oluşturmak gereklidir. Burada da insanın olumlu etkilerini görmek söz konusudur. Yoksa içinde yaşanmayan yapılar da zamanın ve doğanın etkisiyle yok olup giderler. Tarihi yapılara yeni işlevler kazandırarak yaşama dönüştürülmeleri sağlanmalıdır. Ama yeni işlev kazandırırken mümkün olduğunca en az müdahale ile bu işlem gerçekleştirilmelidir.

6.3. Rüzgar

Hava hareketi yapı bünyesindeki suyu buharlaşma yoluyla çeker. Havanın doğal nem miktarına bağlı olarak kerpiç ve toprak yapılar, ağırlıklarınca %10 a varan nem oranına sahiptirler. 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 değişir. Özellikle kurak iklimlerin hüküm sürdüğü bölgelerde öğleden sonraları güneş ısıısının etkisiyle oluşan hava akımlarının kaldırdığı kumlara maruz kalabilirler. Hava hareketiyle taşınan kumlar yüzeyde aşınmalara sebebiyet verirler. Rüzgar hızının artması da bu aşınmayı daha da hızlandırmış olur. Ayrıca kuruma nem kaybıyla oluşan büzülme ve sonucunda da yüzey kaplamalarındaki hasarlara neden olurlar [41].

6.4. Deprem Etkileri

Topraklarının büyük bir kısmı deprem bölgesinde olan Türkiye’de yıllar boyu can kayıplarına ve önemli hasarlara neden olan depremler yaşanmıştır. Kırsal alanlarda yapılar, kişilerin ihtiyaçları doğrultusunda bölgesel yapı malzemeleri ve geleneksel

yapım yöntemleri ile kullanıcılar veya yöredeki ustalar tarafından üretilmektedir. Uygun olmayan tasarım ve inşa, yetersiz temeller ve çatılar, zayıf ve eksik malzemeler, yetersiz işçilik kerpiç yapılarda hasarlar oluşmasının sebeplerindedir. Hımmış yapıların deprem anında göstereceği davranış; büyük deformasyonlarda dolgu malzemesi parçalanıp dökülmektedir [42].

Ülke topraklarında yaşayan nüfusun büyük kısmının deprem tehdidi altında olduğu bilinmektedir. Safranbolu'da birinci derece deprem bölgesi içindedir. Ama ahşap strüktürün neredeyse mükemmel yakın olması Safranbolu evlerinin depreme karşı dayanıklı olduğunu gösterir.

6.5. Duman, Gazlar ve Hava Kirliliği

Yağmur suyuyla birleşen atmosfer kirliliği yapıların yüzeylerinde ve yüzey malzemelerinde korozyon, erozyon ve ayrışmaya neden olur. Ayrıca, kirlenmiş atmosferin içinde taşıdığı zararlı gazlar, kum, toz vb. katı partiküller rüzgarında yardımıyla yapı yüzeylerinde birikirler. Yanma sonucu oluşan gazlar, havada su zerrecikleriyle karşılaştıklarında değişik kimyasal etkiler yaparlar. Çözünürlükleriyle malzemeye ve yapıya zarar verirler [39].

Atmosferde en çok bulunan gazlar nitrojen, oksijen, argon, su buharı ve karbondioksittir. Neon, kripton, helyum, ksenon ve hidrojen ise çok az miktarlarda bulunurlar. Genel koşullar içinde havanın bileşenleri atmosferik kirlenmenin nedeni olamazlar. Diğer maddeler örneğin; kükürt oksit, klor ve flor bileşenleri ve tuzlar kirlenmiş atmosferin bileşenlerini oluştururlar. Havanın esas bileşenleri düşünülecek olunursa, çok kirlenmiş bir atmosferde dahi kirleticilerin oranı düşük kalır. Buna rağmen hava kirleticilerin gücü suyla birleştirildiği zaman kestirilemez [39].

Duman kusurlu yanmanın bir ürünüdür. Duman parçacıkları çok ufaktır ve gaz gibi davranırlar. Kömür büyük oranda karbon ihtiva eder. Tamamlanmamış yanmasından bölünmüş parçacıklar artar, karbon şiştiği zaman siyah görünür. Kömür aynı zamanda katran kaplı hidrokarbonlar içerir ve parçacıkların yapışma gücüne eklenerek isli, kurumlu tabakalar oluşturma eğilimi gösterir. Havada asılı kalan

tanecikler hava akımlarıyla sürüklenirler ve çatlaklardan yapıya girerler. Gaz molekülleri iç hacimlerin kapalı yüzeylerine sızarlar, devamlı bombardıman ederler, duman parçacıkları ise yapışma özelliklerinden ötürü kalırlar bu da kirin birikmesi için uygun bir nedendir. Bu nedenle yüzeyde yapışıp kalan parçacıklar isli bir tabaka oluştururlar [39]

Safranbolu ilçesi mevki olarak Karabük'e yakın olmasından dolayı Kardemir Fabrikasının ve çevredeki haddanelerin üretimlerinden ve doğal gazın bulunmayışından dolayı evlerin bacalarından çıkan duman ve islerin Tarihi Safranbolu evlerinin cephelerini kirletmekte ve cephe yüzeyinde zararlı kimyasal reaksiyonlara girmektedir.

BÖLÜM 7. KERPIÇ YAPILARDA MEYDANA GELEN HASARLARIN ONARILMASI

Tarihi yapılarda öncelikle bir restorasyon çalışması yapılabilmesi için tarihi yapıdaki kullanılmış olan malzeme özelliklerinin belirlenmesi gerekmektedir. Bunun için öncelikle yapının projesi temin edilir. Proje ile yapı karşılaştırılır. Eklenti, yıkım vb değişiklikler ve hasarlar tespit edilir. Proje temin edilemez ise veya proje ile yapının mevcut durumu arasında önemli farklılıklar var ise yapının röleve projesi hazırlanır. Yapıda hasarlı bölgeler belirlenir.

Tarihi yapıların sağlıklı onarılması ve yaşatılabilmesi için restorasyon esnasında mevcut orijinal malzemelere uygun olan onarım malzemelerinin hazırlanması gereklidir. Tarihi eser onarımları sırasında gerek orijinal taşlar gerekse kullanılacak olan taşların tüm özellikleri tanımlanır ve sınıflandırılır. Benzer şekilde harç ve sıvalarında kimyasal içeriklerinin ve fiziksel özelliklerinin bilinmesi üretilecek yeni malzemelerin orijinallerle ve diğer yapı malzemeleri ile uyumlu olması gereklidir [22].

Koruma, yapıların mevcut durumlarını muhafaza etmek ve yapıda oluşan bozulmaları önlemek amacıyla yapılan çalışmalardır ve özgün malzemeye en az müdahale ile yapılmalıdır. Yapılan müdahaleler geri dönüşümlü olmalıdır.

Onarımda kullanılacak malzemenin doğru seçilebilmesi veya üretilebilmesi için, özgün malzeme özelliklerinin çok iyi belirlenmesi gerekir. Bu amaç ile tahribatsız deney yöntemlerinden ve laboratuvar deneylerinden yararlanır. Doğru kullanılması ve yeterli sayıda deney yapılması koşulu ile bu deneylerin uygulanması kolay, ucuz ve hızlıdır [43].

Yanlış yapılan restorasyonlarda tarihi yapılara zarar vermektedir. Eskiden tuğlalar pişerken 800°C'nin üzerine çıkılamazdı. Oysa günümüzde çok daha yüksek sıcaklıklarda pişirilmektedir. Bu da tuğlanın erimesini ve porozitenin düşmesini sağlar. Fakat bu iki farklı tuğla yapısının bir arada kullanılması çeşitli problemler yaratır [44].

Yıllar boyunca uygulanan çağdaş malzemelerin, tarihi malzemelerde ki restorasyonu ne yazık ki çeşitli dezavantajlar doğurmuştur [45].

Türkiye'de tarihi yapılarda uygulanan koruma çalışmaları "Eski Eser Birim Fiyat Tarifleri" ismi ile bilinen şartname esas alınmaktadır. Bu şartnamede müdahale biçimleri tanımlanmakta ve bunun karşılığı olan birim fiyatlar verilmektedir. Şartnamede belirtilen işlemler, özgün malzemelerin korunmasından çok onların yenilenmesine yöneliktir. Bu işlemlerden bazıları aşağıda verilmiştir [46] ;

- Tarihi yapılarda kullanılacak taşların seçimi, özgün taşların fiziksel, kimyasal, mineralojik özelliklerinin bilinmesi gerekir. Bu özelliklerin bilinmesi yeni taşların seçiminde ölçüt oluşturur ve bunlar bilinmeden kişilerin görsel beğenisi ile onarımlarda kullanılacak taşların tespit edilmesi yanlış bir yaklaşımdır.

- Ülkemizde çok yaygın olarak fiziksel ve mekanik özelliklerini yitirmemiş tarihi yapı taşları çürütme tekniği ile kaldırılmaktadır. Çoğu kez sadece taş yüzeylerinde gözlenen kabuk kalkması, renk değişimi gibi bozulma problemleri taşların değiştirilmesi için gerekçe oluşturmaktadır. Bu uygulamalar çağdaş korumanın ilkeleri ile bağdaşmamaktadır.

- Epoksi reçinesi ülkemizde yapılan onarım çalışmalarında yaygın olarak çatlakların doldurulmasında yapıştırıcı olarak kullanılmaktadır. Örneğin, yapı malzemeleri ile uyumlu çalışmayan ve onların sahip olduğu mekanik özelliklerden daha güçlü olan bu malzemeler uzun dönemde özgün yapı malzemelerinin bozulma problemlerini artırmaktadır. Özgün malzemedan daha fazla mekanik özelliklere sahip olan malzemelerin kullanımı tercih edilen bir uygulama değildir. Yapıda oluşan hareketler sırasında bu malzemeler sağlam kalırken özgün malzemeler daha fazla zarar

görecektir. Bu malzemelerin yerine özgün malzeme ile uyumlu, onların bozulma sorunlarını kontrol altına alacak ve bilimsel çalışmalar ile uygunluğu tespit edilmiş geleneksel malzemeler kullanılmalıdır.

- Fiziksel ve mekanik özelliklerini yitirmemiş tarihi değer taşıyan özgün sıvaların sökülerek yeni sıvaların yapılması koruma anlayışı içinde değerlendirilemez. Çağdaş koruma anlayışı özgün sıvaların yenilenmesine değil onların korunmasına yöneliktir.

Eski derzlerin sağlamlaştırılması ve yapı içindeki fonksiyonunu sürdüreceğ biçimde korunması sağlanmalıdır [46].

Tarihi yapılarda harç ve sıvalarda yapılan analizin amacı, malzemenin kalite kontrolü değil, kimyasal ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesidir [22].

Tarihi harçların onarımında yeni harç üretilirken olması gerekenler aşağıda özetlenmiştir [47];

- Görünüşte benzerlik olmalı,
- Tarihi harç ile aynı bileşenlere sahip olmalı,
- Benzer agrega dağılımı olmalı,
- Üretilen harçta çıkan mukavemet değerleri tarihi harçtakine yakın olmalı,
- Porozite değerleri de aynı oranlarda olmalıdır.

Tarihi yapı malzemelerini korumaya yönelik ilk müdahale, nemi kontrol altına almaktır. Tarihi yapılarda gözlenen bozulmaların temel kaynağını nem teşkil etmektedir. Nemin kontrol altına alındığı koşullarda malzemelerde gözlenen bozulmalar yavaş ilerlemektedir. Yapıyı nemden kurtaracak çatı onarımı, çatlakların onarımı, çevre drenajı gibi çalışmalar özgün malzemeleri korumada alınacak ilk ve en önemli koruma önlemleridir. Nem kaynaklarını tespit etmek ve bunları kontrol altına almak uzmanlığı ve sistematik bir araştırmayı gerektirir. Bu ilk önlemleri, yapı bütününde ve bu bütünü oluşturan malzemelerde gözlenen ve bozulmayı hızlandırdığı tespit edilen bitki oluşumları, çözünen tuzlar gibi zararlı ürünlerin temizliği, sağlamlaştırma, yüzey koruma ve bakım çalışmaları izler. Bu

müdahalelerden temizlik, sağlamlaştırma ve yüzey koruma her koşulda yapılması zorunlu olan ve belirli bir sırayı takip etmesi gereken müdahaleler değildir [46].

Temizlik çalışmaları sadece estetik gerekçelere dayanılarak yapılmamalıdır. Temizlik, eğer malzemelerin bozulma sorunlarını azaltıp onların daha iyi korunmasını sağlayacaksa yapılması gereken bir müdahale türüdür ve her temizlik çalışması özgün malzemedeki kayıplara yol açmaktadır. Temizleme yöntemleri; temizlenecek ürünün cinsi, malzeme ile olan ilişkisi, malzemenin fiziksel koşullarının tespitinden sonra seçilebilir. Seçilecek temizleme metotları, çevreye zarar vermeyen, malzeme kayıplarını artırmayan ve zararlı yan ürünler üretmeyen metotlar olmak zorundadır. Bazı durumlarda temizlik işleminden önce temizlenecek malzemenin veya komşu malzemelerin sağlamlaştırılması, duvarlarda gözlenen derz boşluklarının ve çatlakların doldurulması gerekir [46].

Ne yazık ki yıllar boyunca tarihi yapılarda restorasyon amaçlı uygulanan çağdaş malzemelerin birçok dezavantajı oluşmuştur [36].

Koruyucu, bağlayıcı ve sağlamlaştırıcı malzemeler kullanılmadan önce bileşimleri, özellikleri, bozulmaları ve malzeme üzerindeki koruyuculuğu üzerine yapılmış çalışmalar ve gözlenen sonuçları mutlaka irdelenmelidir [46].

Tarihi yapılarda restorasyon yaparken dikkat edilecek hususlar şunlar olmalıdır [48];

- Hasara sebebiyet veren faktör bulunmalıdır.
- Tamirat için seçilen malzeme, hasar oluşturan faktöre karşı dayanımlı olmalı.
- Seçilen yeni malzeme eskisiyle uyumlu olmalı.
- Seçilen yeni malzeme eskisine zarar vermemelidir.

7.1. Nem ve Su Etkilerine Karşı Koruma Yöntemleri

Tarihi yapılarda nem problemi hiçbir zaman tek bir nedenden kaynaklanmaz, çoğu zaman birkaç bozulma nedeni bir arada görülür. Bir yapının onarımında sadece hasar gören bölümlerin temizlenip yenilenmesi yeterli değildir. Önemli olan hasar nedenini

kontrol altına alarak yapılacak onarımın kalıcılığının sağlanmasıdır. Herhangi bir çözüm uygulanmadan önce çok ciddi tespitlere dayanan doğru teşhisler koyulmalıdır. Çünkü yanlış teşhisler veya bilgisizce yapılan müdahaleler gereksiz yere maliyet getirirlerken sorunun gerçek nedenini şiddetlendirici etkiler yapabilirler.

Yapı Alt Kısımları: Duvar alt bölgelerinde meydana gelen hasarlar daha öncede bahsedildiği gibi; zemin suyunun bünye içine kapiler olarak emilmesiyle veya yağmur suyunun sıçramasından dolayı, oluşan yüksek nem miktarından kaynaklanır [41].

Kerpiç temellerde biriken su yapıdan başka taraflara çekilmelidir. Bu ise meyil verme, çakılla doldurulmuş drenaj çukurları oluşturma, tuğla, kiremit veya taştan yapılmış oluklar yapılabilir. Meyil vererek suyu uzaklaştırmak belki de en iyi çözümdür. Çünkü kusurlu ya da yetersiz su olukları ve hendekler suyu duvar altlarında ve temellerde tutabilirler [41].

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 [41].

Yapı Yüzeyleri: Koruma, yapının dayanıklılığını artırır. Aşınma ve bozulmaların oluşumlarını geciktirir yada engeller. Koruma her ne şekilde olursa olsun, duvara zarar vermemeli ve yapının gözenekliliğine, nefes alışına uygun olmalıdır [41].

En sık rastlanılan 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.

Mimarlık tarihinde sıva uygulamalarına tarih öncesi devirlerden beri rastlanmaktadır [49].

Tarihi yapılarımızdaki özgün malzemeler ve sıvalar raspa edilmek yerine titizlikle belgelenmeli, teknolojik özellikleri üzerine çalışmalar yapılarak onarım malzemeleri geliştirilmelidir [41].

Mezopotamya da kullanılan kil esaslı, saman katkılı sıva harçlarının yanı sıra kireç hamuru katkılı kil harçlar ve kireç bağlayıcı kullanılarak oluşturulan harçlar sıva olarak kullanılmıştır [39].

- Çamur Sıvalar; Çamur sıvalar, yüzey kaplamaları olarak toprak yapıların inşası başladığından beri kullanıla gelmektedir. Atmosfer koşullarında hızlı bir aşınmaya ve hasara açık bir malzemedir. Sık sık bakım gerektirir. Ancak kolay elde edilebilir. Ucuz ve kalifiye işçilik gerektirmeyen, geleneksel bir malzemedir. Bu kadar sık kullanılması bu sebeplere bağlanabilir. Çamur sıvalara, aynı kerpiç tuğla inşasında olduğu gibi kil, kum, su, ot, saman, alçı, ve kireç 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 [41].

- Kireç Bazlı 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 [41].

- Kireç Kum Alçı Karışımı Sıva; Kolaylıkla işlenebilir, priz sonrasında genleşen alçı kirecin rötresini azaltacağından alçı katkılı kireç karışımları yumuşak ince sıva sağlanması için kullanılır. Alçı oranı arttıkça sıvanın sertleşmesinin çabuklaşacağına dikkat edilmelidir [39]. Daha önceki bölümde de alçının kerpiç ile kullanılmasının avantajlarına değinmiştik [41].

- 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 yüzeyini sürekli olarak badanalı tutmak önemlidir [41].

Ayrıca kerpiç duvarları yenilemek ve onarmak maksadıyla çimento içerikli sıvalar da uygulanmaktadır. Fakat bu tür çimento içerikli sıvalar yapıya zarar vermektedirler. Çünkü çimento bazlı malzemeler; farklı yoğunluklarıyla, su ve nem geçirgenlikleriyle, dayanımlarıyla ve ısıl davranışlarıyla kerpiç malzemeye uygun değildirler. Kerpiç malzeme 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 duvarın 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.

Yapı Üst Kısımları: 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 [41].

7.2. Yapı Strüktürü

Türkiye depremle yatıp depremle kalkarken şüphesiz herkesin aklına depreme karşı kerpiç yapıların dayanıklı olup olmadığı geliyor. Uygulanacak olan yapının yalın kare veya dikdörtgen olmasına çalışılmalı, fazla girinti ve çıkıntı olmaması sağlanmalıdır. Geniş saçak yapılması, duvarların yağmurdan korunması bakımından yararlıdır.

Depreme dayanıklı yapılmayan, hatılsız, köşe bağlantıları iyi olmayan yapıların yıkıldığı görülmüştür. Kerpiç malzeme ile üretilen yapıların depreme karşı mukavemetsiz oluşu sadece malzeme hatasından değil, gereken detayların uygulanamayışı, nem ile ilgili sorunlar, en önemlisi yapının strüktürü ile ilgili sorunlardan kaynaklandığı tespit edilmiştir [50]. Bu sorunlar da çatki elemanlarında bağlantıların yeterli sağlamlıkta yapılamamasıdır.

Ahşap arası kerpiç dolgulu yapılar genellikle iki katlı olarak yapılmış, kerpiç malzemenin su ve nem alması nedeniyle ahşap malzemelerin çürümesine neden olmuştur. Kerpiç malzemelerle birlikte taşıyıcı strüktür malzemesi olarak bazı yapılarda suya ve neme dayanıklı olmayan, kısa sürede çürüyen ahşap malzemelerin kullanıldığı gözlenmiştir.

Deprem bölgelerinde kerpiç malzemenin kullanıldığı duvarlarda hem yatay hem düşey yükler için yapı elemanlarının boyutlandırılması standartlara ve yönetmeliklere uygun olmalıdır. Kerpiç malzemeli yapıların strüktürünün güçlendirilmesinde ahşap malzeme kullanılmıştır. Kerpiç ile birlikte kullanılan ahşap dikme, payanda ve kirişlerin nemden etkilenmeyen veya uzun süre dayanabilen malzemedan olması gerekmektedir [50].

Bir yapının depreme dayanıklı olması için belli kriterleri sağlaması gerekmektedir. Yapının üzerine oturduğu zeminin özelliği, en az yapıda kullanılmış olan malzemeler ve sistem kadar önemlidir. Ancak bazı durumlarda yapıda oluşan hasar tamamen kullanılan malzeme ve sistemle ilgili olabilir. Afet bölgelerinde yapılacak yapılar hakkında yönetmelik gereği yığma ve kerpiç binalar ile ilgili tüm kurallara uyulduğu takdirde ayrıca deprem hesabı yapılması gerekli değildir [42].

BÖLÜM 8. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Bu çalışmada, Safranbolu evlerinde kullanılan harç ve sıva malzemelerinin özelliklerine uygun bir karışım elde etmekte ve bu evlerde oluşan hasarların onarımını sağlamak amacıyla en uygun bir karışım elde etmeye çalışmak amaçlanmıştır.

Bu maksatla elde edilen harç karışımlarının içinde belli oranlarda yüksek fırın cürufu kullanılmıştır. Yüksek fırın cürufunun kullanılma sebebi; kendi başına puzolonik bir özelliği olmadığı halde çimento içinde kullanıldığında yüksek oranlarda puzolonik özellik oluşturması ve yüksek fırın cürufu çimentoların elde edilmesi bizi bu düşünceye sevk etmiş ve toprak içinde kullanımının da puzolonik bir etkisinin olup olmayacağı tezimizin ana teması olmuştur.

Bu maksatla yapılan deneysel çalışmamızda kullanılan malzemeler; ahşap kalıplar, toprak, kireç, alçı ve su kullanılmıştır. Seçilen ahşap kalıpların boyutları 7cm *7cm* 7cm dir. Kalıplar kullanılmadan önce kalıp yağı sürülmüştür. Kerpiç numuneleri için kullanılacak olan yüksek fırın cürufu Karabük Demir Çelik Fabrikasından getirilmiş ve kimyasal bileşim oranları Kardemir kimya laboratuvarından alınmıştır. Deney için kullanılan yüksek fırın cürufu için 2mm lik elek altında kalan malzeme kullanılmıştır

Kimyasal Bileşim	%
SiO ₂	38,45
CaO	33,50
Al ₂ O ₃	13,64
MgO	8,58
MnO	1,40
S	0,76
Fe	0,59

K ₂ O	1,42
Na ₂ O	0,24
TiO ₂	0,46

Yüksek Fırın Cürufunun Özgül Ağırlığı : 2,89 gr/cm³

Deneylerde kullanılan alçı ve kireç sanayi ürünü olduklarından araştırmanın deneysel kısmında toprağa ait fiziksel ve mekanik özellikleri belirleyen deneylere ağırlık verilmiştir.

Deneyimizde kullandığımız alçı çeşidi katkısız alçıdır. Nedenini de kısaca açıklamak gerekirse; katkılı alçıda %60 su/alçı oranındaki bir hamur için priz başlangıcı 5 dakika, priz sonu ise 12 dakika olarak belirlenmiştir. Katkısız alçıda ise, bu değerler sırasıyla 2,5 dakika ve 8 dakikadır. Katkılı alçıda prizin başlangıç ve bitiş süreleri katkısız alçıya göre daha uzundur. Buna rağmen toprakla karıştırılması halinde her iki tür alçı da, çok hızlı priz yapmıştır. Katkısız alçı, fabrikada olduğu gibi bölgesel ocaklarda da üretilebilir. Üretim maliyeti düşüktür. Alçıtaşı Türkiye'nin her bölgesinde kolaylıkla bulunmaktadır.

8.1. Toprağın Hazırlanması

Karışımların ana maddesi olan toprak Safranbolu'nun köyü olan Bulak mevkinden alınmıştır. Bulak köyü Safranbolu gibi tarihi evleri olan bir köydür ve Safranbolu'daki ustaların çoğu Bulak'lıdır. Bulak ustaları köylerinde inşa ettikleri tarihi evlerin yapısında olan, kerpiç toprağını Bulak mevkinden alıyorlardı. Bu nedenle toprak seçimimiz bu bölge de olmuştur.

Toprağın su muhtevsındaki değişimi ile kıvamı arasındaki ilişkinin belirlenmesi, malzemenin işlenebilirliği açısından önem taşır. Bu nedenle limit deneylerinin yapılması gerekmektedir. Plastik limit; malzemenin işlenebilmesi için gereken minimum su miktarı olarak tanımlanan plastik limit değeri % 29,67 dir. Likit limit; malzemenin sıvı özelliği gösterdiği en az su miktarı olan likit limit değeri % 33 dür. Bulunan dane birim hacim ağırlığı 2,68 dir. % 15 çakıl (en iri tane çapı 19mm), %83 kum ve 200 nolu elek altında kalan kil ve silt miktarı % 2'dir.

Adnan Menderes Üniversitesi'ne gönderdiğimiz deneylerimizde kullanacağımız toprak numunesinden alınan toprak analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

Tablo 8.1 Toprak içindeki tuz oranı, pH miktarı, CaCO₃ oranı ve organik madde miktarını gösteren sonuçlar aşağıdaki tabloda verilmiştir

Örnek No	Toplam Tuz (%)	pH	CaCO ₃ (%)	Organik Madde (%)
130	0,0188	8,46	55,76	55,76
	Tuzsuz	Kuvvetli Alkali	Aşırı Kireçli	Çok Düşük

Sonuçlarda pH değerinin bazik olduğu, tuz oranının ve organik madde içeriğinin düşük olması toprakta bir olumsuz özellik olmadığını göstermiştir.

pH Değeri Ortam Özelliği

5,5	Yüksek Asit
5,5-6,5	Düşük Asit
6,5-7,0	Nötr
8,0	Yüksek Baz

8.2. Karışımların Hazırlanması

Çalışmada dokuz farklı tipte kullanılan numune karışım miktarları aşağıdaki tabloda belirtilmiştir. İlk numunede alker karışımı yapılmıştır. Bu karışım şahit karışım olarak kabul edilmiştir. İkinci numune alker karışımına %10 oranında yüksek fırın cürufu katılmış, üçüncü numunede %20, dördüncü numune de %30 ve beşinci numune de ise %50 oranında yüksek fırın cürufu katılmıştır. Altıncı numune de ise sadece toprak karışımına %10 oranında yüksek fırın cürufu katılmış, yedinci numune de %20, sekizinci numunede %30 ve dokuzuncu numune de ise %50 oranında yüksek fırın cürufu katılmış ve bununla birlikte su oranları da değişmiştir. Her numune tipinden altışar adet yapılmıştır. Toplam olarak 54 adet numune hazırlanmıştır.

Tablo 8.2.1 Karışım numaraları ve karışımdaki malzeme miktarları

Karışım No	Toprak (gr)	Alçı (gr)	Kireç (gr)	YFC (gr)	Su (gr)
1	1000	100	20	-	225
2	1000	100	20	100	350
3	1000	100	20	200	370
4	1000	100	20	300	450
5	1000	100	20	500	470
6	1000	-	-	100	275
7	1000	-	-	200	300
8	1000	-	-	300	360
9	1000	-	-	500	400

Alçının priz süresini geciktirmek amacıyla kullanılan kireç önce harç suyuna katılmıştır. Kireç ve su karışımı içerisine alçı, toprak ve karışım oranlarında varsa yüksek fırın cürufu eklenmiştir. Hamurun homojen olarak karışmasına özen gösterilmiştir. İçindeki alçıdan dolayı çabuk kuruyacağı düşünülerek, vakit kaybetmeden kalıplara dökülmüş ve karışım kalıba döküldükten 20 dakika sonra kalıplar sökülmüş ve 24 gün priz alma süresince laboratuvar ortamında bekletilmişlerdir. 28 günün sonunda basınç ve su emme deneylerine tabi tutulmuşlardır.

Su Emme Deneyi; Yapılan her numuneden ikişer tanesi su emme deneyine tabi tutulmuştur. Numunelerin dört yüzeyine gönye ile birer cm aralıklarla paralel çizgiler çizildi. Daha sonra 20 °C'deki odada su dolu kap içine cam çubuklar üzerinde sadece alt yüzeyleri suya değecek şekilde oturtuldu. Daha sonra 30 dak, 90 dak ve 1440. dakikalarda su emen numunelerin ağırlıkları tartıldı.



Resim 8.2.1 Numunelerin sadece alt yüzleri suya değecek şekilde oturtuldu

Basınç Deneyi; Yapılan her numuneden üçer tanesi basınç deneyine tabi tutulmuştur. Deney sonuçları aşağıdaki tabloda özetlenmiştir.



Resim 8.2.2 Numunelerin Basınç Değerlerinin Ölçülmesi

8.3. Deneý Sonuçları

Tablo 8.3.1 Alker için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (1 no'lu karışım)

ALKER								
Basınç Dayanım Değerleri		Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)		
	1	6.4x6.9x6,7 44,16	321		7,27	7,21		
	2	6.9x6.8x6,7 47,26	200		4,23			
	3	7,2x6.8x7,0 49,66	503		10,13			
Su emme değerleri		Ebatlar(cm) İlk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %	
	1	6,9x6,8x7,0 508,13	515,60	522,25	587,45	15,61		17,2
	2	6,7x6,9x7,3 481,11	525,30	542,00	571,50	18,79		

Tablo 8.3.2 Alker+%10YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (2 no'lu karışım)

ALKER+%10YFC								
Basınç Dayanım Değerleri		Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)		
	1	7,1x7,0x6,5 49,7	426		8,57	8,11		
	2	6,5x6,9x6,9 45,52	323		7,09			
	3	6,5x7,0x7,0 45,5	395		8,68			
Su emme değerleri		Ebatlar(cm) İlk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %	
	1	6,8x6,9x7,2 498,7	512,95	524,25	590,00	18,30		15,72
	2	6,8x7,1x7,0 527,63	535,55	544,40	597,00	13,14		

Tablo 8.3.3 Alker+%20YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (3 no'lu karışım)

ALKER+%20YFC							
Basınç Dayanım Değerleri		Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	
	1	7,1x7,0x6,9 50,4	815		16,17		
	2	7,1x6,8x7,2 48,28	1132		23,44		
	3	7,0x7,0x7,0 49,35	788		15,96		
Su emme değerleri		Ebatlar(cm) İlk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %
	1	7,1x7,1x7,1 514,00	545,85	560,00	618,85	20,39	
	2	7,0x7,1x7,2 524,66	539,00	549,75	628,60	19,80	

Tablo 8.3.4 Alker+%30YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (4 no'lu karışım)

ALKER+%30YFC							
Basınç Dayanım Değerleri		Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	
	1	6.9x6.9x7,3 47,95	1045		21,79		
	2	7,0x7,2x6,7 50,4	1249		24,78		
	3	7,1x7,0x7,3 50,4	979		19,42		
Su emme değerleri		Ebatlar(cm) İlk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %
	1	7,1x7,2x7,4 559,4	560,00	560,30	596,30	6,60	
	2	6,8x7,0x7,3 530,07	532,20	538,05	571,05	7,73	

Tablo 8.3.5 Alker+%50YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (5 no'lu karışım)

ALKER+%50YFC							
Basınç Dayanım Değerleri	Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)		Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	
	1	7,2x6,9x6,9 49,68	621		12,50		15,07
	2	7,0x6,9x6,9 48,99	972		19,84		
	3	7,1x7,0x6,9 50,05	645		12,88		
Su emme değerleri	Ebatlar(cm) İlk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %	
	1	7,0x6,8x6,9 523,18	536,60	545,00	592,35	13,22	15,19
	2	6,8x6,8x6,8 494,28	507,30	518,10	579,10	17,16	

Tablo 8.3.6 Toprak+%10YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (6 no'lu karışım)

TOPRAK+%10YFC							
Basınç Dayanım Değerleri	Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)		Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	
	1	6,4x6,9x7,1 44,5	624		14,02		14,45
	2	6,5x6,9x7,1 45,17	668		14,78		
	3	6,8x6,8x7,2 46,24	673		14,55		
Su emme değerleri	Ebatlar(cm) İlk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %	
	1	6,7x6,9x6,9 516,07	543,00	561,40	619,25	20,00	19,37
	2	6,8x6,9x7,2 515,70	552,90	572,40	612,30	18,73	

Tablo 8.3.7 Toprak+%20YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (7 no'lu karışım)

		TOPRAK+%20YFC						
Basınç Dayanım Değerleri	1	Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)		
		7,0x7,1x7,0cm 50,4	500		9,92	9,61		
	2	6,9x6,8x7,0 47,26	451		9,54			
	3	6,9x6,9x6,9 47,95	450		9,38			
Su emme değerleri	1	Ebatlar(cm) ilk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %	
		6,8x6,8x7,0 507,27	533,35	553,70	610,90	20,43		20,07
	2	7,0x6,9x7,0 533,27	552,70	555,50	638,35	19,70		

Tablo 8.3.8 Toprak+%30YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (8 no'lu karışım)

		TOPRAK+%30YFC						
Basınç Dayanım Değerleri	1	Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)		
		6,6*6,9*7,0 45,88	380		8,28	9,37		
	2	6,6*6,8*7,1 44,88	497		11,07			
	3	6,6*6,9*6,9 45,54	399		8,76			
Su emme değerleri	1	Ebatlar(cm) ilk ağırlık (gr)	30dak su emme miktarı(gr)	90dak su emme miktarı(gr)	1440dak su emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %	
		6,6*6,8*7,0 482,00	552,10	547,70	582,95	20,94		20,87
	2	6,6*6,9*7,1 505,43	544,80	569,75	610,50	20,79		

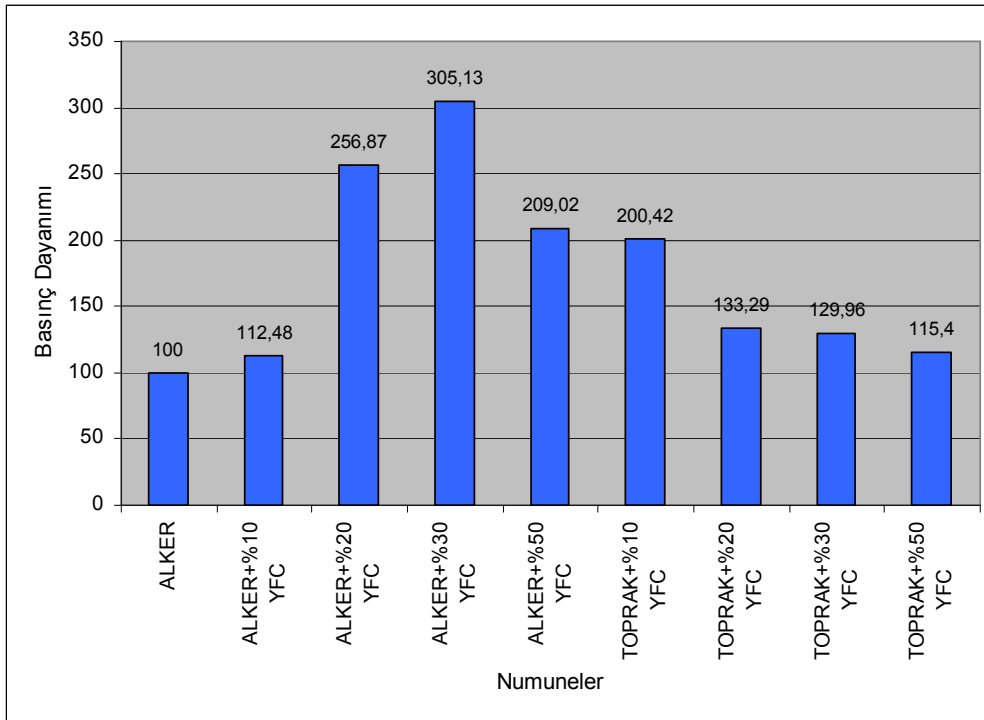
Tablo 8.3.9 Toprak+%50YFC için yapılan basınç ve su emme deney sonuçları (9 no'lu karışım)

TOPRAK+%50YFC							
Basınç Dayanım Değerleri	Ebatlar(cm) Alan(cm ²)	Uygulanan Basınç (kgf)		Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)		Ortalama Basınç Dayanımı (kgf/cm ²)	
	1	6,3x7,7x7,3 42,86	331		7,72		
	2	6,6x7,0x6,9 46,88	332		7,08		
	3	6,7x7,1x6,8 47,57	483		10,15		
Su emme değerleri	Ebatlar(cm) ağırlık (gr)	ilk 30dak emme miktarı(gr)	su 90dak emme miktarı(gr)	su 1440dak emme miktarı(gr)	Toplam su emme miktarı %	Ortalama su emme miktarı %	
	1	7,0x7,0x7,3 550,00	575,35	576,75	584,60		6,29
	2	6,9x6,85x7,3 540,00	561,20	562,70	563,00		4,25

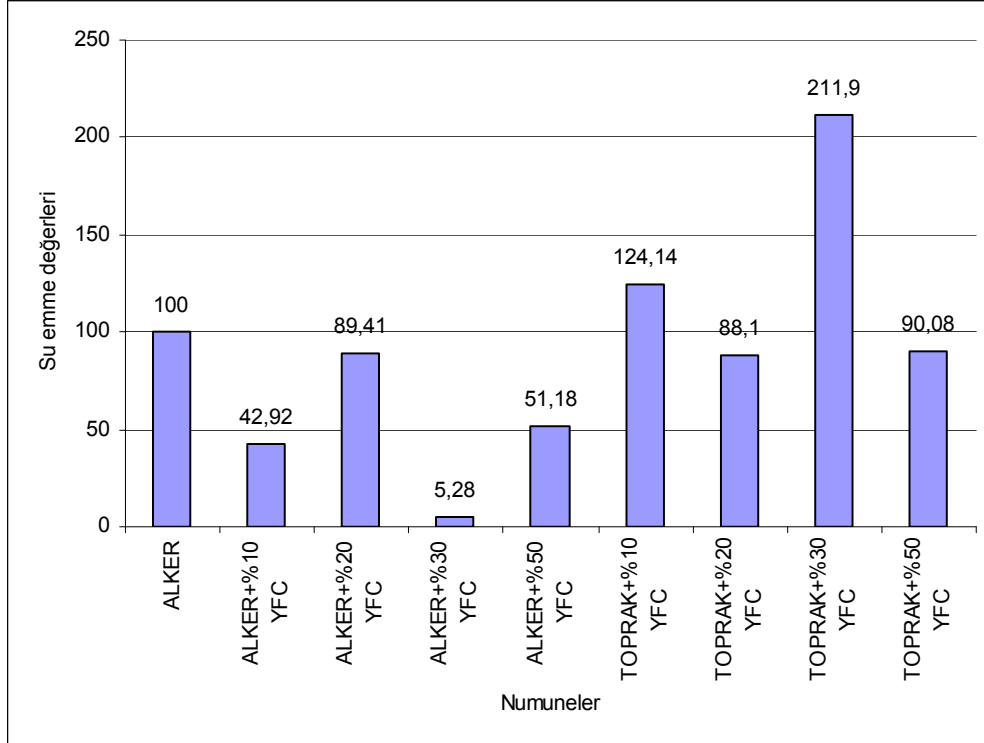
Tablo 8.3.10 Tüm karışımların basınç dayanımları ve su emmelerinin nispi değerleri

	Basınç Dayanım Değerleri	30dak Islak-Kuru Ort. Nisbi Nem Değeri	90dak Islak-Kuru Ort. Nisbi Nem Değeri	1440dak Islak-Kuru Ort. Nisbi Nem Değeri
ALKER	100,00	100,00	100,00	100,00
ALKER+%10 YFC	112,48	42,92	56,42	94,67
ALKER+%20 YFC	256,87	89,41	94,77	123,03
ALKER+%30 YFC	305,13	5,28	11,84	45,89
ALKER+%50 YFC	209,02	51,18	60,85	90,74
TOPRAK+%10 YFC	200,42	124,14	136,02	117,72
TOPRAK+%20 YFC	133,29	88,10	91,53	122,98
TOPRAK+%30 YFC	129,96	211,90	173,34	121,40
TOPRAK+%50 YFC	115,40	90,08	65,90	33,93

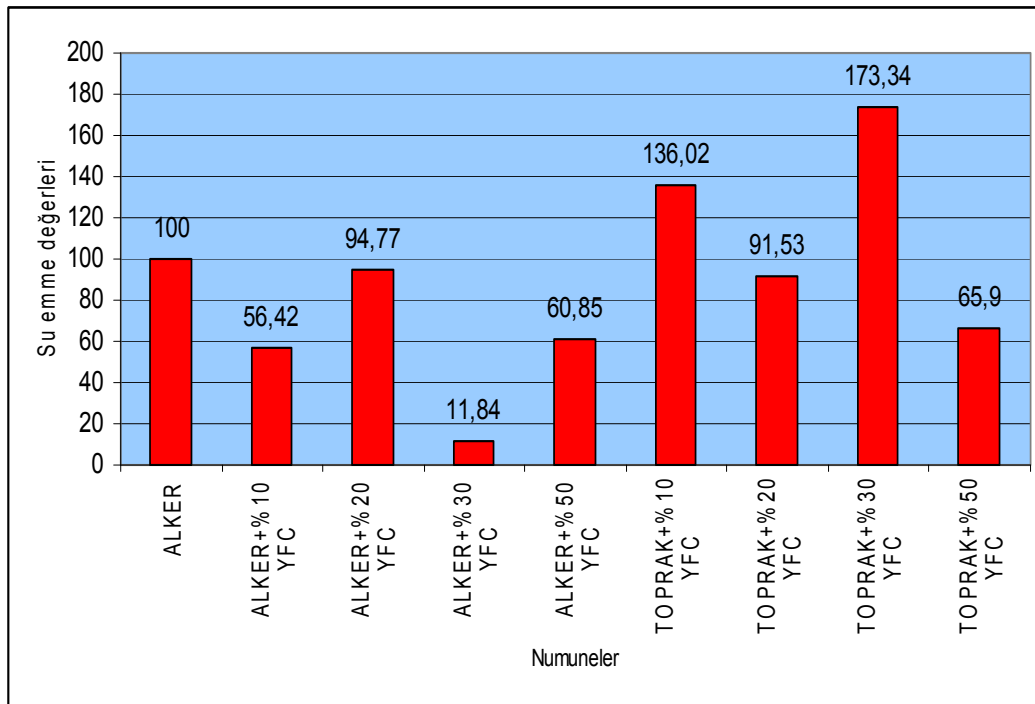
Not: Alker grubunun sonuçları şahit kabul edilip, 100 birim alınarak ve diğer grubun sonuçları kendi özellik grubunda buna oranlanarak verilmiştir



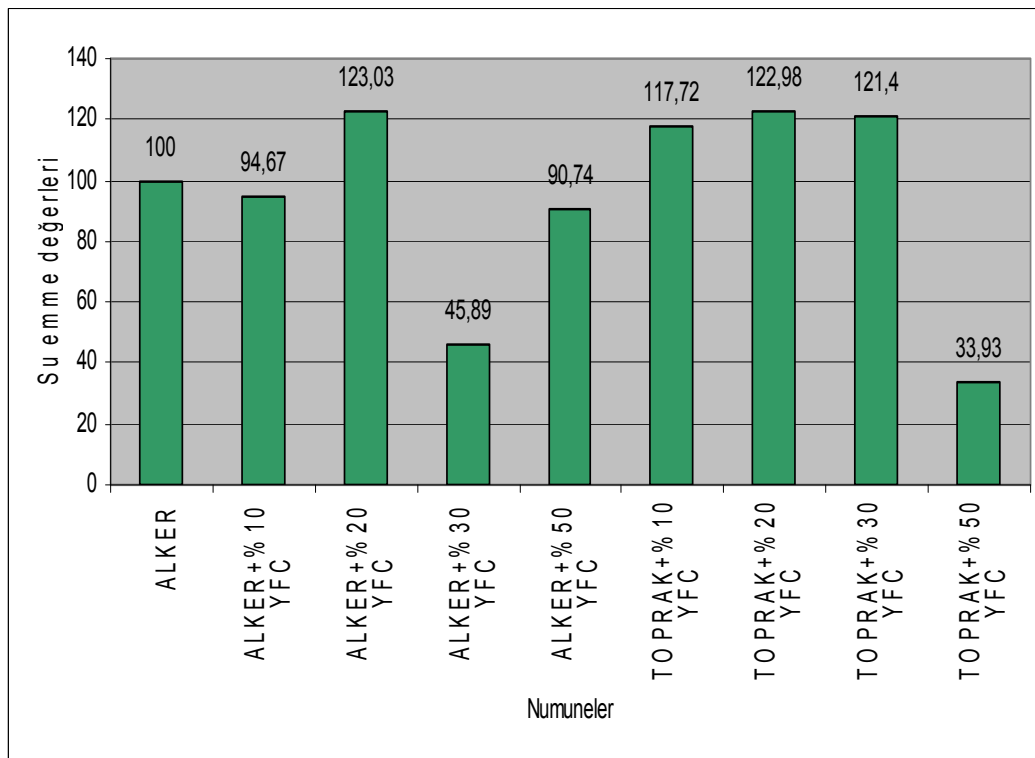
Şekil 8.3.1 Basınç Dayanım Değerleri



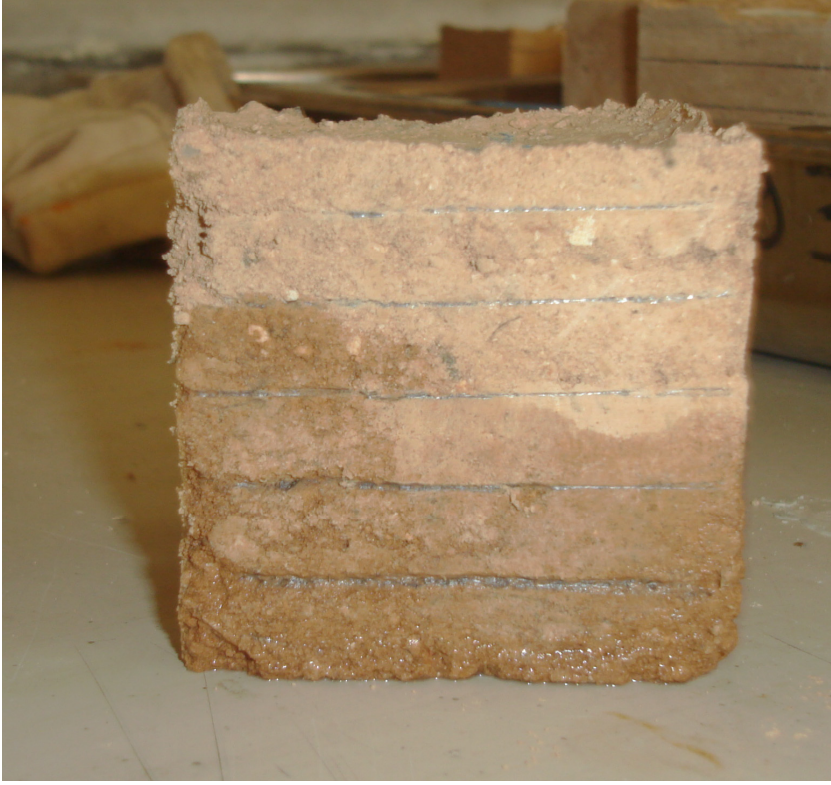
Şekil 8.3.2 30. Dakikada su emme değerleri



Şekil 8.3.3 90. Dakikada su emme değerleri



Şekil 8.3.4 1440. Dakikada su emme değerleri



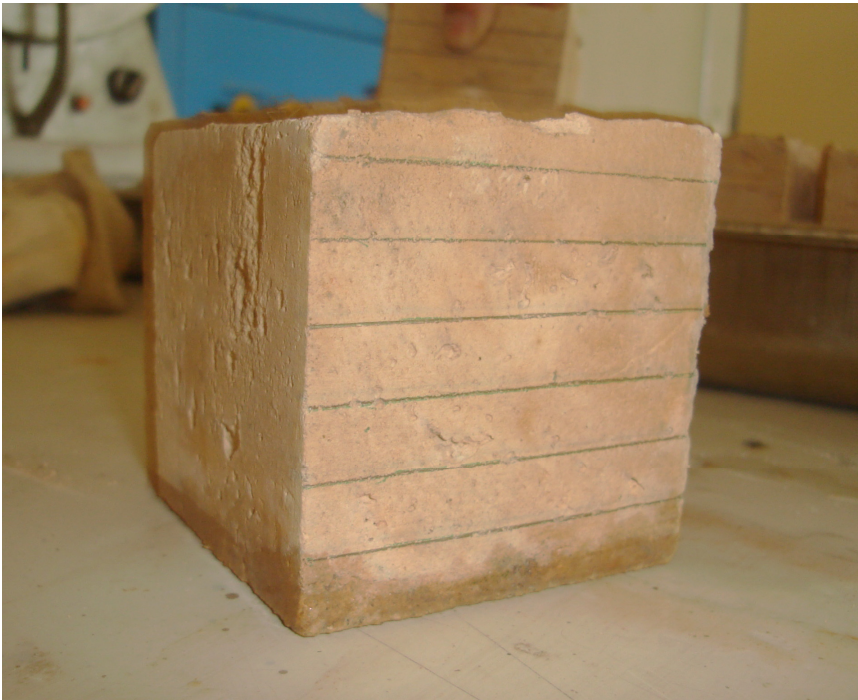
Resim 8.3.1 Alker numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.2 Alker+% 10YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



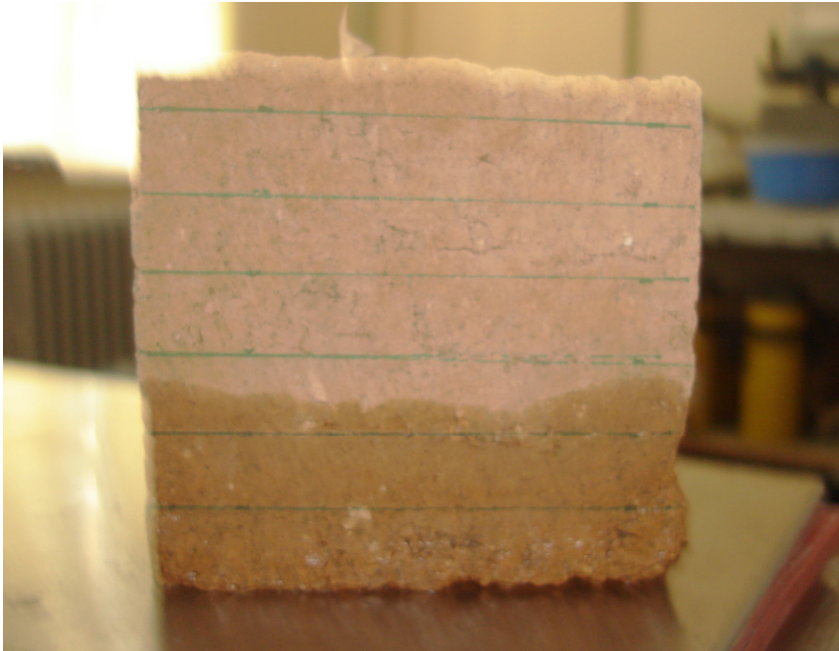
Resim 8.3.3 Alker+% 20YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.4 Alker+% 30YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



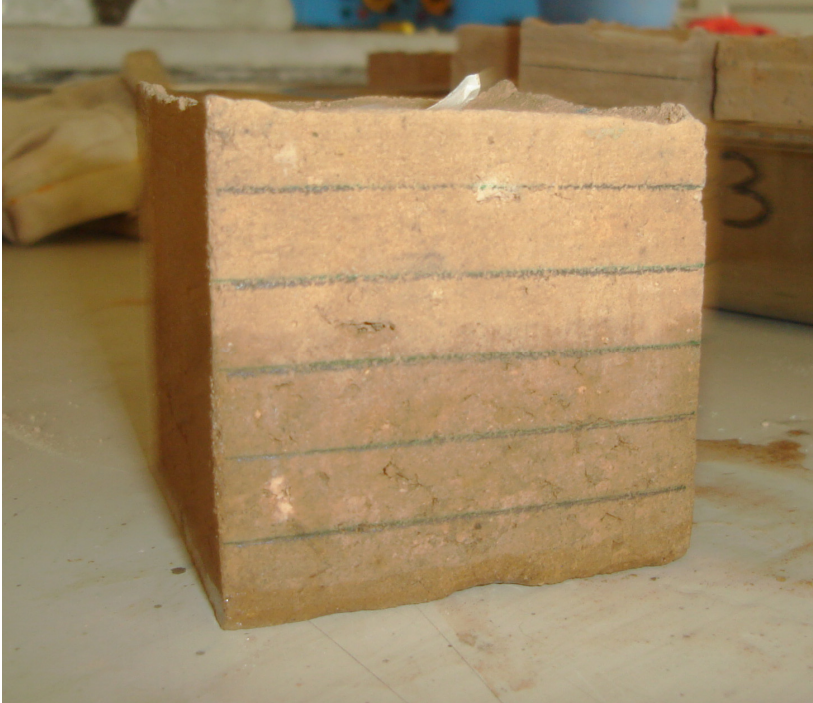
Resim 8.3.5 Alker+% 50YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.6 Toprak+% 10YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



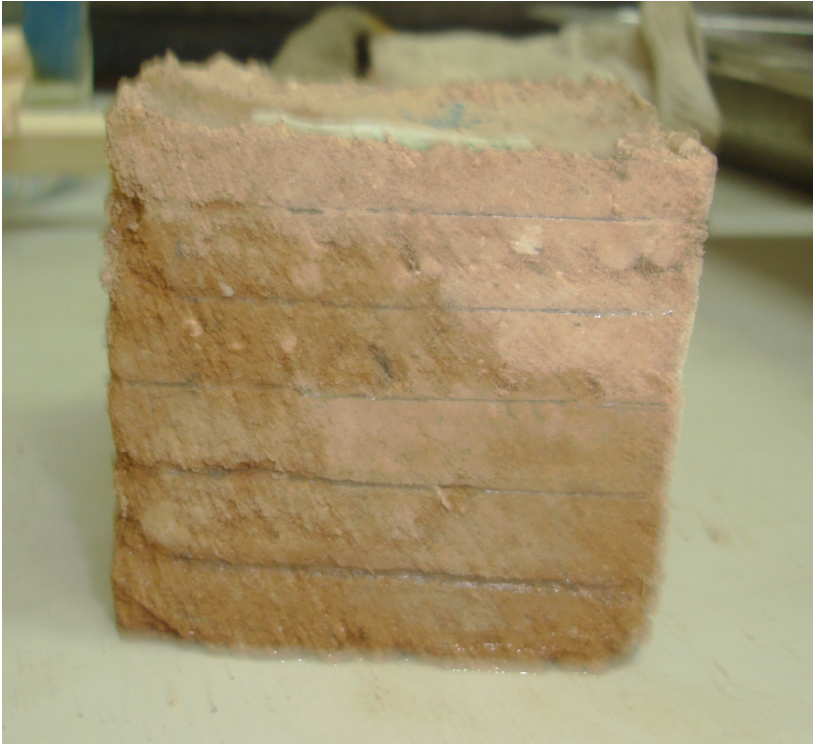
Resim 8.3.7 Toprak+% 20YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



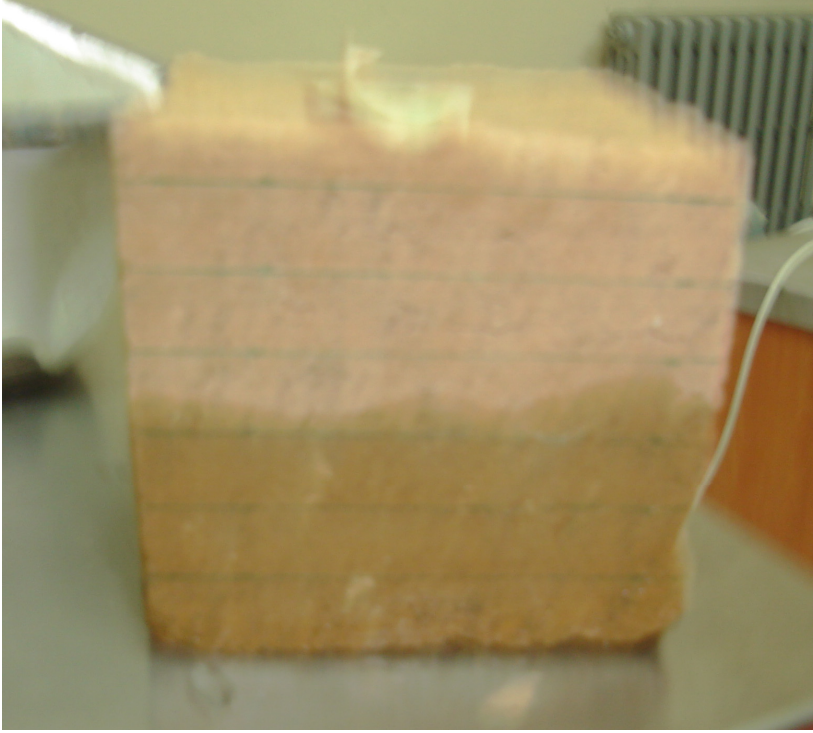
Resim 8.3.8 Toprak+% 30YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.9 Toprak+% 50YFC numunesinde su emme deneyinde 30 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.10 Alker numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.11 Alker+% 10YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



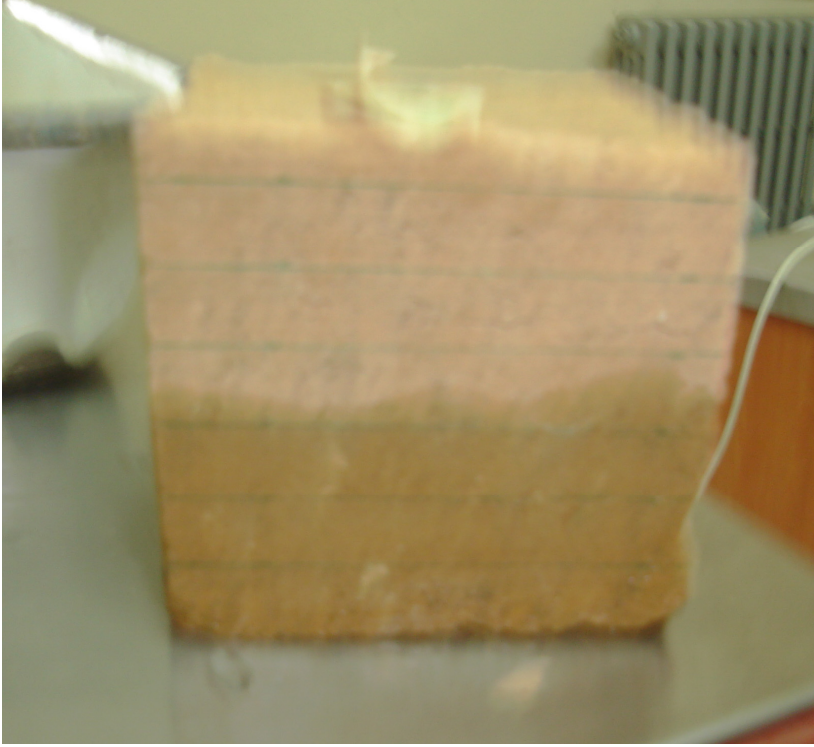
Resim 8.3.12 Alker+% 20YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



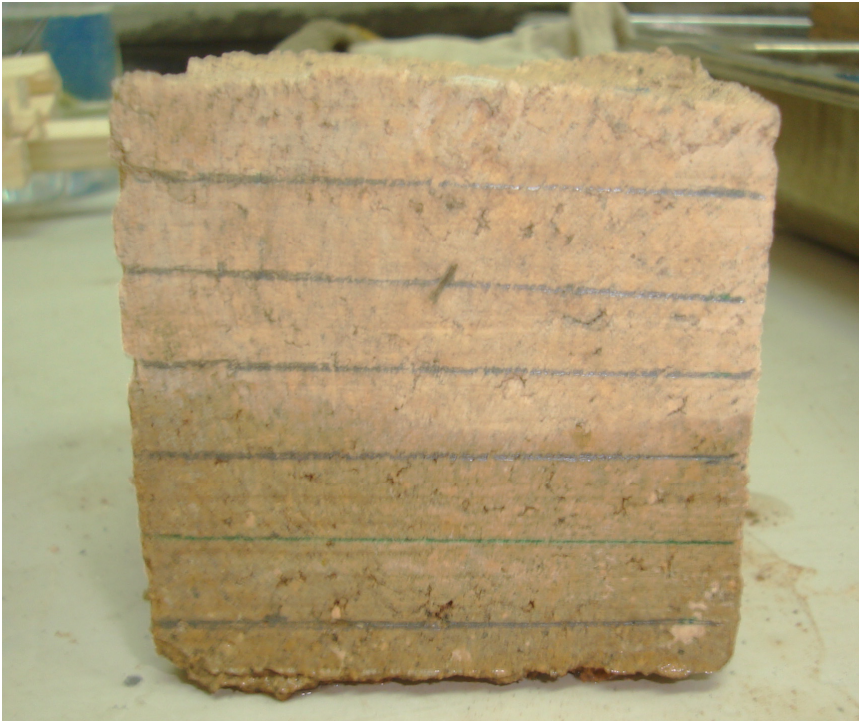
Resim 8.3.13 Alker+% 30YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.14 Alker+% 50YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.15 Toprak+% 10YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.16 Toprak+% 20YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.17 Toprak+% 30YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.18 Toprak+% 50YFC numunesinde su emme deneyinde 90 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.19 Alker numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



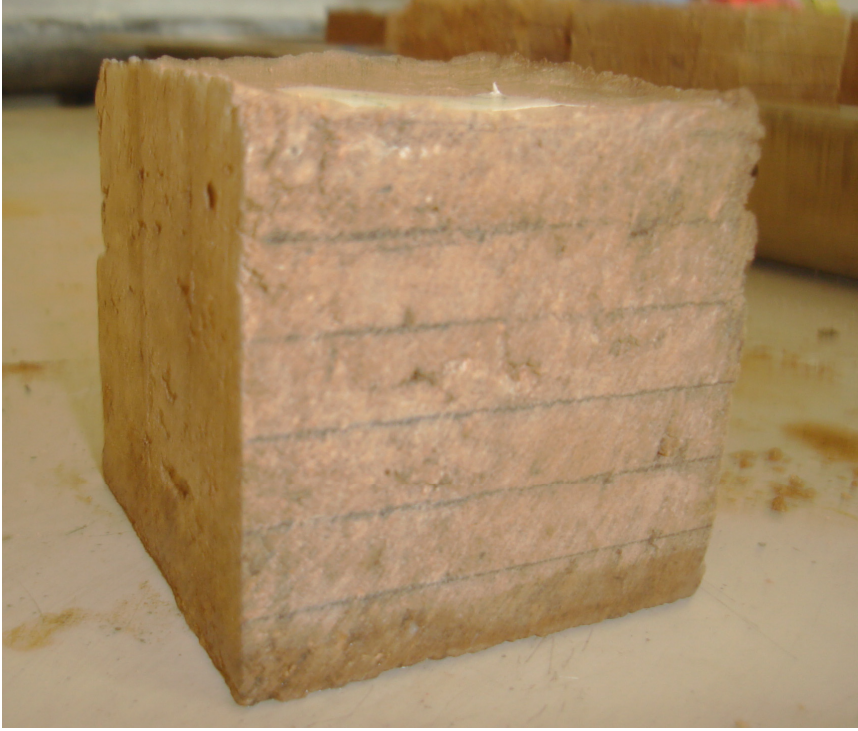
Resim 8.3.20 Alker+% 10 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.21 Alker+% 20 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.22 Alker+% 30 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



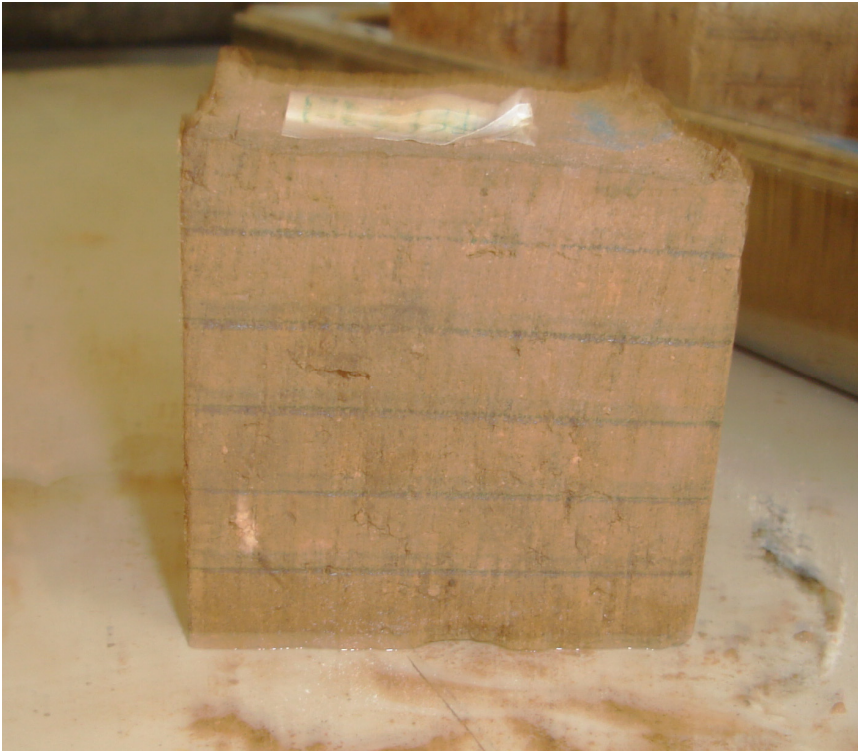
Resim 8.3.23 Alker+% 50 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.24 Toprak+% 10 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.25 Toprak+% 20 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.26 Toprak+% 30 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi



Resim 8.3.27 Toprak+% 50 YFC numunesinde su emme deneyinde 1440 dakika sonra gözlenen suyun yükselme seviyesi

BÖLÜM 9. DENEY SONUÇLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Yapılan çalışmadan elde edilen deney sonuçları incelendiğinde aşağıdaki değerlendirmeler yapılır.

1 no'lu karışım (alker) için yapılan basınç dayanım değerlerinin ortalaması 7,21 kgf/cm² değeri elde edilmiştir. Aynı karışım için yapılan su emme değerlerinin ortalaması %17,2 çıkmıştır. Bu karışım şahit kabul edilip diğer karışımlar üzerinde yapılan deneyler bu şahit olan karışıma göre karşılaştırılacaktır.

2 no'lu karışımında alker numunesine, toprağın % 10'u kadar yüksek fırın cürufu eklenmiş olup numunenin ortalama basınç dayanım değeri 8,11 kgf/cm² bulunmuştur. Bu değer şahit olarak kabul edilen değere göre 0,9 kgf/cm² daha büyüktür. Sonuç olarak % 10 oranında yüksek fırın cürufunun eklenmesi numune üzerinde basınç dayanımını artırdığını göstermiştir. 2 no'lu karışımında elde edilen su emme değerlerinin ortalaması % 15,72 elde edilmiş olup şahit numuneye göre % 1,48 oranında bir azalma göstermiş olup basınç değeride aynı olumlu etkiyi göstermiştir.

3 no'lu karışımında elde edilen ortalama basınç dayanım değeri 18,52 kgf/cm² elde edilmiştir. Şahit numunenin basınç dayanım değerinin, iki katından daha fazladır. 3 no'lu karışımında çıkan ortalama su emme değeri %20,10'dur. Bu değer şahit numuneye göre % 2,9 daha fazladır. Sonuç olarak % 20 katkılı yüksek fırın cürufunun basınç dayanım değeri şahit numuneye göre olumlu sonuç verirken, su emme değerleri için aynı durum söz konusu değildir.

4 no'lu karışımında elde edilen ortalama basınç dayanım değeri 22 kgf/cm²'dir. Bu değer bütün karışımlar içinde elde edilen maksimum değerdir. Ortalama su emme değeri % 7,16'dır. Şahit kabul ettiğimiz değere göre % 10,4 oranında düşüş göstermiştir. Bu da önceki karışımlara göre azımsanmayacak bir rakamdır.

5 no'lu karışımda elde edilen ortalama basınç dayanım değeri 15,07 kgf/cm²'dir. Şahit olarak kabul ettiğimiz değerden % 7,86 kgf/cm² daha fazladır. % 30 yüksek fırın cüruf katkılı numuneye göre de basınç değerinde bir azalma gözlenmiştir. Su emme değerlerinin ortalaması % 15,19 bulunmuştur. Şahit numuneye kıyasladığımızda % 2,01 lik bir düşüş göstermiştir.

6 no'lu karışımda elde edilen ortalama basınç dayanım değeri 14,45 kgf/cm² dir. Şahit olarak kabul ettiğimiz değerden 7,24 kgf/cm² daha büyüktür. Elde edilen ortalama su emme değeri % 19,37 dir. Şahit kabul ettiğimiz değerden % 2,17 oranında fazladır. Bu da toprak + % 10 YFC numunemizin suyu, şahit olarak kabul ettiğimiz numuneye göre fazla çektiğini gösterir.

7 no'lu karışımda elde edilen ortalama basınç dayanım değeri 9,61 kgf/cm² dir. Bir önceki numuneye göre basınç dayanımında kayda değer bir düşüş gözlenmiştir. Şahit numuneye kıyaslarsak 2,4 kgf/cm² kadar bir artış göstermiştir. Su emme değerlerinin ortalaması % 20,07 bulunmuştur. Şahit numuneye kıyasladığımızda % 2,87 lik bir artış gözlenmiştir. Elde edilen değer bir önceki numunenin su emme değerine çok yakındır.

8 no'lu karışımda elde edilen ortalama basınç dayanım değeri 9,37 kgf/cm²'dir. Şahit numuneye kıyaslarsak 2,16 kgf/cm² kadar bir artış göstermiştir. Su emme değerlerinin ortalaması % 20,87 bulunmuştur. Şahit numuneye kıyasladığımızda % 3,67 lik bir artış gözlenmiştir.

9 no'lu karışımda elde edilen ortalama basınç dayanım değeri 8,32 kgf/cm²'dir. Şahit numuneye göre 1,11 kgf/cm² oranında bir artış olduğu görülmüştür. Su emme değerlerinin ortalaması % 5,27 bulunmuştur. Şahit numuneye kıyasladığımızda % 11,93'lük bir azalma olduğu gözlenmiştir. Bu da şaşırtıcı bir sonuçtur çünkü toprak+YFC katkılı numunelerin cüruf miktarı arttıkça basınç dayanım değerlerinde bir azalma, su emme değerlerinde bir artış olduğu gözlenmiştir. Ama bu numunede (toprak + % 50YFC) su emme değeri oldukça düşük çıkmıştır. Buradan bir sonuca

varmak gerekirse % 50 oranında YFC katkılı olması suyu emme miktarını düşürmüştür.

Toprak+YFC katkılı numunelerin, alker+cüruf katkılı numunelere göre basınç dayanım değerleri daha azdır.

Basınç dayanımları esas alındığında en yüksek dayanımı 4 no'lu karışım (Alker + %30 YFC) vermekte ve buna yakın değerde 3 no'lu karışım (Alker + %20 YFC) gelmektedir. Diğer karışımların bu iki serinin oldukça altında kaldığı görülmüştür.

Su emme yüzdeleri yönüyle irdelendiğinde basınç dayanımı en yüksek olan 4 no'lu karışımın su emmesi oldukça düşük olmakla birlikte burada en iyi sonucu % 5,27'lik değeri ile 9 no'lu karışım vermiştir.

Tüm bu sonuçlar birlikte dikkate alındığında gerek su emme ve gerekse basınç dayanımı yönüyle en uygun karışımın 4 nolu karışım olduğu söylenebilir. Dolayısıyla Safranbolu evlerinin iyileştirilmesi ya da bir başka ifadeyle tamirat ve tadilatı için hazırlanacak harçların bileşiminin Alker + %30 YFC 'lu bir karışımdan oluşturulması en iyi sonucu verecektir.Yüksek fırın cürufunun bu bölgede atık bir ürün olarak oldukça fazla bir miktarda bulunması ve kolay temin edilebilmesi ekonomik açıdan da avantaj sağlayacaktır.

KAYNAKLAR

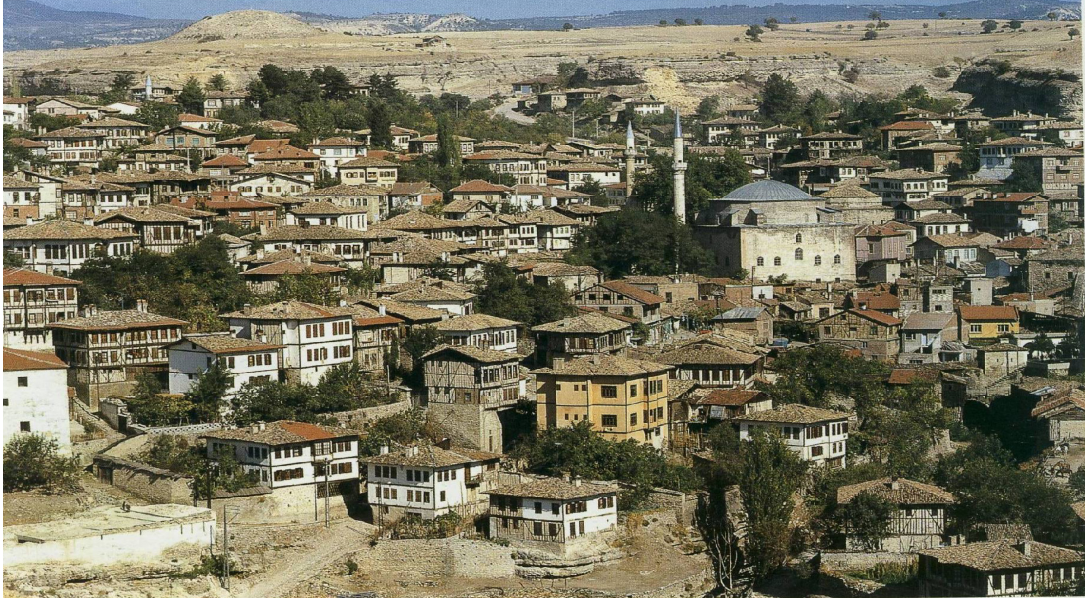
- [1] GÜNAY, R., Türk Ev Geleneği ve Safranbolu Evleri, Yapı Endüstri Merkezi Yayınları, İstanbul, Eylül 1999.
- [2] AYTEKİN, K., Türkiye’de Mimarlık Değerlerinin Korunmasında İlk Adımlar, Eylül 2003.
- [3] AKSOY, M., KUŞ, A., Müze Kent Safranbolu, Nisan 2003.
- [4] BAŞ, A., Bulak, S., Safranbolu Çevresindeki Türk Devri Yapıları, Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, 1997.
- [5] GÜNAY, R., Safranbolu Evleri, İstanbul, Kasım 2003.
- [6] AKMAN, S., Building Materials In Early Ages Of Mankind, Studies In Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 14-18 Ağustos 1997.
- [7] SANCHEZ, S. M., LUGUE, L., CANAVERAS, J.C., SOLER, V., GUİNEA, G. J., APARÍCIO, A., Lime Pozzolona Mortars In Roman Catacombs: Composition, Structures and Restoration, www.scientific.net, Ağustos 2003.
- [8] IŞIK, B., AKIN, A., KUŞ, H., ÇETİNER, İ., GÖÇER, C., ARIOĞLU, N., KAFESÇİOĞLU, R., Alçı Katkılı Kerpiç Yapı Malzemesine Uygun Mekanize İnşaat Teknolojisinin ve Standartlarının Belirlenmesi, Proje No: İNTAG TOKİ 622, Mayıs 2003.
- [9] DEĞİRMENCİ, N., Endüstriyel Atıkların Kerpiç Stabilizasyonunda Kullanılması, Balıkesir Üniversitesi, G.Ü. Fen Bilimleri Dergisi, 2005.
- [10] IŞIK, B., Depreme Dayanıklı Yapı Elde Edilmesi İçin Alker Duvarın Tasarım Kriterinin Araştırılması, Beşinci Ulusal Deprem Mühendisliği Konferansı, Bildiri No: AE-048, İstanbul, Mayıs 2003.
- [11] COŞKUN, K., Alker (Alçı Katkılı Kerpiç) Teknolojisinin Püskürtme Beton (Shotcrete)Tekniği İle Uygulanabilirliğinin Basınç Dayanımı Açısından Deneysel Değerlendirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Mayıs 2005.
- [12] KAFESÇİOĞLU, R., GÜRDAL, E., Çağdaş Yapı Malzemesi Alker “ Alçılı Kerpiç”, Nisan 1985.

- [13] REMAN, O., Toprağın, Bağlayıcı ve Diğer Katkı Malzemeleriyle Kullanımı Üzerinde Bir Araştırma, Bildiri, Balıkesir Üniversitesi, Balıkesir.
- [14] GÜLEÇ, A., ACUN, S., ERSEN, A., Acharacterization Method For The Fifth Century Tradional Mortars İn The Land Walls Of Constantinople, Yedikule, The Journal Of The İnternational İnstitue For Conservation Of Historic and Artistic Works , Volume 50, Number 4, 2005.
- [15] AKMAN, S., GÜNER, A., AKSOY, İ. H., Horasan Harcı ve Betonunun Tarihi ve Teknik Özellikleri, II. Uluslar arası Türk-İslam Birim ve Teknoloji Tarihi Kongresi, İTÜ, İstanbul, Mayıs 1986.
- [16] BÖKE, H., AKKURT, S., İPEKOĞLU, B., Tarihi Yapılarda Kullanılan Horasan Harcı ve Sıvalarının Özellikleri, Yapı 269, Nisan 2004.
- [17] BÖKE, H., AKKURT, S., İPEKOĞLU, B., İntestigation Of Puzzolonic Properties Of Bricks Used İn Horasan Mortars and Plasters İn Buildings www.scientific.net, İzmir, Türkiye.
- [18] MAVİ, Ö., Kireç Harç ve Sıvaların Fiziksel ve Mekanik Özelliklerinin İyileştirilmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Haziran 2000.
- [19] PUSAT, E. S., Tarihi Yapıların Onarımında Kullanılacak Harç Üretimi, Yüksek Lisans Tezi, YTÜ, İstanbul, 2002.
- [20] ÇİZER, Ö., BÖKE, H., İPEKOĞLU, B., Bazı Osmanlı Dönemi Hamam Yapılarının Kubbe ve Duvarlarında Kullanılan Kireç Harçlarının Özellikleri, İYTÜ, İzmir.
- [21] MOROPOULOU, A., BAKOLAS, A., MOUNDOULAS, P., AGGELAKOPOULOU, E., Optimization Of Compatible Restoration Mortars For The Protection Of Hagia Sophia, 2. İnternational Congress on Studies İn Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 9-13 Ağustos 2001.
- [22] GÜLEÇ, A., Bazı Tarihi Anıt Harç ve Sıvalarının İncelenmesi, Doktora Tezi, İTÜ, İstanbul, Temmuz 1992.
- [23] UZGİL, E. Z., Tarihi Eserlerde Kullanılan Ca SO₄ Harç ve Sıvalarının İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Haziran 1995.
- [24] ACUN, S., GÜRDAL, E., Yenilenebilir Bir Malzeme: Kerpiç ve Alçılı Kerpiç, Nisan 1985.
- [25] AYDINAY, B., Donatılı ve Donatısız Alker Duvarların Kayma Dayanımı Üzerine Deneysel Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Mayıs 2002.

- [26] TUNÇOKU, S., Characterization Of Masonry Mortars Used İn Some Anatolian Selçuk Monuments İn Konya, Beyşehir and Akşehir, ODTÜ, Ankara, Doktora Tezi, Haziran 2001.
- [27] GÜRDAL, E., ACUN, S., Alçı Malzemenin Taşıyıcılık Özelliği, Türkiye Mühendislik Özelliği, Sayı No: 427, Mayıs 2003.
- [28] ARIOĞLU, N., ACUN, S., A Research About A Method For Restoration Of Tradional Lime Mortars and Plasters: A Staging System Approach, www.elsevier.com, Mimarlık Fakültesi ,İTU, İstanbul, Mayıs 2005.
- [29] SATONGAR (LAÇİNYURT), Ş., İstanbul Şehir Surları Horasan Harçları Üzerine Bir Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Haziran 1994.
- [30] ARUNTAŞ, H. Y., Uçucu Küllerin İnşaat Sektöründe Kullanım Potansiyeli, Gazi Üniv. Müh. Mim. Fak. Der., , Cilt 21 No 1, 193-203, Ankara, 2006.
- [31] GÜVERCİN, T., Silis Dumanı, Uçucu Kül ve Yüksek Fırın Cürufunun Bağlayıcı Olarak Çimento Üzerindeki Etkilerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, Atatürk Üniversitesi, Erzurum, 2002.
- [32] ÜZÜMLÜ, G., Yüksek Fırın Cüruflarından Renkli Cam, Cam-Seramik Üretimi ve Aşınma Özelliklerinin İncelenmesi, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, 2000.
- [33] Taş ve Toprağa Dayalı Sanayi ile Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Dokuzuncu Kalkınma Planı, Devlet Planlama Teşkilatı Müsteşarlığı, Ocak, 2006.
- [34] ÇAKIR, Ö., Yüksek Fırın Cürufunun Betonun Mekanik Özelliklerine Etkisi, Yüksek Lisans Tezi, Yıldız Teknik Üniversitesi, İstanbul, 2000.
- [35] YAZICIOĞLU, S., GÖNEN, T., ÇOBANOĞLU, Ö.C., Elazığ Ferrokrom Cürufunun Betonun Basınç Dayanımı ve Çarpma Enerjisi Üzerine Etkisi, F.Ü, Elazığ, 14.09.2005.
- [36] ALATAŞ, T., SOMUNKIRAN, E.,T., AHMEDZADE, P., Ereğli Demir Çelik Fabrikası Olarak Kullanılması, F.Ü, Elazığ, 26.12.2005.
- [37] ÇOKÇA, E., Investigation Of Some Mineralogical, Physical And Mechanical Proporties Of Soils Used As Structural Materials İn Van Castles, Studies İn Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 14-18 Ağustos 1997.
- [38] KUZUİMAMLAR, D., Kagir Tarihi Yapılarda Nem Problemlerinin Teşhis ve Çözümü, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Ocak 1995.

- [39] TUNÇOKU, S., Characterization Of Masonry Mortars Used İn Some Anatolian Selçuk Monuments İn Konya, Beyşehir and Akşehir, ODTÜ, Ankara, Doktora Tezi, Haziran 2001.
- [40] ALMAÇ, U., Alçı Bağlayıcı Hazır Harç İle Toprak Karışımının Hasarlı Kerpiç Yapılarda Onarım Harcı Olarak Kullanılabilmesi İçin Deneysel Araştırma, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Mayıs 2002.
- [41] GÜNDÜZ, G. N., Kerpiç Yapılarda Dış Sıva İle Dış Yüzey Koruması, Yüksek Lisans Tezi, İTÜ, İstanbul, Mayıs 1999.
- [42] DİKMEN, N., ÖZKAN, S. T. E., Türkiye’de Kırsal Alanlarda Kullanılan Yapı Malzemeleri, Yapım Sistemleri ve Bu Sistemlerin Deprem Karşısındaki Davranışları, ODTÜ, Ankara.
- [43] AKÖZ, F., YÜZER, N., Tarihi Yapılarda Malzeme Özelliklerinin Belirlenmesinde Uygulanan Yöntemler, Antalya Yöresinin İnşaat Mühendisliği Sorunları Kongresi, YTÜ, İstanbul.
- [44] RADİVOJEVIĆ, A., DERVISSİS, D. Production and Testing Of Bricks For Repair Work, 2. International Congress on Studies İn Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 9-13 Ağustos 2001.
- [45] MİSTAKİDOU, E., MARKOPOULOS, Th., ALEVİZOS, G., Synthesis Of Mortars For Use İn The Repair and Maintenance Of Historic Buildings And Monuments İn The Island Of Crete, Greece, 2. International Congress on Studies İn Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 9-13 Ağustos 2001.
- [46] BÖKE, H., İPEKOĞLU, B., Türkiye’de Tarihi Yapılarda Malzeme Koruma Sorunları, Bildiri, İYTÜ, İzmir.
- [47] PAPAYİANNİ, I., STEFANİDOU, M., Repair Mortars Suitable For Interventions Of Ottoman Monuments, Studies İn Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 14-18 Ağustos 1997.
- [48] AKMAN, S., Experimental Researches and Methods Carried Out On Ancient Structures, 2. International Congress on Studies İn Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 9-13 Ağustos 2001.
- [49] PAPAYİANNİ, I., STEFANİDOU, M., Rendering and Plasters Of Ottoman Monuments İn Thessaloniki, 2. International Congress on Studies İn Ancient Structures, YTÜ, İstanbul, Türkiye, 9-13 Ağustos 2001.
- [50] KORKMAZ, S. N., KOÇU, N., Kerpiç Malzeme İle Üretilen Yapılarda Deprem Etkilerinin Tespiti, Selçuk Üniversitesi, Konya.

EKLER



Resim Ek A1. Safranbolu Evlerinin Genel Görünüşü



Resim Ek A2. Safranbolu Evlerinin Genel Görünüşü



Resim Ek A3. Arsanın yeterli olduğu Bağlar kesiminde alt ve üst katlar aynı düzen içinde beraber gelişirler



Resim Ek A4. Arazinin engebeli , parsellerin düzgün olmadığı şehir kesiminde zemin katı sokağa uyar. Orta kat bir geçiş katı olarak üst katı hazırlar. Üst katta ise dik kenarlı düzen kurulur. Saçak çatıyı yalınlaştırmak için çıkmaları tek çizgi içinde toparlar



Resim Ek A5. Şehirde bir çıkmaz sokak. Solda Hacı Yusufklar, köprü ile geçilen Antepler evleri



Resim Ek A6. Engabeli arazide, Çuhadar ve Gümüş Sokak'ın bileşiminde Karaosmanlar'ın şehir evi köşe evi olarak çok büyük bir ustalıklarla biçimlendirilmiştir. Taştan zemin katı, destek duvarı görevini de yaparak üst katları taşır. Üst katlar çıkmalarla hem enine hem yüksekliğine büyüyerek sokağa perde perde açılır. Köşedeki kapı, orta ve üst katlarda büyüklük ve aralıkları ustaca düzenlenmiş pencereler orta eksenini güçlendiren üçgen alınlık ve ortasına yerleştirilen tuğra biçiminde Maşallah ile olağanüstü bir cephe kurulmuştur. Ne yazık ki bu cephe şimdi bozulmuş durumdadır.



Resim Ek A7. Cinci Han



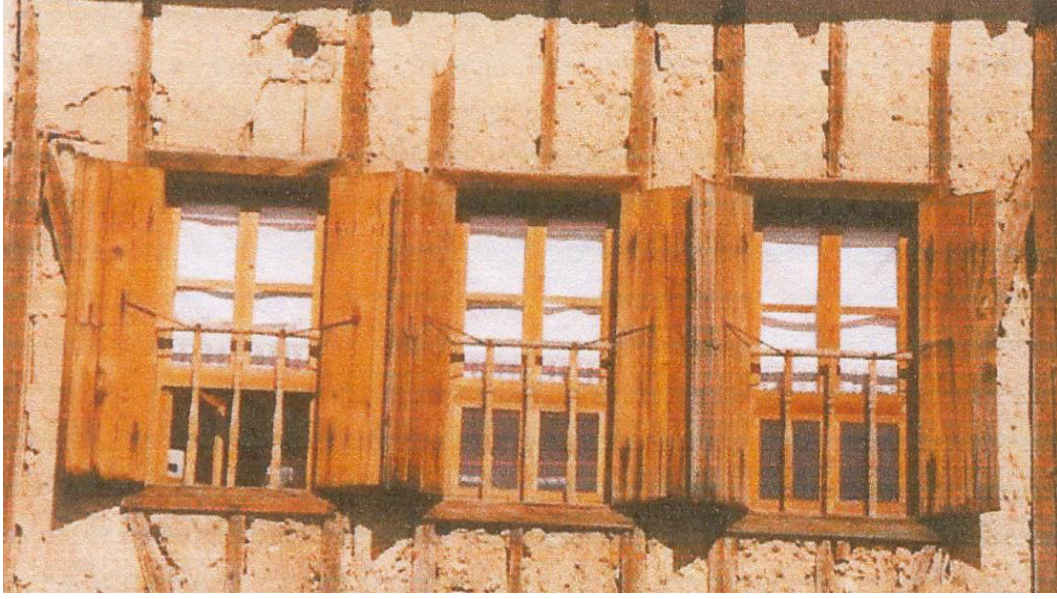
Resim Ek A8. Cinci Hamamı



Resim Ek A9. Tipik Bir Safranbolu Evi



Resim Ek A10. Tipik Bir Safranbolu Evi, Sokağa açılan çeşmesi ile birlikte



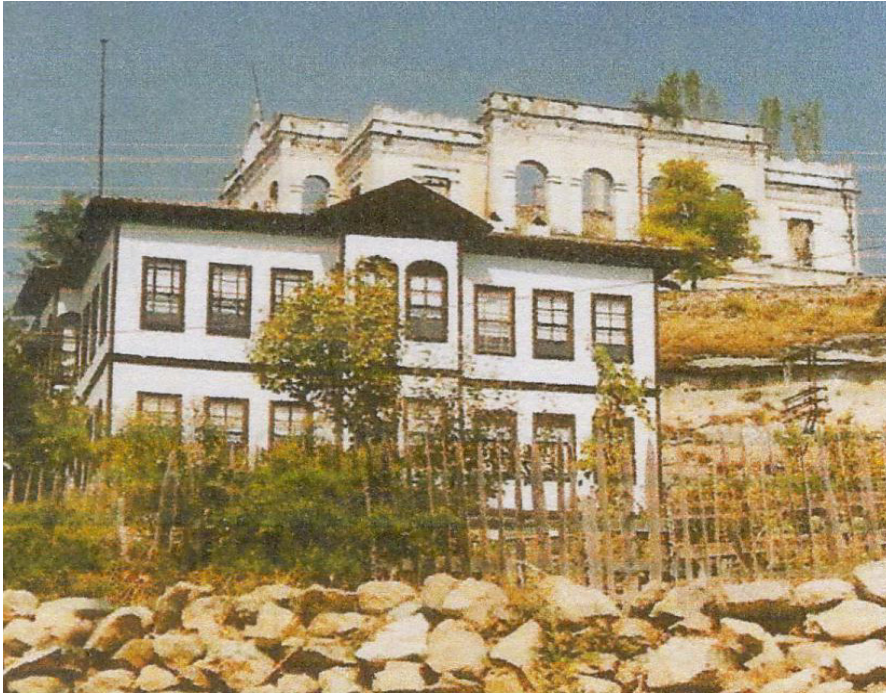
Resim Ek A11. Safranbolu Evlerinde Geleneksel Pencereleer



Resim Ek A12. Safranbolu Evlerinde Tipik Kapı Tokmakları



Resim Ek A13. Kaymakamlar Evi ve Arnavut Kaldırımrlı Tipik Bir Safranbolu Sokağı



Resim Ek A14. Mümtazlar Konağı



Resim Ek A15. Hayat; bu örnekte taş kaplıdır. Üst kata çıkan merdiven ve kapıyı yukarıdan açmaya yarayan ip görünüyor



Resim Ek A16. Üst kattaki kış odasının ocak tabanı kerpiçle yalıtılmış ve merdiven yanındaki dikmeye bağlı ayıbaçağı ile takviye edilmiş konsol kirişle taşınmaktadır



Resim Ek A17. Hayatın bir yüzü kafesle kaplanmıştır. Kafesler bu örnekteki gibi düşey ise bu çubuklara gliste denir.



Resim Ek A18. Açık sofalı evlerin son örneklerinden sofası (çardak) muşabaklarla (kafesler iki yönde çakılmışsa) dışa kapatılmıştır. Yerden dört basamak yükseltilmiş yüksek sofa denilen sekilikler vardır