

FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MISIR'DA HURMA LİFİ KATKILI KERPİCİN RESTORASYON
UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNE YÖNELİK BİR
ARAŞTIRMA

DOKTORA TEZİ

Rasha ELBORGY

Anabilim Dalı: Mimarlık

Temmuz 2019



FATİH SULTAN MEHMET VAKIF ÜNİVERSİTESİ
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ

MISIR'DA HURMA LİFİ KATKILI KERPİCİN RESTORASYON
UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNE YÖNELİK BİR
ARAŞTIRMA

DOKTORA TEZİ

Rasha ELBORGY

(121201005)

Tez Danışmanı: Doç. Dr. GENCO BERKİN

Anabilim Dalı: Mimarlık

Teslim Tarihi: 31 Mayıs 2019

FSMVÜ, Lisansüstü Eğitim Mimarlık Anabilim Dalı Mimarlık Doktora programı 121201005 numaralı Öğrencisi Rasha ELBORGY, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “MISIR’DA HURMA LİFİ KATKILI KERPİCİN RESTORASYON UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur.

Tez Danışmanı : **Doç. Dr. Genco BERKİN**

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Jüri Üyeleri : **Prof. Dr. A Bilge IŞIK**

Hasan Kalyoncu Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Jülide ERDİNÇ

Haliç Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Onur ŞİMŞEK

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Dr. Öğr. Üyesi Ömer DABANLI

Fatih Sultan Mehmet Vakıf Üniversitesi

Teslim Tarihi : **31.05.2019**

Savunma Tarihi : **17.06.2019**

AILEME...

ÖNSÖZ

Medeniyet tarihinde kullanılan en eski yapı yöntemlerinden biri kerpiç yapıdır. Kerpiç yapı çevre dostu ve insan doğasına daha uygun olup kullanılma sırasında ısıtma ve soğutma için az enerji kullandığı için toplumun her kesimine hitap eder. Diğer inşaat malzemelerini üretmek için çok enerji harcamak gerektiği halde kerpiç imalatı aksine neredeyse hiç enerji harcamayacak şekilde büyük bir enerji tasarrufu sağlar. Diğer inşa yöntemlerinin atıkları çevrede insan sağlığını tehdit ederken kerpiç doğal olarak toprağa karışır. Mısır'da pirinç ekiminin toplam yıllık mahsulün yaklaşık %25 oranında azalmasının ardından kerpiç yapımında kullanılan pirinç samanına alternatif olarak başka bir malzeme bulma olasılığı sorusu akla gelmiş ve buradan yola çıkarak; Hurma yaprakları gibi bölgede bol miktarda bulunan malzemeyi pirinç samanına alternatif olarak kullanılması durumu ve Kerpiç endüstrisinde kullanılan pirinç samanı ile aynı hatta daha iyi kaliteye sahip olabilecek bir malzeme önerebilmek çıkış noktam olmuştur. Üstelik eski kerpiç binaların restorasyonunda hurma yaprağından yeni kerpiç harcında kullanılması imkânı araştırılması hedeflenmiştir. Bu şekilde spesifik bir çalışma gerçekleştirilmiştir.

Doktora çalışması boyunca bana verdiği destek için danışman hocam Doç. Dr. Genco BERKİN'e çok teşekkür ediyorum.

Doktora çalışması boyunca bilgi ve deneyimleriyle yardımcı olan, beni çok çalıştırarak tezin gelişmesini sağlayan hocam Prof. Dr. Bilge IŞIK'a minnetlerimi sunuyorum.

Mısır'da İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı, Mühendislik Fakültesi Laboratuvarına ve Türkiye'de, FSMV Üniversitesi KURAM Laboratuvarına, Öğrenci işleri ofisinden Bulent UCAN beye, yardımları için çok teşekkür ediyorum.

Rasha Elborgy
Yüksek Mimar

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	iii
ÇİZİM LİSTESİ	viii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
RESİM LİSTESİ	x
ÖZET	xiv
ABSTRACT	xvi
1. GİRİŞ	1
2. TOPRAK MİMARİSİ	4
2.1. Toprak Mimarisi Kavramı	4
2.2. Toprak Mimarinin Önemi	5
2.3. Toprak Mimarisi Türleri	6
2.3.1. Kerpiç yapı	7
2.3.2. Preslenmiş toprak duvar	9
2.3.3. Toprak Dolu Torba	11
2.3.4. Saman Balya ile Duvar	13
2.3.5. Sepet Üstü Kil Yöntemi	16
2.4. Kerpiç Yapının Tarihi	17
2.4.1. Dünyada Kerpiç Yapı	17
3. KERPIÇ MİMARİSİ TEKNOLOJİSİ	20
3.1. Kerpiç Bileşenleri	20
3.1.1. Toprak (kil+kum)	20
3.1.2. Saman	21
3.1.3. Su	22
3.2. Kerpiç Hazırlık Aşamaları	22
3.2.1. Harç	22
3.2.2. Fermantasyon Süreci	23
3.2.3. Kalıplama	24
3.2.4. Kurutma ve Depolama İşlemi	24
3.3. Kerpiç Yapım Tekniği	25
3.3.1. Temeller	25
3.3.1.1. Sürekli Temel	26
3.3.1.2. Radye Temel	26

3.3.1.3. Tokmaklanmış Temel.....	26
3.3.2. Duvarlar.....	28
3.3.2.1. Duvar Kalınlığı.....	28
3.3.2.2. Taş Subasman Duvar.....	29
3.3.2.3. Sıva İşlemi.....	29
3.3.3. Çatı.....	30
3.3.3.1. Kubbe.....	30
3.3.3.2. Tonozlar.....	31
3.3.4. Ahşap Yatay Çatı.....	32
4. MİSİR'DA KERPIÇ MİMARİ.....	35
4.1. Mısır'da Kerpiç Yapının Tarihi.....	35
4.2. Mimar Hassan Fathy.....	39
4.2.1. Hassan Fathy Kimdir?.....	39
4.2.2. Hassan Fathy'nin Mimari Felsefesi.....	39
4.2.3. Hassan Fathy'nin Eserleri.....	40
4.2.4. Yeni Gurna Köyü.....	44
4.3. Kerpiç Yapının Coğrafi Dağılımı ve İklim Şartları.....	47
4.3.1. Dünyadaki Coğrafi Dağılım.....	47
4.3.2. Mısır'da Kerpiç Yapısının Yaygınlığı ve Dağılımı.....	48
4.3.3. Mısır'ın Coğrafi Bölgeleri.....	49
4.4. Kerpiç Yapının İklimsel Şartları.....	49
4.4.1. Mısır İklimi.....	49
4.4.2. Nem ve Buharlaşma Oranı.....	50
4.4.3. Yağışlar.....	50
5. KERPIÇ YAPININ BOZULMASI VE RESTORASYON.....	52
5.1. Kerpiç Bozulmalarının Sebebi.....	52
5.1.1. Doğal Faktör.....	52
5.1.1.1. Nem Kaynaklarının Etkisi.....	52
5.1.1.2. Yağmur Suyunun Etkisi.....	52
5.1.1.3. Yeraltı Suyunun Etkisi.....	53
5.1.1.4. Rüzgârın ve Fırtınaların Etkisi.....	53
5.1.1.5. Termit Böceklerin Etkisi.....	53
5.1.2. İnsan Etkisiyle Oluşan Hasarlar (Man-made Cause).....	54
5.1.2.1. Mühendislik Planlama Hataları.....	54

5.1.2.2. Yanlış Restorasyon	54
5.1.2.3. Toprağın Test Edilmemesi	54
5.1.3. Kerpiç Binalarının Tipleri ve Formlarının Bozulması.....	54
5.1.3.1. Duvar Tabanının Bozulması.....	55
5.1.3.2. Duvarın Üstündeki Bozulma	55
5.1.3.3. Kerpicin Parçalanması.....	55
5.1.3.4. Çatlaklar.....	55
5.1.3.5. Duvarda Şişme veya Parça Kopması	56
5.1.4. Kerpiç Restorasyonunda Kullanılan Teknikler	56
5.1.4.1. Metot 1.....	56
5.1.4.2. Metot 2.....	56
5.1.4.3. Metot 3.....	57
5.1.5. Kerpiç Tamiri ve Yama.....	59
5.1.6. Bakım ve Koruma	60
6. HURMA YAPRAĞININ PİRİNÇ SAMANINA ALTERNATİF OLARAK KERPIÇ HARCINDA KULLANILMA ÖNERİSİ.....	64
6.1. Pirinç Samanı	64
6.2. Hurma Ağaçları	64
6.2.1. Türleri ve Özellikleri	64
6.2.2. Hurma Ağacının Kısımları.....	65
6.2.2.1. Kök Bölümü	65
6.2.2.2. Gövde Bölümü	65
6.2.2.3. Filiz Bölümü	66
6.3. Hurma Ağacının Dünyada ve Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesinde Dağılımı	68
6.3.1. Mısır'da Hurma Ziraatı ve İklim şartları.....	69
6.3.1.1. İklim	70
6.4. Hurma Yaprağı ve Pirinç Samanı Analizi Arasındaki Karşılaştırma (Şeker yüzdesi)..	71
6.4.1. Hurma Yaprağının Analizi (Mısır Hurması Örneği).....	71
6.4.1.1. Tahıl Eleme Süreci	71
6.4.1.2. Selüloz Oranları	72
6.4.1.3. Hemi-Selüloz Oranları	74
6.4.1.4. Hurma Yaprağı Analizi Sonuçları.....	75
6.4.1.5. Pirinç Saman Analizi Sonuçları	75
6.5. Pirinç Samanı ve Hurma Yaprağı, Su Emme Oranları Analizi.....	76

6.6. Toprak.....	78
6.6.1. Mısır’da Toprak Tipleri.....	78
6.6.1.1. Çöl Toprağı.....	78
6.6.1.2. Taşıma (Azonal) Toprak.....	79
6.6.1.3. Toprak Bileşenleri	79
6.6.2. Mısır’dan Alınan Toprak Örnekleri	79
6.7. Hurma Yaprağından Üretilen Kerpiç Numuneleri (Öneri)	82
6.7.1. Kerpiçteki Hurma Yaprağının Karışım Oranı	83
6.7.2. Numunelerde Kullanılan Toprak Türleri.....	83
6.7.3. Fermantasyon Saat Miktarı ve Güneş Altında Kuruma Süresi	84
6.7.4. Numuneler	85
6.8. Kerpiçte Su Emilim Testi.....	89
6.8.1. Test İçin Kerpiç Hazırlama Aşamaları	89
6.8.2. Birinci Deney (Hurma yaprağından Kerpiç)	89
6.8.3. İkinci Deney (Pirinç samanından Kerpiç)	93
6.8.4. Üçüncü Deney (Hurma Yaprağından Kerpiç).....	94
6.8.5. Su Emilim Testi Sonucu.....	101
6.9. Mukavemet Testi (Compressive Strength Test).....	101
7. SONUÇ	106
KAYNAKLAR.....	109
WEBSITE REFERENCES	112
ÖZGEÇMİŞ	115

ÇİZİM LİSTESİ

Çizim 2.1: İstenilen duvar kalınlığında hazırlanmış kalıp arasında tokmaklanarak preslenmiş duvar örneği. (URL6)	10
Çizim 2.2: Duvar kalıbı arasında toprak tabakasının, tokmaklanarak preslenme yöntemi. Her bir tabaka teker teker yapılır (URL6).....	10
Çizim 2.3: İçi toprakla dolu torbalarla yapılmış olan iki duvarın kesiştiği nokta. Tellerle birbirine iyice bağlanıp kenetlenmiş torbalar. (Owen Griger, 2011)	12
Çizim 2.4: Saman balyasından yapılan duvarın baş kesiti. (Murray Hollis, 2005)	14
Çizim 2.5: Duvarın güçlendirilmesi için saman balyası bloklarının içten bağlanması. (Murray Hollis, 2005).....	15
Çizim 2.6: Ahşap kolonlar arasına dal ile yapılan sepet örgünün çamurla sıvanması (Hugo Houben, 1994).....	16
Çizim 2.7: Hasır duvar ve çamurla sıvanma işleminin detayları (URL9).....	16
Çizim 3.1: Toprak yapılar da temel detayı. (Ruhi Kafesioğlu, 2017).....	28
Çizim 3.2: Ark ve kubbe yapımını gösteren iç kesit (URL15).....	31
Çizim 3.3: Çatı kaplama tekniği olarak kullanılan tonozun ayrıntılı kesiti. (URL15)	32
Çizim 3.4: Ahşap tavanın unsurlarını gösteren kesit ve perspektif, 1. Ana kerpiç kiriş, 2. Ahşap kiriş, 3. Bamboo, 4. Hurma yaprak, 5. Harç kaplama (Rasha ELBORG Y)	34

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1: Toprak Mimarisi Türleri, (Rasha ELBORGY)	7
Şekil 5.1: Şekilde Kerpiç bozulmasının sebepleri ve türleri gösterilmektedir. (Rasha ELBORGY)	58
Şekil 5.2: Şekildeki Restorasyon Tekniklerini gösterir. (Rasha ELBORGY).....	59
Şekil 6.1: Hurma Yaprağı Tahlil Sonuçları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı)	75
Şekil 6.2: Pirinç samanı ve hurma yaprağındaki lignin, hemiselüloz ve selüloz oranı (Rasha ELBORGY).....	76
Şekil 6.3: Pirinç samanı ve hurma yaprağı liflerinin su emilim değerleri. (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı)	77
Şekil 6.4: Pirinç samanı ve hurma yaprağında su emme oranı (Rasha ELBORGY)..	78
Şekil 6.5: Mısır "Luksor, İskenderiye" ve Türkiye'den "İstanbul" Toprak analizi sonuçları (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı).....	81
Şekil 6.6: Mısır "Luksor, İskenderiye" ve Türkiye'den "İstanbul" Toprak analizi sonuçları (Rasha ELBORGY).....	81
Şekil 6.7: Granül aranjmanına göre (Hugo Houben, 1994).....	82
Şekil 6.8: Üç örnek için toprak granül büyüklüğü. (Rasha ELBORGY)	82
Şekil 6.9: Kerpiç Numuneler, P1 "Hurma yaprak". Rs "Pirinç samanı". (Rasha ELBORGY)	85
Şekil 6.10: Kerpiç Örneklerin Büzülme Oranı. (Rasha ELBORGY)	86
Şekil 6.11: Hurma yaprağından Kerpiç, Birinci Deney Sonucu. (Rasha ELBORGY)90	
Şekil 6.12: Pirinç samanından Kerpiç, İkinci Deney sonucu. (Rasha ELBORGY) ...	93
Şekil 6.13: Hurma Yaprağından Kerpiç, Üçüncü Deney sonucu. (Rasha ELBORGY)	94
Şekil 6.14: Pirinç samanı ve Hurma yaprağından Kerpiç Su emme testi. (Rasha ELBORGY)	100
Şekil 6.15: Hurma yaprağı ve pirinç samanı gibi farklı kerpiç örnekler üzerinde basınç dayanımı testinin sonuçları. (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı)102	
Şekil 6.16: 12.5 * 12.5 * 7 cm boyutundaki pirinç samanı ve hurma yaprağı üç adet kerpiç numunesinin basınç dayanım testi sonucu. (Rasha ELBORGY)	102
Şekil 6.17: 7 * 7 * 7 cm boyutundaki pirinç samanı ve hurma yaprağı dört adet kerpiç numunesinin basınç dayanım testi sonucu. (Rasha ELBORGY).....	103

RESİM LİSTESİ

Resim 2.1: Fermantasyon işleminden sonra, kerpiç kalıbının hazırlanıp kurumaya bırakılma süreci (URL5).....	8
Resim 2.2: Kerpiçten yapılmış bir duvar. Mısır, Luksor, el-Kurna Köyü, (Rasha ELBORGY)	9
Resim 2.3: Tokmaklama yöntemiyle yapılmış duvar. (URL6)	11
Resim 2.4: İçi toprakla dolu torbalarla yapılmış olan iki duvarın kesiştiği nokta. Tellerle birbirine iyice bağlanıp kenetlenmiş torbalar. (Owen Griger, 2011)	12
Resim 2.5: İçi toprak dolu torbalarla yapılmış olan duvarın iç ve dış cephesinin çamurla sıvanıp son şeklin verilmesi işlemi. (Owen Griger, 2011).....	13
Resim 2.6: Saman balyasından yapılan duvar, İFAC workshop, Hollanda. (Rasha ELBORGY,2015).....	14
Resim 2.7: İç ve dış cephenin çamurla sıvanması, IFAC workshop, Hollanda (Rasha ELBORGY, 2015).....	15
Resim 2.8: Nk’Mip çöl kültür merkezi, entrance. Kanada, Mimar: Meror Krayenhoff. (URL7)	18
Resim 2.9: Nk’Mip çöl kültür merkezi, Kanada, Mimar: Meror Krayenhoff (URL7) 18	
Resim 2.10: Toprak mimarisi ev tasarımı 2014 Gana Nka Vakıf ödülü. Üçüncü kazanan Jason Orbe-Smith USA (URL8).....	19
Resim 3.1, 3.2: Kerpiç karışımında kullanılan toprak tabakası ve Kerpiç harcında kullanılan kum. (Rasha ELBORGY)	21
Resim 3.3: Kerpiç harcında kullanılan prinç samanı. (Rasha ELBORGY)	21
Resim 3.4: Kerpiç harcındaki samanın önce bazı aletlerle karıştırılıp daha sonra ayakla çiğnenmesi. (URL4)	22
Resim 3.5: Kerpiç Kalıplama İşlemi (URL5).....	23
Resim 3.6: Kerpiç Kurutma ve Depolama (URL11).....	24
Resim 3.7: Presleme işlemi öncesi ve sonrasında toprak taneciklerinin mikroskopik şeklinin görünüşü (URL12)	25
Resim 3.8 Bina yapımına başlanmadan önce zemin preslenme işlemini gösteren fotoğraf. (URL13)	27
Resim 3.9: Dış cephe sıva uygulama, Şhibam Yemen. (URL 14).....	27
Resim 3.10: Hassan Fethy’nin inşa ettiği kubbe ve küresel üçgen. Yeni Gurne Köyü, Luksor, Mısır. (Rasha ELBORGY, 2016).....	29
Resim 3.11: Ahşap yatay çatının alttan görünüşü. (URL16).....	31
Resim 3.12: Ahşap yatay çatının taşıyıcı duvara birleştiği nokta. (URL16).....	33
Resim 4.1: Kerpiç harcı karışımı ve kalıplara dökülme işlemi. (URL18).....	36

Resim 4.2: Eski Mısır'da Kerpiç yapı yapım aşamaları (URL18).....	36
Resim 4.3: Mısır, Luksor, Ramsiyum Tapınağı. Binlerce yıl önce kerpiç inşa edilmiştir. (URL19).....	37
Resim 4.4: Eski kerpiç kalıbı (URL20).....	37
Resim 4.5: Yeni kerpiç kalıbı. Görüldüğü gibi eskisi ile yenisi arasında fazla bir fark yoktur.....	38
Resim 4.6: Adrere amellal Oteli, Siwa vahası, Mısır. (URL21).....	38
Resim 4.7: New Mexico şehri “Dâru'l-İslâm” Projesi. Kubbe yapımı. Amerika Birleşik Devletleri1981. (URL22)	38
Resim 4.8: Mexico şehri “Dâru'l-İslâm” Projesi. Kubbe yapımı. Amerika Birleşik Devletleri1981. (URL22).....	41
Resim 4.9: New Mexico eyaleti “Dâru'l-İslâm” Projesi. İç aydınlatma yeri. ABD.1981. (URL22).....	41
Resim 4.10: Filistinli göçmenler için geçici konut projesi. Gazze 1957. Yatay ve dikey projeksiyonlar genel konumu göstermektedir. (Serge Santelli, 2011)	42
Resim 4.11: Polk Asper Villası. Colorado, Amerika Birleşik Devletleri 1971. Yatay projeksiyon ara yüzü ve dikey şeridi gösterir. (Serge Santelli, 2011).....	43
Resim 4.12: Hassan Fathy 'nin yaptığı halk pazarı. Yeni Gurna Köyü, Luksor, Mısır (Rasha ELBORGY, 2016).....	44
Resim 4.13: Pazar binasının şimdiki durumunu gösteren koridorun iç perspektifi. Yeni Gurna Köyü, Luksor, Mısır. (Rasha ELBORGY, 2016).....	46
Resim 4.14: Hassan Fathy 'nin inşa ettiği bir evin avlusu. Yeni Gurna Köyü, Luksor, Mısır. (Rasha ELBORGY, 2016).....	46
Resim 4.15: CRA Terre istatistiklerine göre kerpiç yapının dünya üzerinde dağılımını gösteren harita (URL23).....	47
Resim 4.16: Nil vadisi, Delta ve Vahalarda kerpiç evlerin yaygınlığı (URL24.....	48
Resim 4.17: Sıcak bölgeleri ve çölleri gösteren Mısır'ın topoğrafyası (URL26)	49
Resim 5.1: Yağmur suyunun kenarı kopmuş kerpiç duvara etkisi.	51
Resim 5.2: Kerpiç bir duvarda rüzgar etkisi, Siwa, Mısır (Rasha ELBORGY).....	60
Resim 5.3: Kerpiç duvarındaki yeraltı suyu etkileri. (URL28)	61
Resim 5.4: Duvar Şişmesi ve Çökmesi, El Kurna - Luksor, Mısır, (Rasha ELBORGY)	61
Resim 5.5: Kerpiç Parçalanma, El.Kurna - Luksor, Mısır, (Rasha ELBORGY)	61
Resim 5.6: Kerpiç duvardaki çatlaklar, Siwa, Mısır, (Rasha ELBORGY)	62
Resim 5.7, 5.8: Yapının üst kısmının bozulması ve dağılmasıyla çatlak oluşumu gibi çeşitli yapısal hasar biçimlerinin görüldüğü bina (solda). Tabanın bozulmasından kaynaklanan kerpiç duvarın çökmesi (sağda). (Rogiros Illampas, 2009, Ioannis Ioannou, Dimos C. Charmpis)	63

Resim 5.9, 5.10: Dikey çatlağı onarmak için yatay ahşap kiriş kullanımı (solda). Yine çatlamayı önlemek için kerpiç yapıya monte edilmiş çelik kayışlar (sağda). (Rogiros Illampas, 2009, Ioannis Ioannou, Dimos C. Charmpis)	63
Resim 6.1: Hurma ağacının kısımları (URL30).....	67
Resim 6.2: Hurma yaprağı, araştırılmaya çalışılacak olan pirinç samanına bir alternatiftir. (URL31)	68
Resim 6.3: Hurma yaprağı ve pirinç kuru dalları Pirzolama önce, 1. Pirinç kuru dalı, 2. Hurma yaprağı (Rasha ELBORGY).....	69
Resim 6.4: Hurma yaprağı ve Pirinç samanı kerpiçte kullanılan şekli. 1. Pirinç samanı, 2. Hurma yaprağı. (Rasha ELBORGY).....	69
Resim 6.5: İyice doğranıp elekten geçirilmiş hurma yaprakları. (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı).....	72
Resim 6.6: Selüloz oranları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı).....	73
Resim 6.7: Selüloz oranları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı).....	73
Resim 6.8: Hemi-Selüloz oranları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı).....	74
Resim 6.9: Granüler gradyan ve toprak dokusu (Hugo Houben, 1994).....	80
Resim 6.10: Toprağın yapısı (Hugo Houben, 1994)	80
Resim 6.11: Hurma yaprağı ve Pirinç samanı Kerpiç Numune. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY).....	86
Resim 6.12: Hurma yaprağı ve Pirinç samanı Kerpiç Numune, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY).....	87
Resim 6.13: Hurma yaprağından kerpiç yapılmış numune (örnek 1). (Rasha ELBORGY)	87
Resim 6.14: Hurma yaprağından kerpiç yapılmış numune (örnek 1). (Rasha ELBORGY)	88
Resim 6.15: Pirinç samanından kerpiç yapılmış numune (örnek 2). (Rasha ELBORGY)	88
Resim 6.16: İki farklı samandan kerpiç yapılmış numunelerin karşılaştırılması (Hurma yaprağı, Pirinç samanı). B. Hurma yaprağından numune, A. Pirinç samanından numune. (Rasha ELBORGY)	89
Resim 6.17: Hurma yaprağı katkılı numune deney başlangıcından bir saat sonraki durumu (Rasha ELBORGY).....	91
Resim 6.18 Hurma yaprağı katkılı numune, Arka taraftaki su seviyesinde basit bir artışla birlikte köpüklenmenin nispeten devam etmesi. (Rasha ELBORGY)	92
Resim 6.19: Hurma yaprağı katkılı numune, kısmen aşınmaya başlayan kerpicin arka yüzü. (Rasha ELBORGY)	92

Resim 6.20: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması Saat 12:00 testin başlangıcında, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)	95
Resim 6.21: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması 25 dakika sonra, saat 12:20, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)	95
Resim 6.22: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması Saat 13:00, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)	96
Resim 6.23: Deneyin başlamasından bir saat sonra, Pirinçten yapılan kerpicingin, Saat 13: 00'da su emme derecesi. A. Pirinç samanı kerpiç. (Rasha ELBORGY)	96
Resim 6.24: Deneyin başlamasından bir saat sonra, Hurma yaprağından yapılan kerpicingin 13: 00'da su emme derecesi. B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY).....	97
Resim 6.25: 13:30 ile 14:25 arası örneklerde bozulma başlangıcı, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY).....	97
Resim 6.26: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması, Saat 16:00, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY).....	98
Resim 6.27: Hurma yaprağı ve pirinç samanından yapılan kerpiçlerin su emme durumu, Saat16:50. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)	98
Resim 6.28: Pirinç samanından yapılan kerpiçlerin su emmesi Saat 18:50 (Rasha ELBORGY)	99
Resim 6.29: Saat 20:30, Pirinç samanından üretilen kerpiç neredeyse tamamı su çekmiş ve arka kısma doğru eğimle yıkılmaya başlamıştır. Hurma yaprağından yapılmış kerpiç numune ise özellikle arka kısmından yavaş su emilimi yapmaktadır. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)	99
Resim 6.30: Son Sonuç; Pirinç samanından yapılan kerpiç numunenin tamamen çökmesi, Hurma yapraklarından yapılan numune hala bütünlüğünü korur vaziyette durması ve su emiliminin durması, Saat: 23: 10. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY).....	100
Resim 6.31: 12.5 * 12.5 * 7 cm boyutlarında Hurma yaprağı kerpiç örneği "Örnek No.7". (Rasha ELBORGY)	103
Resim 6.32: Basınç dayanımı test cihazı altında Hurma yaprağı kerpiç örneği, "örnek No. 7", (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı).....	104
Resim 6.33: 12.5 * 12.5 * 7 cm boyutlarında Pirinç samanı kerpiç örneği "Örnek No.2", (Rasha ELBORGY)	104
Resim 6.34: Basınç dayanımı test cihazı altında Pirinç samanı kerpiç örneği, "örnek No. 2", (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı).....	105

MISIR'DA HURMA LİFİ KATKILI KERPİCİN RESTORASYON UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

ÖZET

İnsanlık tarihinde kullanılan en eski yapı yöntemlerinden biri kerpiç yapıdır. Kerpiç yapı çevre dostu ve insan doğasına daha uygun olup yapının kullanılması döneminde enerji kullandığı için toplumun her kesimine hitap eder. Kerpiç yapı mimarisinin dünya üzerindeki coğrafi dağılımı, kerpiç yapımında kullanılan killi toprak ve samanın temin edilmesine bağlı olarak paralel bir şekilde seyretmiştir. Havanın kurak ve yağışın az olduğu dolayısıyla sel tehlikesinin olmadığı bölgelerde bu yöntem daha çok tercih edilmiştir. Mısır'da pirinç ekiminin toplam yıllık mahsulün yaklaşık %25 oranında azalmasının ardından kerpiç yapımında kullanılan pirinç samanına alternatif olarak başka bir malzeme bulma olasılığı sorusu akla gelmiş ve buradan yola çıkarak; Bu araştırmada buğday ile pirinç samanının kerpiç yapımında kullanmanın yerine alternatif olarak bölgede yüksek oranda bulunan daha ekonomik hurma ağacı yaprağının kullanımının uygunluğu araştırılmıştır. Hurma yaprağı ve pirinç samanı katılan kerpiç su emme oranları analizi ve mukavemet testleri yapılmıştır. Pirinç samanı ve hurma yaprağı kerpiç mukavemetini doğrudan etkilemektedir. Su emilim oranlarına bakıldığında hurma yaprağında üretilen kerpicingin pirinç samanı ile üretime göre sudan daha az etkilendiği deneyler sonucunda ortaya çıkmıştır. Pirinç samanı katılı Toprak ile hurma yaprağı katılı toprak su etkisi ile karşılaştığı zamanı, hurma yaprağı katılı toprak daha az su emmekte ve hasar görülmemekte.

Bu araştırmadaki kerpiç mimarisi teknoloji, kerpiç nasıl hazırlanıyor, Ayrıca, Mısır'da kerpiç mimari yapının tarihi ve mimar Hassan Fathy felsefesi ve eserleri hakkında gösterilecek, kerpiç yapının iklimsel şartları bilinecek, sonradaki kerpiç bozulmalarının sebebi, kerpiç binalarının tipleri ve formlarının bozulması ve restorasyonunda kullanılan teknikler gösterilecektir, sonunda hurma yaprağının pirinç samanına alternatif olarak harcında kullanılma önerisi laboratuvar çalışması

Bütün bu araştırmaların sonucu olarak kerpiç yapımında kullanılan pirinç samanına alternatif olarak hurma yaprağını kerpiç inşaat malzemesi olarak kullanılmasının

uygun olduğunu açık bir şekilde söyleyebiliriz. Çevre dostu olan bu maddeyi tercih etmenin hem insan sağlığına, az enerji kullanan yapıları

ANHTAR KALİME: Kerpiç, Hurma lifi, Kerpiç restorasyon, Pirinç samanı, kil
Toprak

MISIR'DA HURMA LİFİ KATKILI KERPİCİN RESTORASYON UYGULAMALARINDA KULLANILABİLİRLİĞİNE YÖNELİK BİR ARAŞTIRMA

ABSTRACT

One of the oldest building methods used in human history is Adobe. The adobe building is more environmentally friendly and more suitable for human nature and saving energy, The geographic distribution of Adobe architecture throughout the world has been parallel in relation to the availability of clay soil and straw used for Adobe construction. This method is more preferred in regions where air is dry and rainfall is low and there is no danger of flooding. The question of the possibility of finding another material as an alternative to the rice straw used in Adobe production after the decrease of 25% of the total annual crop of rice cultivation in Egypt came to mind. In this study, instead of using wheat and rice straw in adobe construction, the suitability of using the more economical date-palm leaf in the region was investigated. Analysis of water absorption rates and strength tests of adobe with palm leaf and rice straw were performed. Rice straw and palm leaf directly affect the adobe strength. When the water absorption rates are examined, it is revealed that the adobe produced in palm leaf is less affected by water than rice straw production. Rice straw doped Soil and palm doped soil when exposed to water effect, palm leaf doped soil absorbs less water and does not damage.

As a result of all these researches, we can clearly say that it is appropriate to use palm leaf as an adobe construction material as an alternative to rice straw used in adobe construction. Choosing this environmentally friendly substance has the advantages of using less energy for human health.

KEYWORD: Adobe building, Back to earth, Rice straw, Palm leaf, Restoration of Adobe

1. GİRİŞ

Teknoloji günlük hayatımızı yoğun bir şekilde kontrol etmektedir. Bu hem mimari tasarıma hem de kullanılan yapı tarzına yansımaktadır. Teknoloji, kademeli olarak eski geleneksel mimari tarzdan bizleri uzaklaştırmaktadır; kerpiç yapılar, teknolojiyle harmanlanmış binalara göre aşağıda yer alan unsurlara gözetildiğinde daha avantajlıdır.

- Ekonomik boyut: Yapı malzemesi ile büyük ölçüde enerji tasarrufu sağlamak.
- Çevresel sağlık: Az enerji kullanarak çevre zararını azaltmak.
- İnsan sağlığı: Yapının iç ikliminin insanlara sağlıklı bir yaşama alanı sağlaması.

Toprak mimarisi ve kerpiç yapı, Avrupa, Kuzey Afrika ve Asya'nın büyük bölgelerinde tarih boyunca en eski bina yöntemlerinden biri olup Mısır'da da kerpiç yapılar Firavunların zamanından Luksor'daki Ramosium Tapınağı ve başka bir örnekte Mısır'daki vahalardaki işçilerin köylerine kadar çok yoğun bir şekilde kullanıldığını biliyoruz.

Günümüzde, dünyadaki birçok ülke, bizlere sağlıklı, çevre dostu ve enerji tasarruflu bir yapı sağlayan kerpiç binalarına teknoloji desteği ile geri dönmeye başladı.

Mimar Hassan Fathy, Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesinde ve dünyada bu mimari tarzın öncülerinden biriydi. Felsefesi daha çok, “Çevre bize her şeyi verir ve akıllı mimar bu doğal kaynakları kullanmalı” sözüne dayanır. Sosyo-ekonomik kültürü farklı olan tüm insanlar için doğal malzemeden sağlıklı bina inşa edilebilir. Hassan Fathy'nin "*Fakirlerin Mimarisi*" (*Architecture for poor*) adlı kitabında dediği gibi, “Çevre bize kullanılacak doğal malzemeleri sağlamaktadır”.

Luksor'daki yeni Qurna köyü, Hassan Fathy'nin önemli çalışmalarının bir parçasıdır. Yıllardır ihmal edilen köyde, kerpiç binalar bozulmaya yüz tutmuş, sürekli yenileme ve bakım ihtiyacı duymaktadır.

Mısır'da pirinç ekiminin toplam yıllık mahsulün yaklaşık %25 oranında azalmasının ardından kerpiç yapımında kullanılan pirinç samanına alternatif olarak başka bir kaynak bulma olasılığı sorusu akla gelmiş ve buradan yola çıkarak;

- Hurma yaprakları gibi bölgede bol miktarda bulunan malzemeyi pirinç samanına alternatif olarak kullanılması durumu
- Kerpiç endüstrisinde kullanılan pirinç samanı ile aynı hatta daha iyi kaliteye sahip olabilecek bir malzeme önerebilmek
- Eski kerpiç binaların restorasyonunda hurma yaprağından yeni kerpiç harcında kullanılması imkânı araştırılması hedeflenmiştir.

Mısır'da hurma üretiminin bolluğu, farklı iklim şartlarında yetişebilmesi, düşük üretim maliyeti gibi sebeplerden dolayı hurma lifinin, kerpiç yapmak için kullanılan pirinç samanına alternatif olacağı fikri araştırılmaya değer görülmüştür.

Kerpiç, sıcak, kuru hava ve nadir de olsa yağmurlu bölgelerde büyük ölçüde başarılı bir malzeme kullanım yöntemidir. Dünyadaki toprak mimarisinden yapılmış alanları gösteren UNESCO haritasında da görüldüğü gibi Mısır'da, coğrafi dağılıma ve sıcak iklime bağlı olarak kerpiç binaları Güney Mısır ve vahalarda yayıldığını gözlemekteyiz.

Bu bölgelerde kullanılan kerpiç iki temel malzemeden oluşur. Bunlar toprak ve samandır. Bu malzemelerin iyice karıştırılmasının bazı aşamalarında samanda bulunan bazı minerallerle toprakta bulunanlar fermantasyona uğrar ve kerpiç yapının daha iyi yapışma, su emme ve mekanik özelliklerini etkileyecek işlem gerçekleşir.

Kerpiç yapının yapımı ve korunmasında iklim şartlarını bilmek önemli bir noktadır. Kerpiç yapıların bozulmasına sebep olacak ilk düşman diyebileceğimiz etkenlerin başında;

- Doğal faktörler: Yağmur, yeraltı suyu, yüksek çiçeklenme, böcekler, vb.
- İnsan faktörleri: Yanlış restorasyon, iyi yapılmamış toprak testi... vb. gibi faktörler gelir.

Bu faktörler binanın bozulmasına neden olur ve bu nedenle binanın düzenli restorasyon ve bakıma tabi tutulmasını gerektirir.

Bu sebeplerden önereceğim yeni bir malzeme olan hurma yaprağının kerpiç endüstrisindeki pirinç samanına hem yapımda hem de restorasyonda alternatif olarak kullanılabilmesinin geçerli kılınması için uluslararası bazı standartlarda testler yapılacaktır.

Pirinç samanı ve hurma yaprağı için yapılacak bu testler şöyledir;

- Amerikan ASTM standartlarına göre şeker oranları analizi (fermantasyon sürecinde önemli bir etkidir)
- Toprak granüllerinin büyüklüğü ve gözenekliliğinin ölçülmesi (toprağın uygulanabilirliğinin bilinmesi için önemlidir)
- Amerikan ASTM C1585 standartlarına göre su emme testi (su kerpiç endüstrisi için en önemli etkenlerin başında gelir)
- AS3700 Avustralya, Türkiye TS 2514 ve ASTM C67-14 standartlarına göre numunelerin 21 ° C'de 28 gün boyunca iklimik test kabinet ID 300 cihazına yerleştirilip test edilmesi
- Mukavemet testi (compressive strength test)

Bu testler aşama olarak gerek Mısır ve Türkiye'deki üniversite laboratuvarlarında test edilip ayrıntılı olarak sonuçlar karşılaştırılacaktır.

2. TOPRAK MİMARİSİ

Toprak mimarisi, geçmişten günümüze ulaşan çok önemli mimari biçimlerden biridir. Bu mimari tarz aşağıdaki şekilde ele alınacaktır.

2.1. Toprak Mimarisi Kavramı

İnsanoğlu ilk çağlardan itibaren içinde bulunduğu doğal çevre ile uyumlu bir şekilde hayat sürmüştür. Gerek gıda gerekse barınak olsun tüm ihtiyaçlarını karşılamak için yaratıcının kendisine verdiği yetenekleri kullanmıştır. Doğanın kendisine sunduğu doğal maddeleri kullanarak birçok icatlar yapmıştır. Konut açısından bu meseleye baktığımızda toprak mimarisi, insanlık tarihi boyunca en eski yapı malzemesi olarak kullanılmıştır. İnsanların bu malzemeyi mimaride kullanma fikri tabiattaki doğal yapılar sayesinde oluşmuştur. Dolayısıyla insanoğlu milattan önce yedinci yüzyılda dünya tarihin ilk gökdeleni olan Babil kulesini inşa etmiştir. Aynı şekilde toprak mimarisi çevreye uyumluluğu nedeniyle, Mezopotamya, Mısır medeniyetleri, Arap ve İslam dünyası, Hindistan, Meksika uygarlıklarında ve Afrika'daki çeşitli medeniyetlerde hızlıca yayılmıştır. (URL1)

İnsanların yaşadıkları bölgelerde kent kurma fikrinin temeli, toprağın çeşitli yardımcı malzemelerle birleştirilip kaynaştırılmasıyla ortaya çıkmıştır. Asırlar boyunca buradaki insanlar temel inşaat malzemesi olarak basit ve çeşitli tekniklerle toprak yapı mimarisini kullanmıştır. Kuşaktan kuşağa aktarılan bilgi ve yöntemler sanat kabiliyetleri ile birleşince birbirinden farklı çok güzel mimari eserler ortaya çıkmıştır. Bu basit gibi görünen yapıların içinde, yapı mimarisi bilgi ve deneyimi, doğal koşullara uyumla birlikte; sanat zevki, estetik ve doğal yetilerin izleri oldukça fazladır. Onlar bu malzemenin fiziksel faydalarını, nasıl optimal bir şekilde kullanacaklarını, bölge haklı için kültürel, sosyolojik ve ekonomik bütün gereksinimleri nasıl karşılayacaklarını çok iyi biliyorlardı. Onlar yaptıkları yapıtlarda bir yandan iklim, toprak kalitesi ve eldeki materyaller gibi çevresel faktörleri, diğer yandan her bölgedeki mevcut uzmanlık kalitesini de göz önünde bulundurabiliyorlardı. Nitekim Arapların içinde yaşadığı bölge, toz yüklü, kuru ve

sert bir iklime sahiptir. Bu nedenle bina tasarımında bu hususların dikkate alınması gerekiyordu. İyi bir ısı yalıtımcısı olan kerpiç yapı, bu bölgelerde kullanılacak en iyi ve en ekonomik bir yöntemdir.

Yemen’de Şibam ve San’a şehirleri, Cezayir’de Adrar şehri, Fas’ta Marakeş şehri, Libya’da Gadames kenti, Suriye’de Halep ili, Filistin’de Eriha şehri, Mısır’daki Firavun tapınakları ve Luksor ilindeki Ramses tapınakları gibi toprak mimarisi ile yapılan antik şehirler sayesinde Arap ülkeleri hâlâ çok çarpıcı mimari eserlerine ve eski medeniyetine sahip çıkmaktadır. (URL2) Ancak 20. Yüzyılın ortalarından beri birçok alanda dünyada meydana gelen birçok büyük değişimlerin doğal bir sonucu olarak Orta Asya ve Kuzey Afrika ülkelerinde toprak mimarisi iyice azalıp yok olmaya yüz tutmuştur. Basit ve ekonomik doğal yapı malzemesinin yerini dünyanın enerji kaynaklarını gün geçtikçe azaltıp bitiren inşaat malzemeleri almıştır. Modern binalarda bu tür malzemeler daha çok kullanılmaya başlanmıştır. Fakat modern inşaat malzemeleri henüz Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesinin ekonomik, sosyal ve iklimsel koşullarını dikkate alarak bir yeni bir çalışma oluşturmamıştır. Bu yüzden pek çok Orta Asya ve Kuzey Afrika ülkesi, sürpriz bir şekilde bağımsız bölgesel bir ekonomiden, yöresel sanatlarla donatılmış çok uluslu sanayi şirketlerinin ürünlerinin dağıtımına dayanan küresel bir ekonomiye geçmiştir.

2.2. Toprak Mimarinin Önemi

Dünya nüfusunun 1/3’ü kerpiç yapılarda yaşamaktadır (CRATerre/ENSAG). En çok bilinen toprak mimari türlerinden biridir. Kerpiç, uygun toprağın saman ile karıştırılarak şekil verilmesi sonuç elde edilmiştir. Kerpiç kullanımı ,dünyadaki en çok kullanılan yapım tekniklerinden biridir. Kerpiç yapının birçok avantajı ve dezavantajı vardır. Diğer toprak yapı tiplerinde olduğu gibi kerpiç, ısıya dayanıklı, yanmaz ve biyolojik olarak doğada parçalanıp kolayca geri dönüşebilir özelliktedir. Mükemmel iklimsel performans sağlamak için binalara yeterli termal kütle enerji depolama sağlayan, toksik olmayan yapı malzemesidir. Tüm bunların yanında duvarların düşük ses iletimi, genel bir sağlamlık ve güvenlik hissi vardır (URL3). Kerpiç duvarlar havadaki aşırı nemi hızlı bir şekilde absorbe etme ve gerektiğinde geri gönderme yeteneğine sahiptir. Şu şekilde açıklayacak olursak topraktan yapılmış bir evin içindeki hava nemi sabit kalarak (yaklaşık %40) yıl boyunca sağlıklı bir

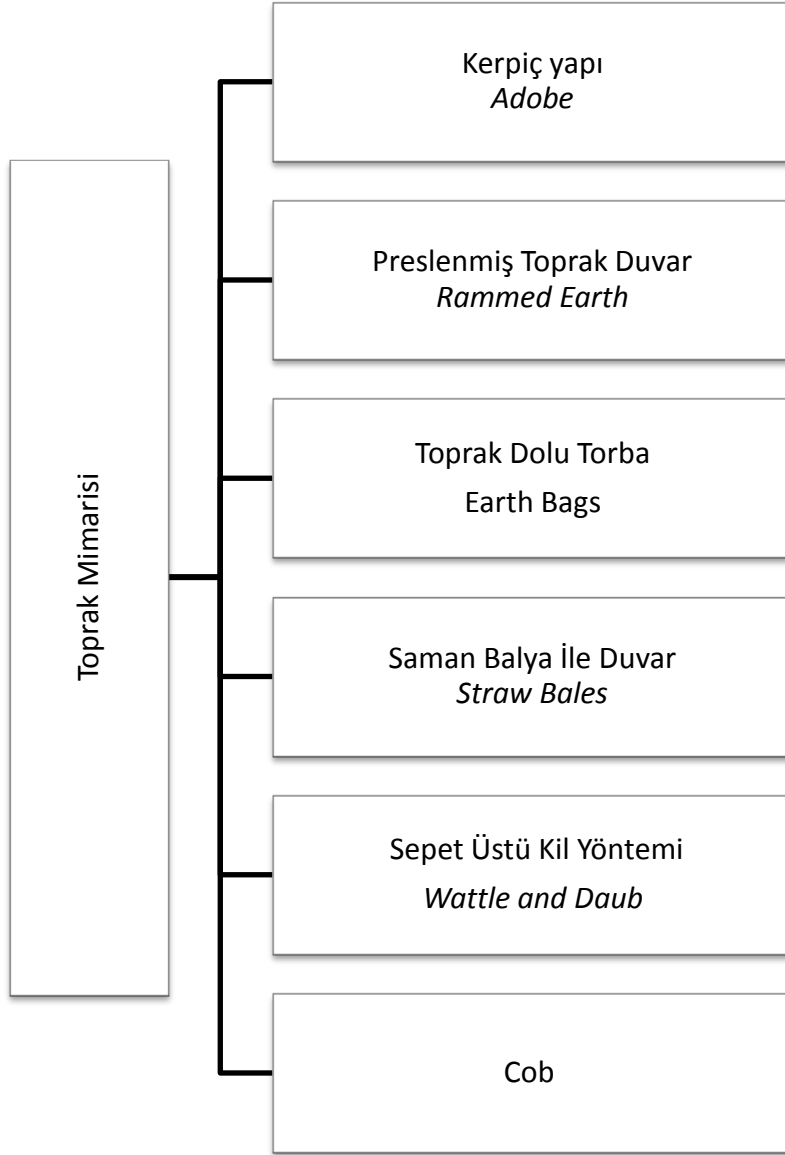
ortam sağlar. Diğer bir taraftan, ısıyı depolama özelliği, örnek verecek olursak; kış mevsiminde toprak duvarlar gün boyunca depolanan ısıyı gece yayarak sıcaklığın iç ortamda stabil kalmasını sağlarlar.(URL4)

Kerpiç yapılar tekniğine uygun olarak inşa edildiğinde hem yapı sahibi açısından hem de inşaatı uygulayanlar açısından kolay, fazla araç ve ekipman gerektirmeyen, kısa sürede uygulayacak kişilerin deneyim kazanacağı bir yapım sistemidir. Kerpiç sisteminin en büyük avantajlarından biri, tek tek ünitelerin veya tuğlaların duvara yerleştirilmeden önce rötre ve büzölmeye izin vermesidir. Bu sayede büyük bir blok yapılmadan yüksek kil içerikli toprak ile doğrudan duvar inşa edilirse kuruma döneminde malzeme büzölür. Duvar çatlar. Her türlü topraktan yerinde tekniğine uygun kerpiç yapı yapılabilir.

Küçük kerpiç üniteleri, toprak binaların tasarım ve yapımında büyük esneklik sağlar. Kerpiç örgü için kolayca kesilebilir, istenilen yerde boşluk oluşturulabilir.

2.3. Toprak Mimarisi Türleri

Toprak mimarisi türleri Şekil 2.1 de görüldüğü gibi 6 başlık altında sınıflandırılmıştır.



Şekil 2.1: Toprak Mimarisi Türleri, (Rasha ELBORGY)

2.3.1. Kerpiç yapı

Toprak harç (pişmemiş) kalıplara ve destek duvarlarının üzerine dökülmesiyle elde edilen bir tür tekniktir. Yöntemde; kil, saman ve su belirli oranlarda karıştırılarak bir harç haline gelen karışım bir gün mayalanmaya bırakılır. Kerpiç, genellikle değişik tür samanı karıştırılarak güçlendirilir. Mısır'da Nil havzasında bol pirinç yetiştiği için Mısır'daki kerpiçe pirinç samanı katılmıştır. Bu çalışmada pirinç azalması nedeniyle hurma yaprağı ile elde edilecek sonuç araştırılacaktır.

Bu karışım 15 x 25 x 7 cm (Mısır'da Standartlar) ölçülerinde ahşap kalıplarla plaka haline getirilir. Blok olarak kesilen malzeme güneşin altında üç gün boyunca

bekledikten sonra alt üst yapılır. (Resim 2.1) de görüldüğü gibi her iki tarafın da tamamen kurduğundan emin olduktan sonra, ve kerpiç istiflenir. (URL5)



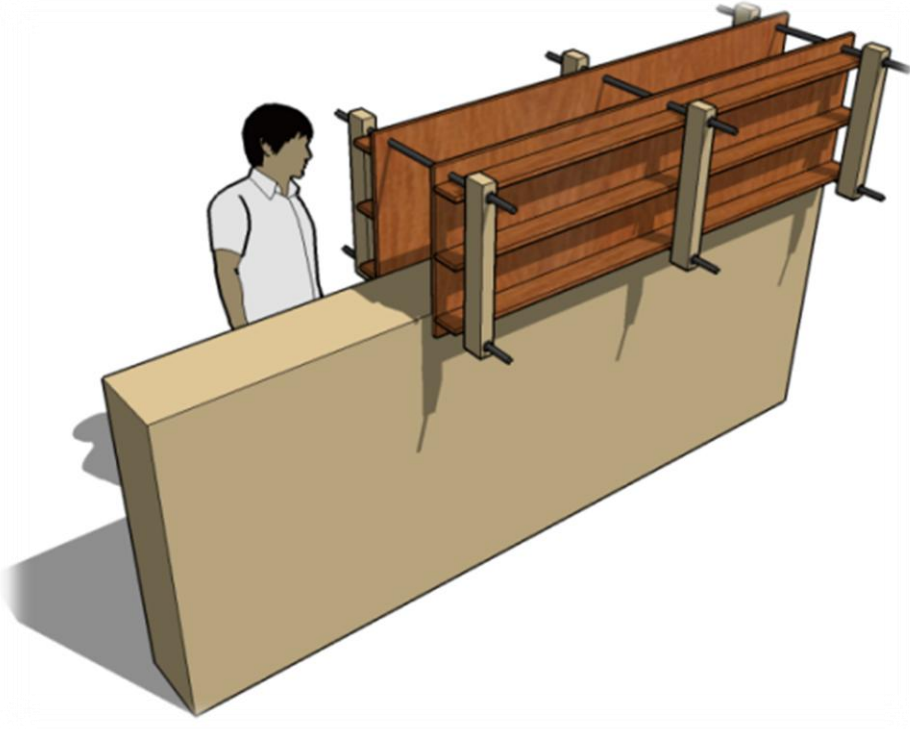
Resim 2.1: Fermantasyon işleminden sonra, kerpiç kalıbının hazırlanıp kurumaya bırakılma süreci (URL5)



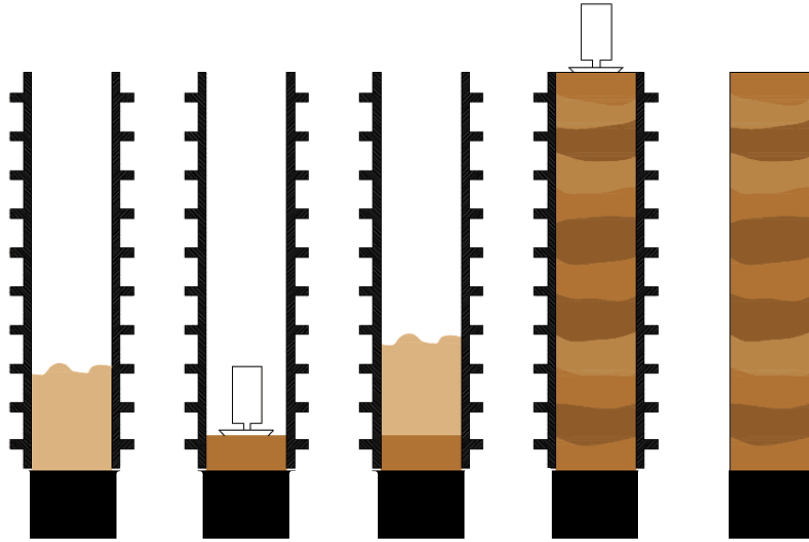
Resim 2.2: Kerpiçten yapılmış bir duvar. Mısır, Luksor, el-Kurna Köyü, (Rasha ELBORGY)

2.3.2. Preslenmiş toprak duvar

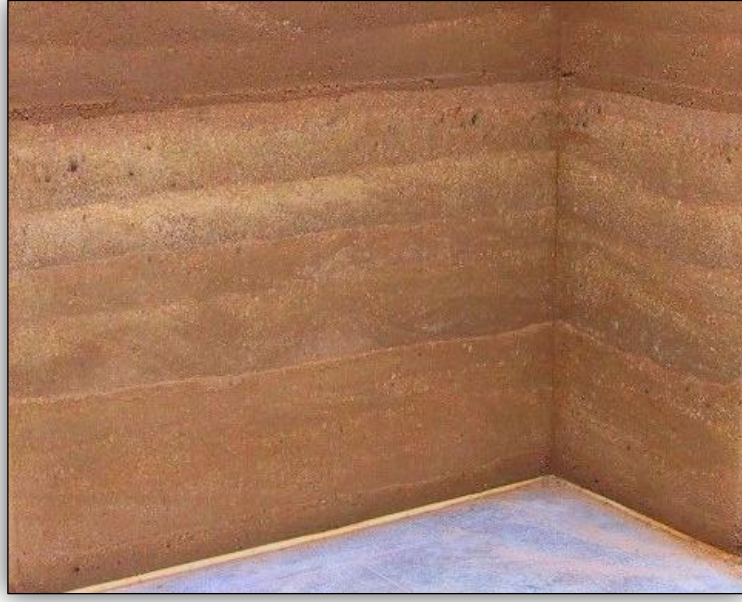
Preslenmiş toprak duvar yöntemi toprak yapı mimari türlerinden biridir. Fermantasyon yöntemi içeren toprak yapı mimari türlerinden biridir. "Kerpiç imalatında toprağın samanla iyice karıştırdıktan sonra fermantasyon için bir müddet bekletilmesi sağlamlık açısından iyi olur. Nitekim bu fermantasyon sürecinde saman bileşenleri ile toprak içindeki elementler arasında bazı kimyasal reaksiyonlar meydana gelir. Yani lignin ve früktoz maddeleri kerpiç durabilitesinde büyük ve doğrudan bir etkiye sahip olan laktik asidin fermantasyonu sürecinde ortaya çıkmasına neden olur. Bu madde toprakla, samanın oranlarda bir karışım yapıldığı zaman meydana gelir." (Hassan Fathy, 1973)". Metal tokmak ile iyice karıştırılır, böylece karışımda boşluk kalmaz ve toprak tabakası tokmaklanarak preslenir. Her blok birer birer yapılır. Preste ile toprak yapı için iki teknik vardır. Birincisi, bloklar makinede yüksele pres basınç ile everek elde edilmesi. Diğer toprak harcın duvar yapılacak yerdeki kalıba dökülerek tokmaklanması ve sıkıştırılması sonucu elde edilir. Bu işlem, ilk katman, ardından ikinci, ardından üçüncü, istenen duvar yüksekliğine ulaşana kadar devam eder, (Çizim 2.1, 2.2). (URL6)



Çizim 2.1: İstenilen duvar kalınlığında hazırlanmış kalıp arasında tokmaklanarak preslenmiş duvar örneği. (URL6)



Çizim 2.2: Duvar kalıbı arasında toprak tabakasının, tokmaklanarak preslenme yöntemi. Her bir tabaka teker teker yapılır (URL6)

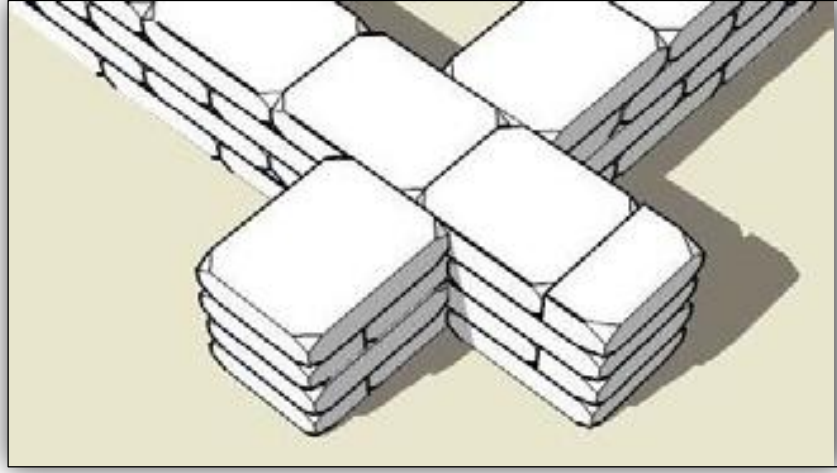


Resim 2.3: Tokmaklama yöntemiyle yapılmış duvar. (URL6)

2.3.3. Toprak dolu torba

Savaşlarda kale gibi kullanılan kum torbalarından yapılmış olan siperden esinlenerek ortaya çıkmış bir fikirdir. Torba siperi askerler kullandığı gibi iltica eden gruplar da kullanmaktadır, (Resim 2.5). (Owen Griger, 2011)

Toprak dolu torbaların duvarda uygulanma işlemi şöyledir. İstenilen duvar ebatlarında hazırlanmış olan torbaların içine toprak karışımı doldurulur. Daha sonra binanın tasarımına göre bu torbalar üst üste konup istif edilir. Torbalar birbirine bağlanıp iyice kenetlenir. Düz bir şekil almasına ve diğeriyle aynı hizada olmasına dikkat edilir. Daha sonra duvarın hem içi hem de dışı samanlı kil ile sıvanır (Çizim 2.3, Resim 2.4).



Çizim 2.3: İçi toprakla dolu torbalarla yapılmış olan iki duvarın kesiştiği nokta. Tellerle birbirine iyice bağlanıp kenetlenmiş torbalar. (Owen Griger, 2011)



Resim 2.4: İçi toprakla dolu torbalarla yapılmış olan iki duvarın kesiştiği nokta. Tellerle birbirine iyice bağlanıp kenetlenmiş torbalar. (Owen Griger, 2011)



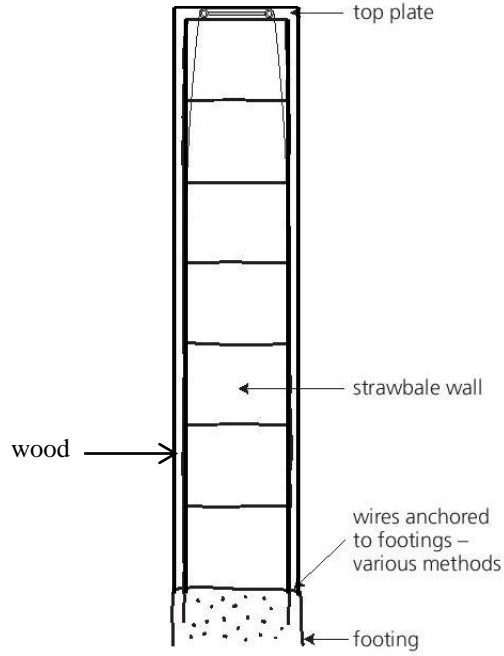
Resim 2.5: İçi toprak dolu torbalarla yapılmış olan duvarın iç ve dış cephesinin çamurla sıvanıp son şeklin verilmesi işlemi. (Owen Griger, 2011)

2.3.4. Saman balya ile duvar

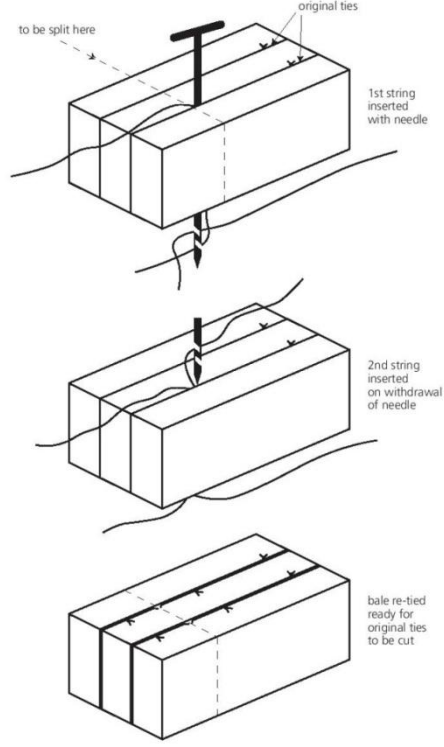
Saman balyası yapı sitili daha çok Avrupa'da yaygın olan bir yöntemdir. Nitekim samanlar önce birleştirilip preslenerek büyük balya yapılır. Daha sonra istenilen yapı tasarımına göre bu saman balyaları üst üste konularak duvar yapılır. Balya aralarına ahşap konur. Bloklar birbirlerine tellerle bağlanarak duvar sağlamlaştırılır. Son aşamada yapının iç ve dış cephesi çamurla sıvanıp nihai şekil verilir. (Çizim 2.4, 2.5) (Murray Hollis, 2005)



Resim 2.6: Saman balyasından yapılan duvar, İFAC workshop, Hollanda. (Rasha ELBORGY,2015)



Çizim 2.4: Saman balyasından yapılan duvarın baş kesiti. (Murray Hollis, 2005)



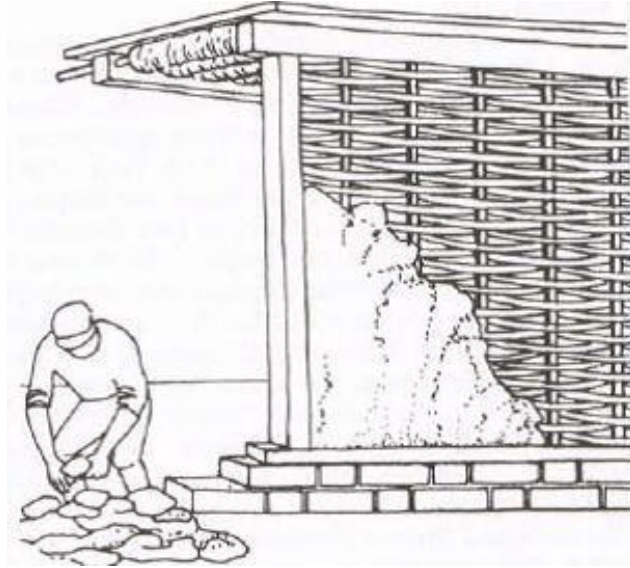
Çizim 2.5: Duvarın güçlendirilmesi için saman balyası bloklarının içten bağlanması. (Murray Hollis, 2005)



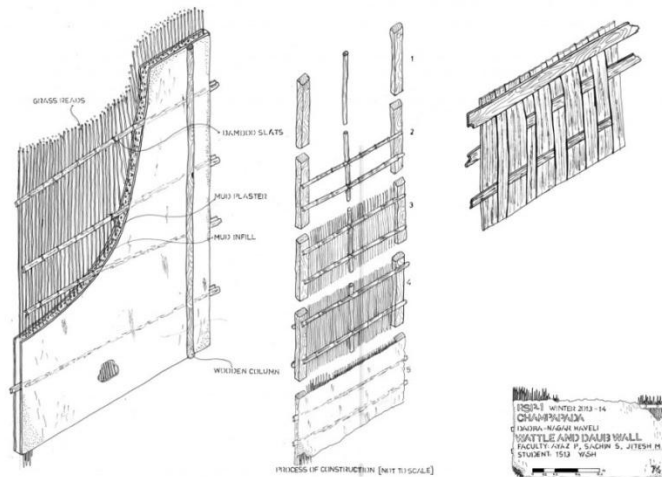
Resim 2.7: İç ve dış cephenin çamurla sıvanması, IFAC workshop, Hollanda (Rasha ELBORGY, 2015)

2.3.5. Sepet üstü kil yöntemi

Bu yöntemde duvardan önce ahşap iskelet yapılır. Ahşap iskelet üzerine kolonlar arası dal veya kamış sepet örgü şeklinde örgüler yapılır. Kirişler arasında tamamen örgü işlemi biten duvar topraktan hazırlanmış harç karışımıyla sıvanır. (Çizim2.6, 2.7). (Hugo Houben, 1994)



Çizim 2.6: Ahşap kolonlar arasında dal ile yapılan sepet örgünün çamurla sıvanması (Hugo Houben, 1994)



Çizim 2.7: Hasır duvar ve çamurla sıvanma işleminin detayları (URL9)

2.4. Kerpiç Yapının Tarihi.

Binlerce yıl önceden beri kullanılan en eski yapı tekniklerinden biri olan kerpiç yapılara, dünyanın birçok noktasında farklı coğrafyalarında rastlamak mümkündür.

2.4.1. Dünyada kerpiç yapı

Güneş ışınları altında kuruyan kerpiç evler; Asya kıtasının batısında, Afrika'nın kuzeyinde ve batısında, Güney Amerika'da, Amerika kıtasının güneyinde ve batısında, İspanya'da ve Doğu Avrupa'da çok yaygın olup "balçık kütlesi" adıyla bilinmektedir. Pueblo (kızıl dereli) yapılarının duvarlarında büyük miktarlarda taş kullanılmış olmasına rağmen, kerpiç evler birkaç yüzyıl boyunca Amerika Birleşik Devletleri güneybatısında, Orta Amerika'da ve Güney Amerika'nın Andean bölgesinde binlerce yıldan beri yerli halklar tarafından kullanılıyordu. Aynı şekilde Pueblo halkı sadece el ayaklarını kullanarak kerpiç heykeller yapmışlardır. İspanyalılar tuğla gibi plaka halinde imalat yöntemini geliştirinceye kadar kerpiç imalatı manuel olarak devam etmiştir. İspanya'da geliştirilen bu sistem Geç Tunç Çağı'nın başından itibaren Demir Çağı ve M.Ö. 8. yy.'a kadar farklı dönemlerde farklı yapılarda kullanılmıştır.

2.5. Günümüzde Toprak Mimarisi

Değişen ekonomik koşullar ve enerji sıkıntısı, bu tarihi yapı malzemesinin yeniden değerlendirilerek gündeme getirilmesine yol açmıştır. 20 yıl öncesine kadar, kerpiç konstrüksiyon, çok zengin veya çok fakirlerin kullanabileceği yapı malzemesi gözüyle bakıldığı için kullanımı ve yapımı sınırlı sayıda idi. Ancak günümüzde bu yapı malzemesi hak ettiği değere ulaşacak boyutta ciddiye alınmakta ve ekolojik, sağlıklı, enerji tasarrufu sağlayacak bir yapı aracı olarak kabul edilmektedir.

Artan çevre problemlerine karşın, toprak mimarisi yapımı, modern inşaat tekniklerine güçlü bir alternatiftir. Geçmiş dönemlerde bu yapı malzemesiyle ilgili akıllarda kalan bazı olumsuzluklar, modern teknolojiler ve uygun karışım oranlarıyla kolayca çözülebilecek duruma ulaşmıştır.

Toprak mimarisinin benimsenmesi, insan ve çevre arasındaki yakın ilişkiyi güçlendirir. Bizler böylesine değerli bir malzemedен yapılmış mimari mirasımıza geri dönmeli ve ekosistemi bozmadan çevre ile uyum içinde yaşayan atalarımızdan ders

almalıyız. Bugün, bu yapım kültüründen türetilmiş modern çevresel ve ekonomik teknolojilere özellikle iklim koşullarımıza göre ciddi bir ihtiyaç duymaktayız. Örnek (Resim 2.8, 2.10).



Resim 2.8: Nk'Mip çöl kültür merkezi, entrance. Kanada, Mimar: Meror Krayenhoff. (URL7)



Resim 2.9: Nk'Mip çöl kültür merkezi, Kanada, Mimar: Meror Krayenhoff (URL7)



Resim 2.10: Toprak mimarisi ev tasarımı 2014 Gana Nka Vakıf ödülü. Üçüncü kazanan Jason Orbe-Smith USA (URL8)

3. KERPIÇ MİMARİSİ TEKNOLOJİSİ

3.1. Kerpiç Bileşenleri

Kerpiç yapı; toprak, (kil, kum) saman ve su gibi tamamı doğadan elde edilen ekolojik malzemelerden oluşur. Bu bileşenler, halihazırda yapının inşa edileceği her yerde bulunmakta veya düşük maliyetle doğrudan ulaşabilecek noktada yer almaktadır.

3.1.1. Toprak (kil+kum)

Kerpiç yapımında en çok kullanılan madde kildir. Sel yatakları, vadiler, göletler ve suyu çekilen bataklık arazilerden alınan, rengi siyah veya koyu kırmızı olan bir silt maddesidir. Kerpiç imalatında kullanılacak olan bu temel maddenin sakız gibi birbirini çok iyi tutan kaliteli bir balçık olması gerekir.

Kerpiç imalatında kullanılan iki tür kil vardır:

- a) İşlenmiş Harç: Bundan maksat, geri dönüşüm için yıkılmış olan kerpiç evin kalıntılarından alınan toprak karışımıdır. Bu harç tekrar işlendiğinde daha sert ve dayanıklı olur.
- b) İşlem Görmemiş Harç: Gerek tuğla imalatı gerekse çanak, çömlek, güveç ve testi gibi herhangi başka bir endüstride kullanılmamış olup hiçbir işleme tabi tutulmayan yeni çamur harcıdır.

Kum, silisli kütlelerin, yumuşak kayaların doğal etkenlerle parçalanıp ufalanmasıyla oluşan çok küçük ve sert doğal taneciklerden ibaret genellikle kuvars esaslı granül malzemedir. Çakıl taşı maddeleri içinde hacim itibariyle en küçük maddedir. Kum, kilden daha kaba, ancak kumdan daha küçük bir tane olan silt maddesinden daha büyüktür. İç bölgelerde veya tropikal olmayan kıyı sahillerde bulunur. Kerpiç üretimi için kil ve diğer malzemelerin içine kum eklenerek harç elde edilir. (Resim 3.1, 3.2)



Resim 3.1, 3.2: Kerpiç karışımında kullanılan toprak tabakası ve Kerpiç harcında kullanılan kum. (Rasha ELBORGY)

3.1.2. Saman

Saman, kil ve kum karışımını birbirine iyice bağlamak için kullanılan saman bir maddedir. Kerpiç üretiminde genellikle pirinç samanı veya buğday samanı kullanılır. Yapılması planlanan kerpiç hacmine göre samanlar yaklaşık olarak 3-5 cm veya daha az uzunlara bölünerek parçalanır. Saman bağlayıcılığı artırır ve kerpicing durabilitesini güçlendirir olması için temel bağlantı maddesidir. (Resim 3.3)

Kerpiç aslında organik 'saman' ve inorganik 'toprak' madde'den oluşuyor. Birbirine Karışık, inorganik malzeme "toprak" içindeki mineral bileş 'magnesium, potasyum, vb', organik malzeme "saman" Pirinç samanı veya hurma yaprağından olup olmadığını, ikisi bitki kökenli ve şekerli maddesi içindikiler, Şekerleri analiz ederken Lignin görünür, (Su+Toprak+Saman) Suyun mevcudiyeti ve organik madde ile inorganik madde karışımının bir sonucu olarak karışıma bir reaksiyon oluşur. Bu reaksiyon yüzünden laktik asit ortaya çıkar ve durability ve basınç dayanımı etki ediyor.

Yapılan deneylerde Pirinç samanında, su emilimi yüksekti, ancak hurma yapraklarındaki yüksek lignin oranı nedeniyle hurma yaprağında su emilimi azdı. Çok iyi karıştırdıktan sonra kerpiç kuru kaldığında, su buharlaşır ve samanı toprağa bağlayan organik lignin karışımı içinde kalır. Kerpiçte saman bulunmaması çatlakların ortaya çıkmasına neden olur.



Resim 3.3: Kerpiç harcında kullanılan prinç samanı. (Rasha ELBORGY)

3.1.3. Su

Kerpiç imalathanesine yakın olan herhangi bir su kaynağından sağlanır. İster akarsu isterse dere suyu olsun fark etmez. Önemli olan suyun tuzlu olmayıp tatlı su olmasıdır.

3.2. Kerpiç Hazırlık Aşamaları

Burada kerpiç hazırlık aşamalarını dört başlık altında irdelenecek olursak;

3.2.1. Harç

Kerpiç yapımı için kullanılacak olan çamurun uygun olup olmaması, içindeki kil miktarına ve granül oranlarına göre değerlendirilir. Eğer oranlar yeterli değilse, uygun bir hale getirilmesi için içine bir miktar kum veya kil katılabilir. Kerpiç kalıbını oluşturan hamur veya harç malzemesi; $\frac{2}{3}$ (2 kil + 1 kum) + $\frac{1}{3}$ saman + sudan meydana gelir. Kumun kile karışım oranı %30 veya $\frac{1}{3}$ 'dür. Yani toplam harcın üçte ikisi toprak olur. Harcın suyunun optimum oranda yani kıvamında katılması gerekir. Su çok katıldığı takdirde kerpicin zor kurummasına yol açarak çatlak problemini artırıp mukavemet gücünde azalma meydana getirir. Aynı şekilde suyun az katılması da kaliteyi düşürür (Resim 3.4).

Yukarıda verdiğimiz oranlar eski çağlardan beri Mısır'da bilinip kullanılan miktarlardır. Her toprak ve her saman aynı kalitede değildir. Dolayısıyla bu oranlar malzemenin kalitesine bağlı olarak değişebilir. Gerekli olan bütün maddeler temin edildikten sonra karışım yapılarak harç hazırlanır.

Toprak yığına üzerine dökülen samanlar önce bazı araç ve gereçlerle karıştırılır daha sonra ayakla çiğnenerek toprakla iyi özdeşleşmesi sağlanır. Harç hamur kıvamına geldikten sonra mayalanmaya bırakılır.



Resim 3.4: Kerpiç harcındaki samanın önce bazı aletlerle karıştırılıp daha sonra ayakla çiğnenmesi. (URL4)

3.2.2. Fermantasyon süreci

Kerpiç imalatında toprağın samanla iyice karıştırdıktan sonra fermantasyon için bir müddet bekletilmesi sağlamlık açısından çok önemli bir aşamadır. Nitekim bu fermantasyon sürecinde saman bileşenleri ile toprak içindeki elementler arasında bazı kimyasal reaksiyonlar meydana gelir (Hassan Fathy, 1973). Yani lignin ve früktoz maddeleri kerpiç durabilitesinde büyük ve doğrudan bir etkiye sahip olan laktik asidin fermantasyonu sürecinde ortaya çıkmasına neden olur. Bu madde toprakla, samanın oranlarda bir karışım yapıldığı zaman meydana gelir.

Kerpicein hammaddeleri iyice karıştırılıp hamur kıvamına getirildikten sonra fermantasyon için 12-40 saat beklenir (Hassan Fathy, 1973). Laktik asidin doğru bir şekilde yeterince ortaya çıktığından emin olmak için hazırlanan harç bir müddet sonra tekrar karıştırılır. Bu karıştırma işi geceleyin veya günbatımından sonra yapılır. Kerpiç harcı içindeki suyun buharlaşmasını ve üst tabakanın kurumasını önlemek için çamur yığınının üzerine plastik örtülür.

3.2.3. Kalıplama

Fermentasyon sürecini bitiren kerpiç harcı çerçeve şeklindeki ahşap kalıplara dökülür. Kerpiç kalıbı, iç yüzü iyi bir şekilde zımparalanmış çıralı çam malzemesinden yapılmış olmalıdır. Kuruma esnasındaki büzülme payı hesaplanarak kalıp boyutları, üretilmek istenen kerpiç ebatlarına göre rötre yapı kadar büyük yapılır. Büyük kalıplara ana kalıp, küçüklerine de kuzu kalıp denir, Mısırdaki ana kalıp kullanılır.

Duvar için kullanılacak olan kerpiç kalıbının boyutları 25x15x7 cm, kubbeler ve çatı için kullanılacak olan kerpiç kalıbının boyutları ise 25x15x5 cm'dir. Ahşap kalıbın üstü ve altı açık olur. Kalıp dökülecek olan zemine kerpiç yapışmaması için daha önce kum dökülmeli veya ıslak saman tabakası serilmelidir (Resim 3.5). (URL10)



Resim 3.5: Kerpiç Kalıplama İşlemi (URL5)

3.2.4. Kurutma ve depolama işlemi

Kerpiçler kalıplara döküldüğü yerde (Yukarı Mısır'da olduğu gibi) 3 gün boyunca güneş altında kurumaya bırakılır. İyi kurumasını sağlamak için kerpiç tuğlanın altı ters çevrilir. Daha sonra şantiyedeki uygun bir alana taşınıp depolanır. Fakat bu alanda uzun süre bekletilmemesi gerekir (Resim 3.6).



Resim 3.6: Kerpiç Kurutma ve Depolama (URL11)

3.3. Kerpiç Yapım Tekniği

Kerpiç duvarlar yığma yapı tekniği ve standartları ile inşa edilmelidir. Ayrıca çatı amacıyla kerpiç melzeme ile tonoz ve kubbe de yapılmaktadır.

3.3.1. Temeller

Temeller binanın yüklerini zemine taşır. Jeolojik olarak zemin etüdü yapıldıktan sonra büyüklüğüne, yüksekliğine ve yüklerine göre temel kazılır. Zemin özelliğine göre radye veya duvar altı süreleli temel yapılır duvar altı temel, Her coğrafi bölgenin kendine özel karakteristik özelliği vardır. Her arsanın topografya şekli aynı değildir. Dolayısıyla her inşaat zemini diğerlerinden bağımsız olarak etüt etmek gerekir. Dolayısıyla bina inşa edeceğimiz arsanın toprak yapısı ve bulunduğu iklim koşuluna göre yukarıda saydığımız üç yöntemin dışında tamamen yeni bir yöntem bulabiliriz.

Mısır Nil nehri Deltası'ndaki zemin doğal olarak dövölüp preslenmiş bir toprağa sahiptir. İklım koşulları ve devamlı sulama sistemi sayesinde toprak yüzeyinde çatlak ve alt katmanlarda boşluk fazla görölmez. Dolayısıyla bu bölge sağlam temel açısından Yukarı Mısır'dan daha iyidir. (Hassan Fathy, 1973)

Hangi tür temel olursa olsun her temelde sudan etkilenmeyen bir malzeme kullanılmalı ve temel üstüne oturan kerpiç duvar öncesi su yalıtımı yapılmalıdır.

3.3.1.1. Sürekli temel

Kerpiç gelenksel evlerdeki taşıyıcı duvarların altına temel kazılır. Ancak temelde meydana gelebilecek çökmeyi engellemek için her bir odanın köşesindeki duvarın altına büyükçe bir çukur açılır. Çakıl, kırma taş, kırmızı çömlek parçası gibi maddelerle toprak mimarisinin karıştırılmasıyla elde edilen dolgu maddesi bu kazı doldurularak bir nevi fil ayağı yapılmış olur. Daha sonra bu ayaklar içi kum harcı ile dolu olan zemin hatıl ile bağlanır. Binanın statik yükü bu fil ayaklarına eşit bir şekilde dağıtılır. Dügümleme usulü ile duvarlar içten ve dıştan pencere hizasına gelinceye kadar bu ayaklar üzerine çatılarak bina yükseltilir. Burada bahsedilen düğümleme sistemi tavan ve duvarların kütleli hacimlerinden meydana gelen yükün fil ayakları sayesinde eşit bir şekilde temellere dağıtılarak bir yapının zemine bağlama işlemidir. (Resim 3.9)

3.3.1.2. Radye temel

Bu yöntemde temel için yeterli derinlikte büyükçe bir hendek açılır. Bu hendek içine kalınlığı 20 cm olan, kum ile karıştırılmış toprak mimarisi tabakası dökülür. İyice sıkıştırma işlemi yapıldıktan sonra diğer tabaka dökülür. Böylece temel derinliği 1.2 metreye ulaşıncaya kadar bu işleme devam edilir. Yapı hafriyat sonrası sıkıştırılan dolgu yapılan zemine oturur.

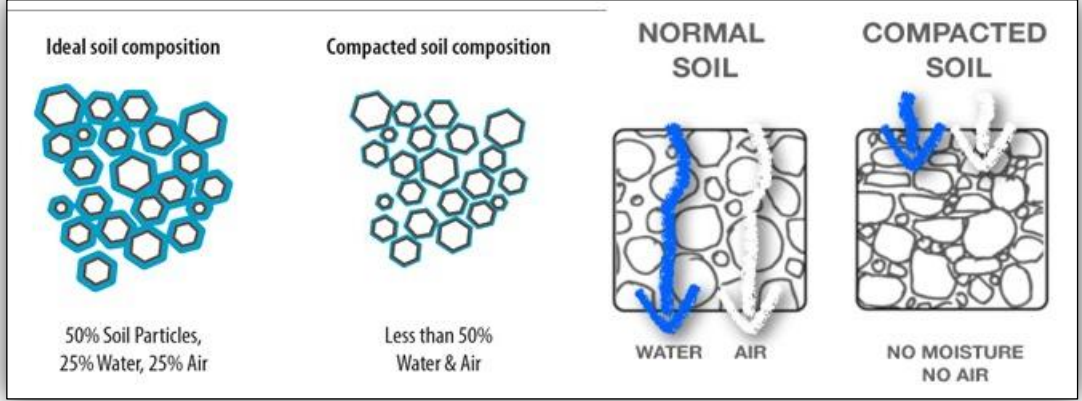
Ancak bu işlem kumun temele taşınması ve mekanik aletlerle temelin preslenmesini gerektirdiği için binanın maliyetini artırır ve dolayısıyla bu işlem hem ustaya hem de ev sahibine maliyeti yüksek olur. (Hassan Fathy, 1973)

3.3.1.3. Tokmaklanmış temel

Tokmaklanmış (tureng) temel işleminde açılan çukurdaki toprak önce düzlenir. Daha sonra zemin büyük bir silindirle iyice dövülüp tokmaklanarak sıkıştırılır. Böylelikle sert bir zemin elde edilmiş olur. Bu yöntem Yukarı Mısır'da yaygın olan bir temel hazırlama üslubudur. Çünkü oradaki toprak kütlesi yumuşaktır. Silindirle (roller) toprağın tokmaklanıp dövülmesi esnasında, toprak tanecikleri arasındaki boşluk kapatılıp daha sert bir zemin elde edilir. Bu işlem sayesinde toprak çöküntüsü

dolayısıyla temel oturması olasılığı minimize edilmiş olur. Zira statik yükü dengeli bir şekilde dağıtılıp sağlam bir temele oturtulan bina ideal bir yapıdır. (Resim 2.8)

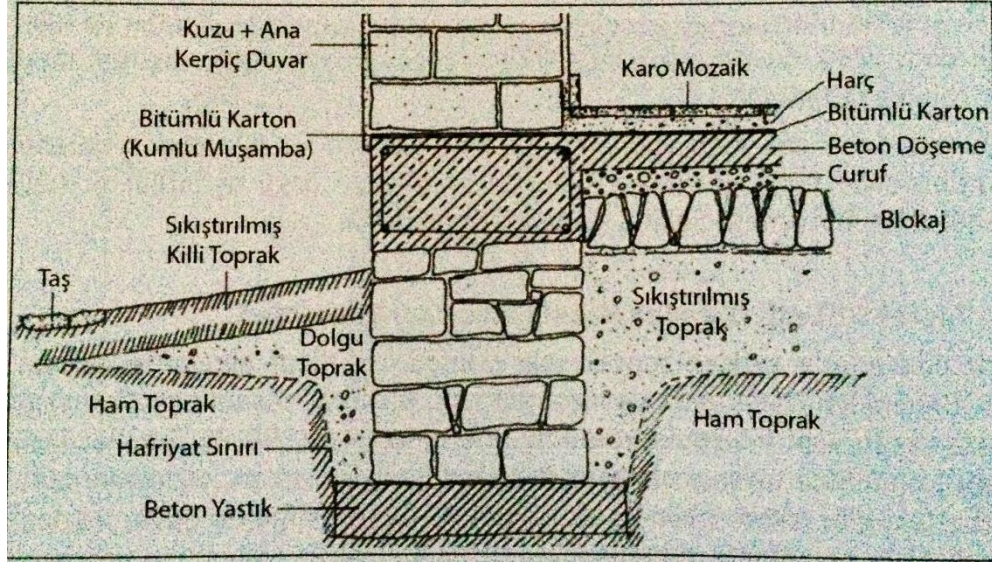
Burada belirtilen 3 yöntem Mısır'da en yaygın olan temel türüdür. Zira temel atma işleminde genellikle ihtiyaç olan şey; yeterli temel derinliklerine minimum çaba ile erişmek; toprağı dövüp presleme esnasında henüz inşaat başlamadan zemini test etmek.



Resim 3.7: Presleme işlemi öncesi ve sonrasında toprak taneciklerinin mikroskobik şeklinin görünüşü (URL12)



Resim 3.8: Bina yapımına başlamadan önce zemin preslenme işlemini gösteren fotoğraf. (URL13)



Çizim 3.1: Toprak yapılarda temel detayı. (Ruhi Kafesioğlu, 2017)

3.3.2. Duvarlar

Kâgir yapılarda duvarlar, yapının tüm yükünü temele taşıyan en önemli unsurdur. Dolayısıyla yapının türüne ve yüksekliğine göre duvar kalınlığı belirlenir.

3.3.2.1. Duvar kalınlığı

Yapısal şekle bağlı olarak duvar kalınlığı 50 cm'den 1 metreye kadar çıkabilir. Kerpiç evlerin duvarları şöyledir:

Duvarların kalınlığı binanın yüksekliği ve taşıyacağı yüke bağlıdır. Kerpiç yapı da kullanılacak tuğlalar, iki farklı boyutta kalıplara dökülmüştür. Bunlar: 15x25x7 cm ve 12.5x22.5x7'di. Türkiye şarlarında büyük boyuta 'ana', küçük boyutuna 'kuzu' denilir. Bu ölçümler, Yukarı Mısır'daki evlerden kerpiç örneklerine dayanılarak verilmiştir. Yapının bazı bölgelerinde daha ince veya daha kısa kerpiç lazım olduğu zaman mevcut tuğlayı kırmamak için farklı boyutta başka bir tuğla imal etmek duvar sağlamlığı açısından daha uygun bir çözümdür. Aksi halde tuğla kırılır ve bu yapının zayıflığına sebebiyet verebilir.

3.3.2.2. Taş subasman duvar

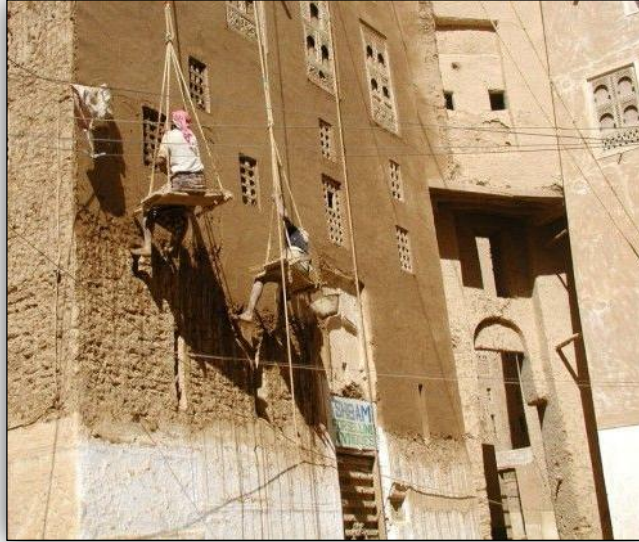
Kerpiç yapının dış duvarlarını tamamen çevreleyip kuşatan, bir taraftan temeli desteklerken diğer taraftan binayı yağmur suları, sel baskınları ve rüzgârlar gibi dış etkenlerden koruyan, yüksekliği 1,5-2 m olan taş duvara vardır. Subasman duvarı olan kerpiç evler aşınmadığı için daha uzun ömürlü olur.

3.3.2.3. Sıva işlemi

Sıva işlemi iki aşamada yapılır. Birinci aşama da kendi içinde iki kısma ayrılır. Birinci bölümde samanla karıştırılan killi harç binanın dış cephesine kabaca sıvanır.

İkinci bölümde ise kumla karıştırılan harç dış cepheye ince sıvanarak son şekil verilir. İkinci aşama ise kireç sıvasıdır. Duvar tamamen pürüzsüz olana kadar kireç sürülüp cilalanır. Sıvama işlemi binanın yukarisından aşağıya doğru yapılır. (Resim 3.9).

Bu aşamalardan sonra binanın dış cephesine ince bir kil tabakası çekilir. Bu tabaka kurumadan evvel üzerine ince ve yumuşak kum taneleri serpiştirilir. Böylece duvar doğal yolla dış etkenlere karşı daha mukavemetli hale gelir. (Fisal Shamshir, 2009, Sadik Mashhour)



Resim 3.9: Dış cephe sıva uygulama, Şibam Yemen. (URL 14)

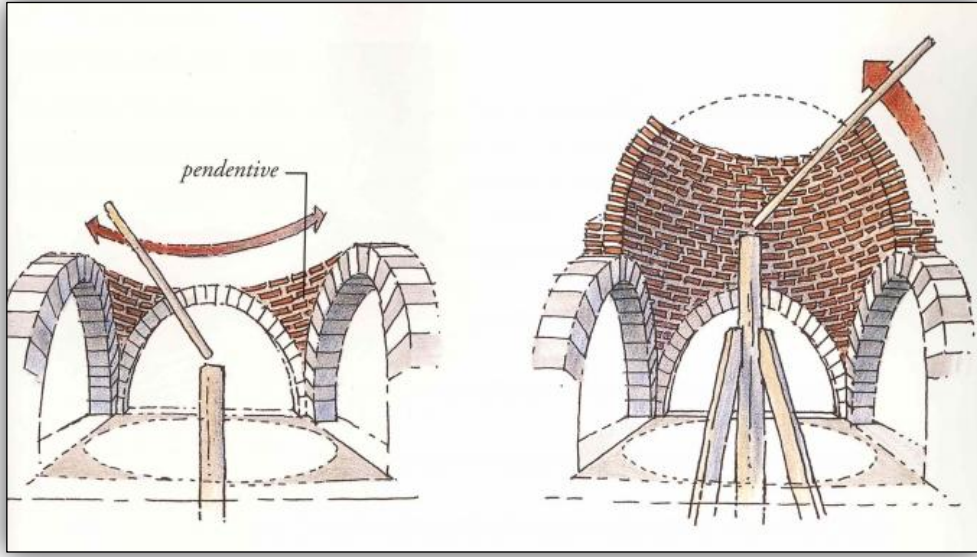
3.3.3. Çatı

Çatı alt ve üst tabaka olmak üzere iki ana bölümden oluşur. Öncelikle duvardan duvara uzatılan ahşap kirişlerin üzerine tahta levhalar çakılır veya uzun sazlar yerleştirilir. Bunun üzerine su ile tavllanmış olan sert toprak dökülür. Tüm yüzeye kaplanan çamur kurduktan sonra onun üstüne belli bir kalınlıkla saman serpilir. Bu homojen tabaka su drenajını kolaylaştırmak için ihtiyaten yapılır. Bunun üzerine ince saman karıştırılmış killi çamur tabakası yapılır. Ancak son tabaka atılırken yağmur sularının akması için meyil verilir. Ayrıca her bir tabaka silindire üzerinden geçerek iyice sertleştirilmesi sağlanır. Duvarı yağmurdan korumak için çatı biraz dışa doğru uzatılarak saçak yapılır.

3.3.3.1. Kubbe

Hassan Fathy'nin kerpiç mimarisinde kullandığı çatı tekniği kubbedir. Çatıda kullanılan malzeme ile kerpicin imalatındaki malzeme aynıdır. Böylece bina tamamen kil esaslı malzeme ile inşa edilmiş olur. Ancak kubbede kullanılacak olan kerpiç çatının ağırlığını azaltmak ve kubbenin kabisini vermek için biraz daha ince imal edilmiştir. kubbede kullanılan kerpiç boyutu kuzu diye tabir edilen 25x12,5x5'cm ölçülerindedir.

Taşıyıcı duvar üstüne oturan daire formu ile kubbe kenarlarının üstü mukarnas ile örtülür kısımdan başlayıp merdiven biçiminde basamak yükselerek mukarnaslarla kubbe biçimindeki tavan oluşturur ya da köşelerde çıkıntı yapılmayıp düz bir biçimde örülerek inşa edilir. Hassan Fathy bu bölgede daima düz kubbeli tavan sistemini kullanmıştır (Resim 3.10, Çizim 3.2). (URL15)



Çizim 3.2: Ark ve kubbe yapımını gösteren iç kesit (URL15)

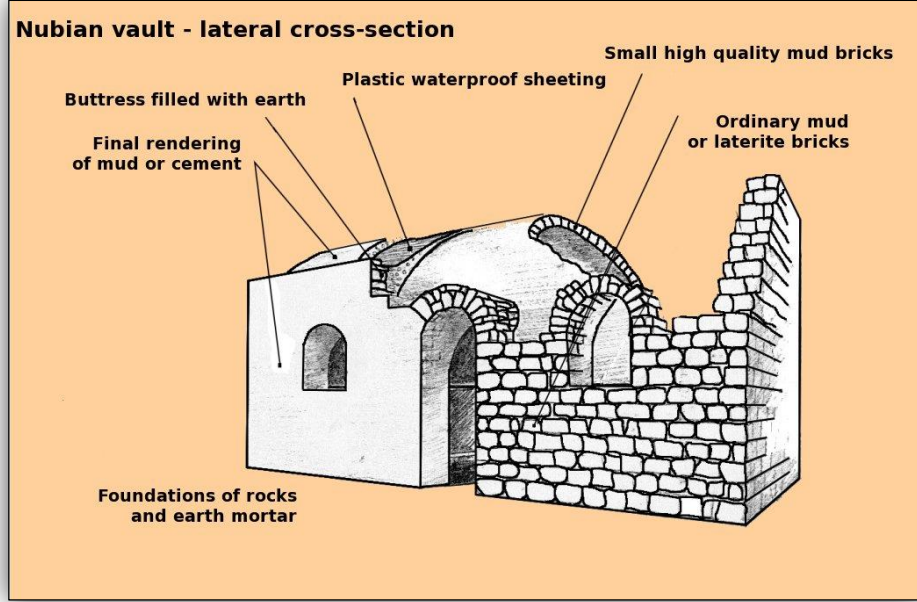


Resim 3.10: Hassan Fethy'nin inşa ettiği kubbe ve küresel üçgen. Yeni Gurne Köyü, Luksor, Mısır. (Rasha ELBORGY, 2016)

3.3.3.2. Tonozlar

Tonoz, çoğunlukla kerpiç ve harçla örülen kemerlerin aralıksız bir şekilde bir araya getirilmesiyle oluşturulan ve alt taraftan obruk veya yarım silindir biçiminde görünen ve çatı örtüsü görevini yapan mimari bir tarzdır. Dairesel bir şekle sahip olan bu

yapılar dikdörtgen bir alanı kaplar. Kubbenin duvarlara uyguladığı tepki gücüne nazaran tonozların statik ağırlığı daha azdır. Barrel (namlu) tonozu, fan (yelpaze) tonozu ve rib (kaburga) tonozu gibi birçok çeşidi vardır. Mısır’da yaygın olan tonoz türü genişletilmiş silindirik tonozdur (Çizim 3.3). (URL15)



Çizim 3.3: Çatı kaplama tekniği olarak kullanılan tonozun ayrıntılı kesiti. (URL15)

3.3.4. Ahşap yatay çatı

Düz bir şekle sahip olan bu çatılar, birbirine paralel olarak duvardan duvara uzatılan ahşap kirişlerin üzeri yapılırlar. Kirişler arasındaki mesafe farklı ölçülerde olup 50 cm'ye olabilir. Kirişlerin uzunluğu genellikle 4 metredir. Bu kirişlerin üzerine tahta çakılır. Bazen tahta levhalara alternatif olarak kiriş üzerine (partoo) denilen küçük ağaç (dalı, çalı, çırpı, kamış, hasır) parçaları konur. Bazen de hasır yerine ağaç dalları ve yapraklar yerleştirilir (Resim 3.11, 3.12).

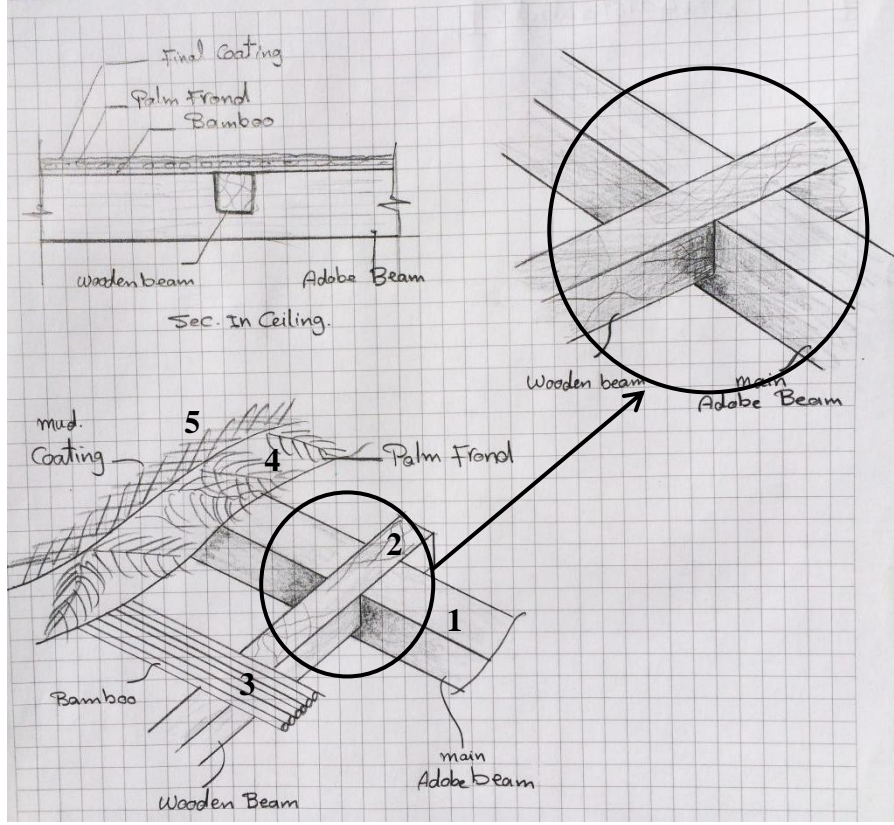
Hasırın üzeri (jabbeh) cüppe çamuru denilen macuna benzer bir çamurla sıvanır. Bu işlem yapılırken aynı zamanda çatının dış yüzeyine yağmur sularının akması için meyil verilir. Daha sonra çatı, samanlı kil çamurla kaplanıp son şekil verilir.



Resim 3.11: Ahşap yatay çatının alttan görünüşü. (URL16)



Resim 3.12: Ahşap yatay çatının taşıyıcı duvara birleştiği nokta. (URL16)



Çizim 3.4: Ahşap tavanın unsurlarını gösteren kesit ve perspektif, 1. Ana kerpiç kiriş, 2. Ahşap kiriş, 3. Bambo, 4. Hurma yaprak, 5. Harç kaplama (Rasha ELBORGY)

4. MİSİR'DA KERPIÇ MİMARİ

4.1. Mısır'da Kerpiç Yapımın Tarihi

“Kerpiç” veya “ədoobi” (kerpiç) kelimesi, telaffuz veya mana bakımından nispeten az değişiklik göstermekle birlikte, Mısır'da yaklaşık 4.000 yıl önce kullanılmaktaydı. Bu kelimenin kökeni Orta Mısır (M.Ö. 2000) dönemine dayanır. O dönemde kullanılan “dj-b-t” [yani, kurutulmuş] “kil” kelimesi kerpice işaret edebilir. İlk Çağ, Orta Çağ, Antik Dönem derken son olarak Kıbtîler (Firavunlar) döneminde (yaklaşık M.Ö. 600) bu kelimenin (“dj-b-t”) anlamı gelişip “çamur” anlamında “tâir” (bugün kuş manasında kullanılan) bir kelime olmuştur. (URL17)

Kerpiçten yapılan heykeller son derece sağlam olup dünyanın en eski bazı yapılarını temsil ederler. Ahşap evlere kıyasla kerpiç evler sıcak iklimlerde daha büyük termal kütleleri nedeniyle çok önemli avantajlar sunmaktadır.

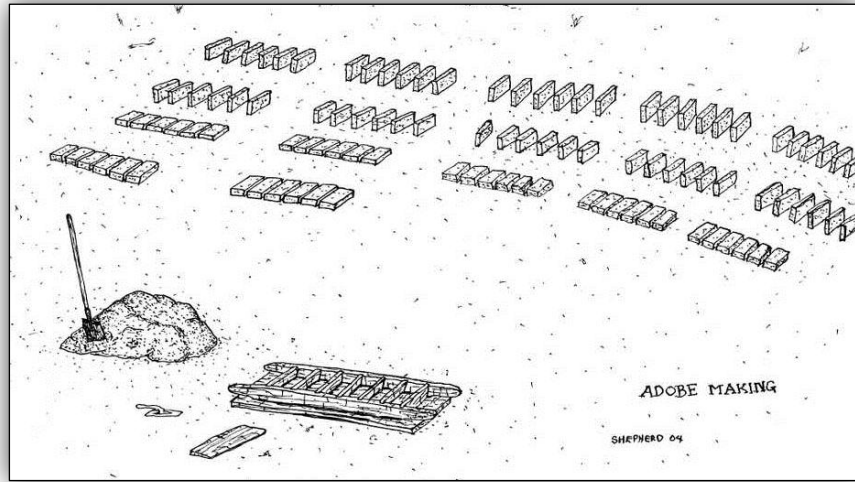
M.Ö. 3.800 yılında Mısır'da dolu kerpiç evler inşa edilmiştir. O dönemlerde Nil nehri tabanından alınan çamurlar samanla karıştırılıp, kalıplara dökülür ve güneş altında kurumaya bırakılırdı.

Yağış azlığı, kereste kıtlığı, sıcaklık derecesinin yükselmesiyle beraber güneş ışınlarının bolluğu ve havanın kuruluğu gibi faktörler yapılarda kerpiç şeklindeki killi toprağın kullanılmasını sağlamıştır. Tabii ki en büyük etmen, kerpicingin temel maddesi olan çamur kaynağının ve siltin Nil nehri havzasında bol miktarda bulunmasıdır. Silt, kilden daha kaba ancak kumdan daha küçük taneli bir malzemedir. (Samal Gubasheva, 2017)

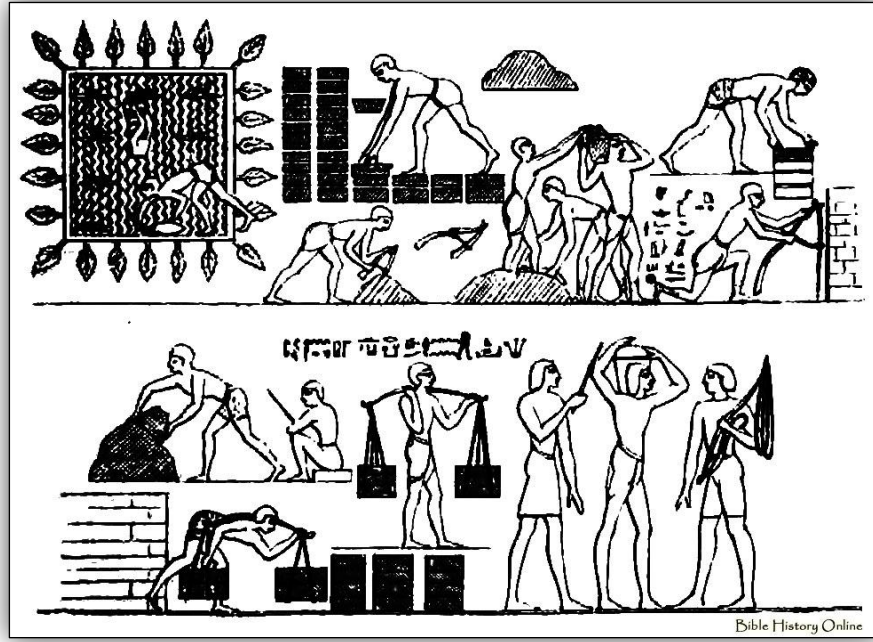
Siltli balçık hamur samanla karıştırıldığında dayanıklılık gücü yüksek kerpiç elde edilir. Çamur harç sadece güneş ışınları altında kurutulmasıyla birlikte 6 Kp/cm² dayanıklılık gücüne sahip olur. Bunun yanında saman ilave edilip fermentasyonlanma sürecinden sonra güneş ışınları altında kurutulursa önceki değerlerin üç katına çıkıp mukavemet gücüne 20 Kp/cm² ulaşır. Yeraltı suyu veya taşkın suları binanın temelinde ulaşmadığı sürece, kerpiç evler nesiller boyu hayatta kalır.

Kerpiç uzunluk ölçüleri; boy 30-45 cm, en ise 15-20 cm olarak boyutlar standardize edilmiştir. Örneğin, Eski Mısır'da Orta Krallık 'ta kullanılan kerpiç büyüklüğü 30x15x7,5 cm idi. Karnak tapınağının kubbesinde kullanılan kerpiç hacmi yaklaşık 40x20x15 cm'dir.

Halen kerpiç boyutları yaklaşık 25x15x7 cm veya 25x12x7 cm'dir. Kerpiç ustası olan bir işçi günlük yaklaşık 1.000 ila 2.000 kerpiç üretebilir. Başka bir deyişle, 40 cm duvar kalınlığı ve 60-80 m2 alana sahip bir binanın inşaatı için 5.000 kerpiç kalıp üretmek yeterlidir.



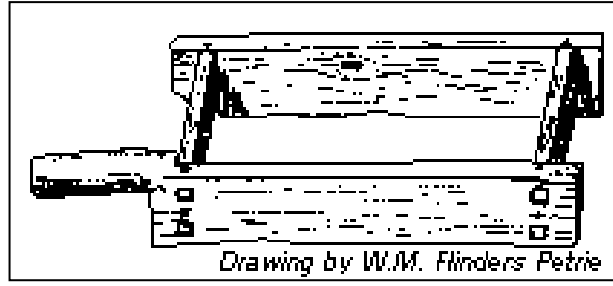
Resim 4.1: Kerpiç harcı karışımı ve kalıplara dökülme işlemi. (URL18)



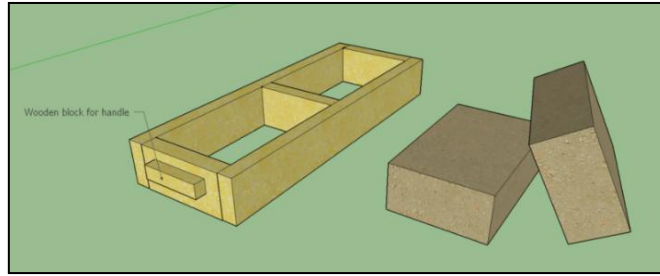
Resim 4.2: Eski Mısır'da Kerpiç yapı yapım aşamaları (URL18)



Resim 4.3: Mısır, Luksor, Ramsiyum Tapınağı. Binlerce yıl önce kerpiç inşa edilmiştir. (URL19)



Resim 4.4: Eski kerpiç kalıbı (URL20)



Resim 4.5: Yeni kerpiç kalıbı. Görüldüğü gibi eskisi ile yenisi arasında fazla bir fark yoktur.



Resim 4.6: Adrere amellal Oteli, Siwa vahası, Mısır. (URL21)

4.2. Mimar Hassan Fathy

4.2.1. Hassan Fathy kimdir?

Mimar Hassan Fathy (23 Mart 1900 – 30 Kasım 1989 yılları arasında yaşamış olup) İskenderiye doğumludur. Birinci Fuâd (şimdiki adıyla Kahire) Üniversitesi “Mühendishane” (şimdiki adıyla Mühendislik) Fakültesi’nden mezun olmuştur. Hassan Fathy, Memluk dönemi ve Osmanlı döneminde Eski Kahire’de bulunan saray ve evlerin inşasında kullanılan kerpiç yapı stiline dayanan kırsal mimari sahasında, başka bir tabirle katılımcı mimarlık alanında meşhur olup kendine özgü eşsiz mimari tarzı ile dünyaca meşhur olan Mısırlı büyük bir mimardır. 3.200 aileyi barındırmak için inşa ettiği “Gurna” köyü, “yoksullar sitesi” diye bilinen, tarihteki toplu konut projelerinin ilk örneklerinden biridir. Özellikle katılımcı mimarlık alanında meşhur olan Hassan Fathy “yoksullar için mimarlık” fikri ile öne çıkar.

1928 yılında Hassan Fathy ilk mimarlık adımını atmış olup ilk projesi olan Talha İlköğretim Okulu’nu inşa etmiştir. Bu yapının yapım sisteminde Güzel Sanatlar Fakültesi’nde görmüş olduğu klasik tarzı uygulamıştır. Hassan Fathy ’nin temel çalışmaları 1928-1945 yılları arasındadır. (Waled A. Elsayed, 2010)

4.2.2. Hassan Fathy’nin mimari felsefesi

Fathy’ye göre mimari tasarım, yaşamın diğer dalları gibi gelenekten kopartılmayıp devam ettirilmesi gerekir. Ona göre gelenekselliğin tarihsel bir sınırı yoktur. Onun fikir dünyasında hümanistliğin yanı sıra iklimsel duyarlılık öne çıkar. Bir yerde bir yapı yapmak değil, bir yerden yapı oluşturmak gerekir. Yani bir yere başka bir yerden malzeme getirip orada yapı yapmak değil, o yerin doğal olanaklarını bilgi ve sevgi ile biçimlendirip oraya has yeni bir yapı inşa etmek gerekir.

Fathy ’nin bulmuş olduğu “kerpiç yapı” konut çözümü insan doğasına daha yakın, daha ucuz ve çevreye zararlı olmayan bir yaklaşımdır. Ona göre yapım sürecinde tüketilen enerji kaynaklarının sürdürülebilir olması çok önemlidir. Yapılarını mimar, müşteri ve usta ekseninde hareket ederek üretir. Onun yapı felsefesine çok boyutlu katılımcı mimari anlayış hâkimdir.

Fathy ’nin mimari felsefesini kendi sözüyle kısaca şöyle aktarabiliriz: “*Allah, her çevrede kendi problemlerine karşı dirençli olan bir hammadde yaratmıştır. Mimari zekâyâ düşen görev, bulunduğu iklim koşullarına dayanıklı olan ve o yöre halkının*

ayakları altında bulunan bu hammaddeyi işleyip insanlığın hizmetine sunmaktır.”
(Hassan Fathy , 1973)

Ancak bu cümlenin büyük bir bölümü Fathy 'nin yapıtlarıyla çeliştiği söylendi. Yoksullar için mimarlık kisvesi altında kentsoylu sınıf için yapı ürettiği gerekçesi eleştirildi. Lakin Fathy , kerpiç kullanımını sadece kırsal kesime değil her kesime uyguladığını ve böylelikle toplumsal dengenin yapı kültürüyle ve bu pratikteki malzeme kullanımıyla sağlanmaya çalıştığını belirterek bu eleştiriye cevap vermiştir. Ünlü mimar Fathy , ekiştikse kuramını benimser ve kırsal dönüşüm projelerine çok önem verir.

4.2.3. Hassan Fathy'nin eserleri

Mimar Hassan Fathy 'nin eserleri Mısır'ın hem içinde hem de dışında yaygındır. Kerpiç yapı stili ile karakterize edilen mimari anlayışı bütün yapıtlarına hâkimdir. Bu yapıtlardan birisi Daru'l-İslam projesidir. Nitekim bu proje, Hassan Fathy 'nin Amerika Birleşik Devletleri'ni New Mexico eyaletinde yetmişli yılların sonlarında (1980) Mısır dışında uyguladığı en önemli projelerden biridir (Resim 4.7, 4.8). Amerikalı Müslümanları bir araya getirmek için büyük bir kültür merkezi inşa etmeyi planlamıştır. Ancak bu proje durdurulunca sadece büyük bir caminin yapımı ile yetinmek zorunda kalmıştır. Kubbenin üzerine konan deri örtüden dolayı projenin maliyeti biraz artmıştır. Hassan Fathy, Amerika'da uygulamış olduğu projelerinden dolayı kendisine 1980 yılında “Ağa Han” ödülü verilmiştir.

Fathy 'nin yaptığı daha başka eserler arasında şunlar vardır: Gazze'deki Filistinli göçmenler için 1957'de yaptığı “geçici konut” projesi vardır (Resim 4.10). Nil vadisinin 200 km batısında yer alan Harga ilinde 1970 yılında “kooperatif mahalle” (toplu konut) projesini yapmıştır. Harga ilindeki vahalarda 1970 yılında “Yeni Paris Köyü” projesini yaptı. Ürdün krallığına ait Amman şehrinde 1974 yılında “çöl şehrinin gelişimi” projesini yaptı. Ayrıca Kallini Evi (1937), Hamid Said Evi (1942), Fuad Riad Evi (1967), Ezbet Al Basry (1942), Yeni Gurna Köyü (1948), Lu'luat Al-Sahra (1950), Ministerli Evi (1950), Stopplare Evi (1950), Seramik Fabrikası (1950), Harraniya Köyü Projesi (1957), Fares'te Okul (1957), Yeni Bariz Köyü (1967), Sidi Krier Evi (1971), Dareyya Prototip Köyü (1975) ve Sakar Yolu Evleri gibi Hassan Fathy 'nin Mısır içinde ve dışında yaptığı birçok yapı vardır. Ancak bu yapıtların içinde en meşhur

olanı “*Yoksullar İçin Mimarlık*” kitabında bahsetmiş olduğu “Yeni Gurna Köyü” projesidir. (URL22)



Resim 4.7: New Mexico şehri “Dâru’l-İslâm” Projesi. Kubbe yapımı. Amerika Birleşik Devletleri1981. (URL22)

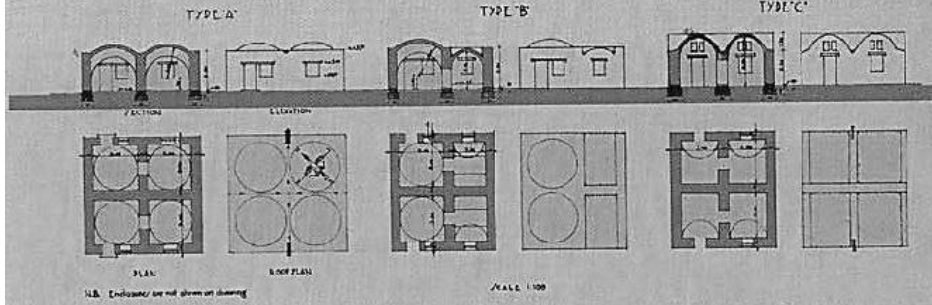


Resim 4.8: Mexico şehri “Dâru’l-İslâm” Projesi. Kubbe yapımı. Amerika Birleşik Devletleri1981. (URL22)

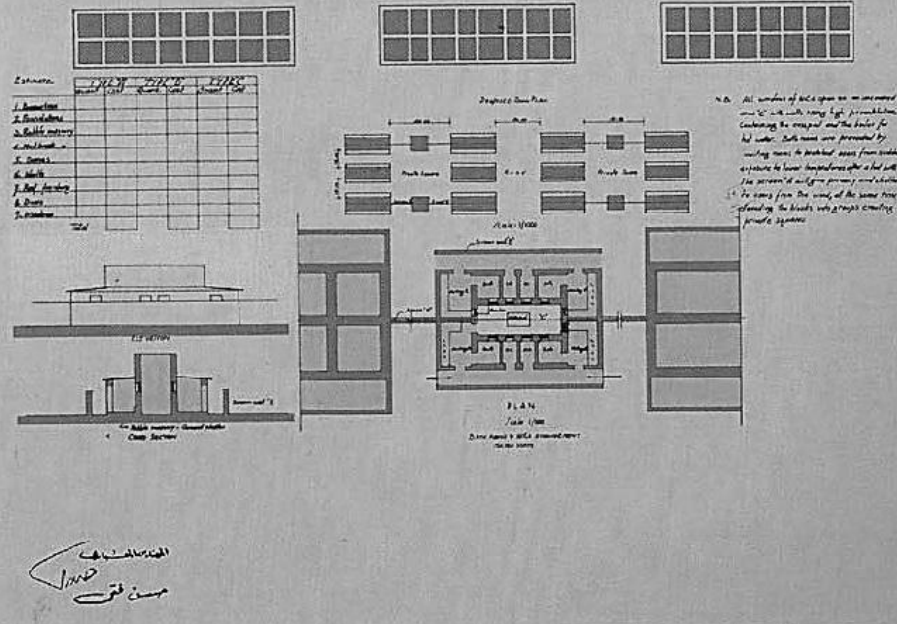


**Resim 4.9: New Mexico eyaleti “Dâru’l-İslâm” Projesi. İç aydınlatma yeri. ABD.1981.
(URL22)**

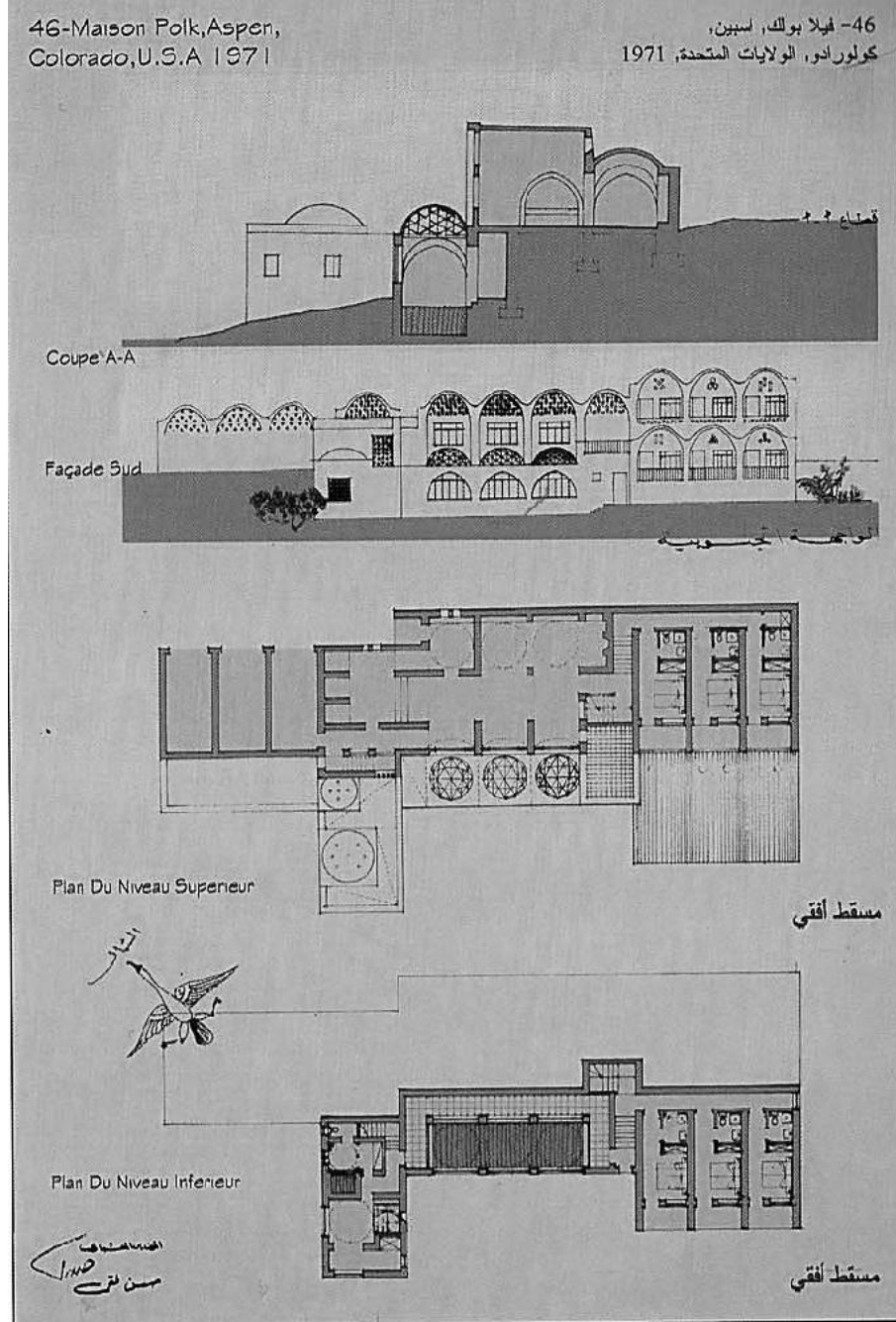
Différents Types de Maisons



Organisation Urbaine



Resim 4.10: Filistinli göçmenler için geçici konut projesi. Gazze 1957. Yatay ve dikey projeksiyonlar genel konumu göstermektedir. (Serge Santelli, 2011)



Resim 4.11: Polk Asper Villası. Colorado, Amerika Birleşik Devletleri 1971. Yatay projeksiyon ara yüzü ve dikey şeridi gösterir. (Serge Santelli, 2011)

4.2.4. Yeni Gurna köyü

“Yeni Gurna” köyü, Mısır’ın Luksor şehrinin batısında yer alır. Hassan Fathy 1946 yılında Mısır Hükümeti ile iş birliği yaparak bu köyün inşasına başladı. “*Yoksullar İçin Mimarlık*” kitabı sayesinde Yeni Gurna köyü dünyaca meşhur olmuştur. Nitekim yazar o kitabın ekseriyetinde bu köyün inşasından bahsetmektedir.

Bu köyün hikâyesi kısaca şöyledir: Eski Gurna Köyü arkeolojik değere sahip mezarların üzerinde ve çevresine kurulmuştu. Gurnalılar yarım asırdan beri mezar hırsızlığı yapıyorlardı. Mezarlardaki değerli eşyalar azalınca köylüler, çok meşhur olan eski bir anıttan kestikleri rölyefli parçayı satmaya çalışırken yakalandılar. Bunun üzerine tarihi eserleri koruma yetkilileri, köyün kamulaştırılmasına ve köylülerin de yeni yapılacak başka bir köye taşınmasına karar verdi. Bu proje için Hassan Fathy 'ye teklif sundular. O zaten bu işe çok hevesli idi. Çünkü o, çocukken annesinden dinlediği güzel köy anılarıyla gerçek kırsal kesim yaşantısının birbiriyle uyuşmadığını görünce hayal kırıklığına uğramış ve köylülerin yaşam kalitesini artırmak için kırsal dönüşüm projesi arayışı içindeydi. Bu teklifi seve seve kabul eden Hassan Fathy, hükümetin finansörlüğü ile Yeni Gurna Köy inşası için kolları sıvadı. Yeni Gurna köyünün yerleşke alanı olarak tarihi eserlerden uzak, demir yoluna ve tarım arazilerine yakın bir bölge tercih edildi.

Hassan Fathy projenin ilk aşamasında 70 adet ev yaptı. Ev sakinleri kendi evlerini bilsinler ve diğerleriyle karıştırmasınlar diye her bir eve has farklı stiller uyguladı. Bu evlerin inşasında yöresel hammaddeleri kullanmış ve tasarımında İslami mimariden etkilenmiştir. Ahşap kiriş ve panellere yahut alışılmış demir profillere dayanan çatılar yerine, Hassan Fathy kendine özgü eşsiz bir tasarımla kerpiç kullanmıştır. Bireylerin güvenliğini sağlamak ve sağlıklarını korumak için, bir nevi sağlık karantinası denilebilecek olan, ev planı içinde çiftlik hayvanlarına özel ek bir kapı tahsis etmiştir. (Hassan Fathy, 1073)

Hassan Fathy bu köyde üç tane okul inşa etmiştir. Bunlardan birincisi erkek öğrenciler, ikincisi kız öğrenciler içindir. Üçüncüsü ise köy yerleşkesi bölgesinde meşhur olan kaymaktaş işleciliği, dokumacılık, Hurma ürünleri endüstrisi ve papirüs kâğıdı üretimi gibi el sanatlarını öğretmek için inşa edilen çıraklık eğitimi meslek okuludur. Ayrıca Hassan Fathy bu okullar aracılığıyla Firavun dönemindeki yaratıcılık ruhunu yeni nesillerde korumak istedi. Ünlü mimar, bir taraftan köylülerin eğitimsel yönüne önem verirken diğer taraftan dini yönünün göz ardı etmedi. Önceki evlerinden ve yurtlarından zorla çıkartılıp bir nevi sürgüne gönderilen köy halkını rahat ettirmek için sosyal tesislere de önem verdi. Köy girişine büyük bir cami inşa etti. Fatimi dönemindeki İslam sanatı ile Tuluni mimari tarzında etkilenerek yaptığı bu camide en güzel nakış ve motifleri kullandı. Ayrıca Hassan Fathy sosyal tesisler kapsamında, yüzme havuzu ve hamamın yanı sıra kendi ismini taşıyan bir kültür

sarayı ve Roma tarzı bir tiyatro inşa etti (Resim 4.12, 4.13). (World Monuments Fund, 2011)



Resim 4.12: Hassan Fathy 'nin yaptığı halk pazarı. Yeni Gurna Köyü, Luksor, Mısır (Rasha ELBORGY, 2016)



Resim 4.13: Pazar binasının şimdiki durumunu gösteren koridorun iç perspektifi. Yeni Gurna Köyü, Luksor, Mısır. (Rasha ELBORGY, 2016)



Resim 4.14 Hassan Fathy 'nin inşa ettiği bir evin avlusu. Yeni Gurna Köyü, Luksor, Mısır. (Rasha ELBORGY, 2016)

4.3. Kerpiç Yapının Coğrafi Dağılımı ve İklim Şartları

Kerpiç yapıları iklim koşulları, toprağın doğası ve coğrafi dağılımla doğrudan ilişkilidir.

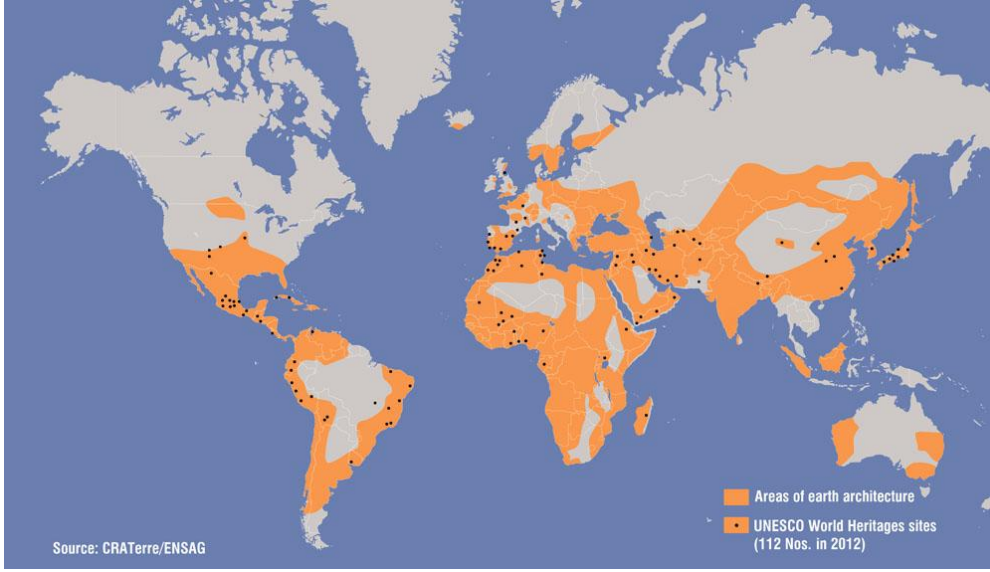
4.3.1. Dünyadaki coğrafi dağılım

Kil dışında, kültürel bir anlayışta inşa etmek için kullanılan ve bu kadar çeşitlilik içeren başka bir yapı malzemesi yoktur. Bu tarihi eserlerden bazıları aşağıdaki gibidir. Meksika'nın Teotihuacan kentinde güneş ve ay piramitleri, Küba'nın antik kenti Havana'da, İspanya'da El Hamra Sarayı, Yemen'de Shibam ve Mısır'da Luksor tapınaklarında kiliseler ve saraylar kerpiç binasının önde gelen örnekleridir.

CRATerre'nün istatistikleri, (Resim 4.15)'de görüldüğü gibi, kerpiç yapının dünyadaki dağılımına işaret etmektedir. Bu rakam göz önüne alındığında, çöl iklimi hüküm sürdüğü bölgelerde geceleri serin ve soğuk hüküm sürdüğü bölgelerde kerpiç yapının daha yaygın olduğu açıkça görülmektedir. Bu bölgelerde yağış oranı çok düşük olmasına rağmen, buharlaşma hızı çok yüksektir.

Kerpiç yapı genel olarak Afrika kıtasının kıyı şeridinde, ancak Amerika kıtasının güney kıyısında, Güney Amerika kıyılarında, Asya kıtasının güneyinde, Avrupa

kıtasının ortasında ve güneyinde görülür. Bunun dışında Avustralya kıtasının bazı bölgelerinde kerpiç yapıların inşaatı gözlenmiştir. (Benghida Djamil, 2016)



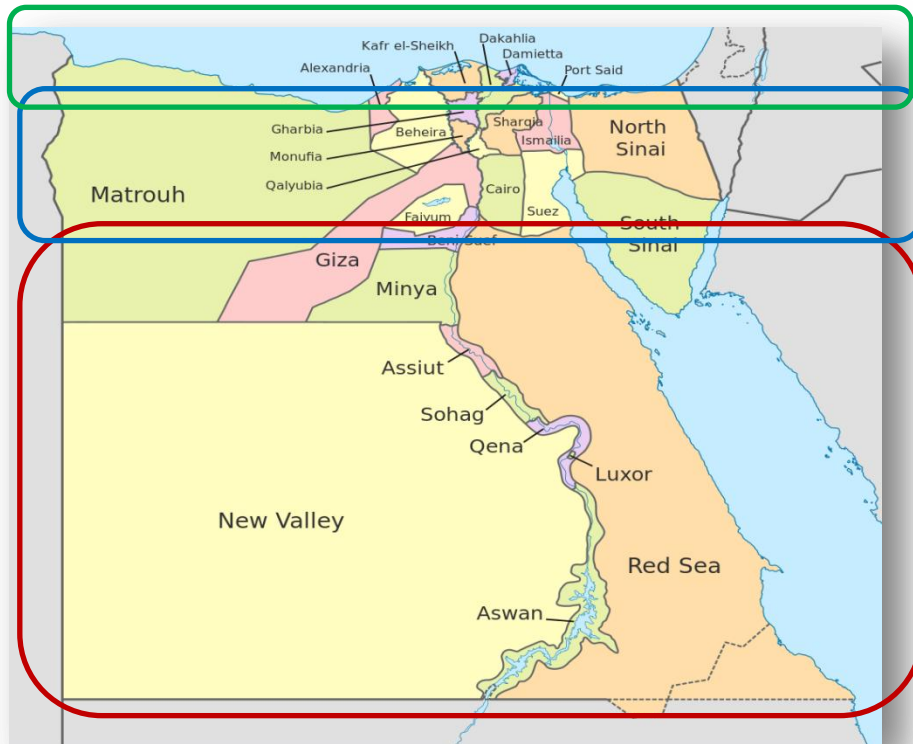
Resim 4.15: CRATerre istatistiklerine göre kerpiç yapının dünya üzerinde dağılımını gösteren harita (URL23)

4.3.2. Mısır'da kerpiç yapısının yaygınlığı ve dağılımı

Bilindiği gibi Mısır, Arap ülkeleri arasında bir tarım ülkesidir. Bu nedenle, tarımsal yaşam Mısırlıları Nil vadisi ve delta bölgesi çevresine yerleşmeye itmiştir. Mısır halkının eski Firavun döneminden bu yana inşaatta kerpiç stilini kullanmasının nedeni budur. Yazdan önce Nil nehri bile akar. Selden sonra, Nil kuraklık dönemine girmiş ve su çekilmeye başlamıştır. Deniz seviyesi azalmıştı. Bu dönemde, Mısır halkı Nil havzasına indi ve orada alüvyonlu toprak kullanarak kerpiç evler inşa etmişlerdir. Bu bölgedeki verimli araziye sadece inşaat sektöründe değil, tarım alanı olarak da kullanmışlardır. Bu nedenle bugün kerpiç evlerin özellikle Mısır'ın güneyindeki Luksor, Aswan ve Nube kentlerinde Nil vadisi çevresinde yoğunlaştığını görüyoruz. Ayrıca kerpiç evlerin birbirini tutan yapışkan verimli bir balçık tabakanın bulunduğu delta bölgesinde yoğun olduğunu görüyoruz. Bu yapılar daha çok kuru havanın egemen olduğu Vasa bölgelerinde görülür.

4.3.3. Mısır'ın coğrafi bölgeleri

Mısır, Nil nehrini akış seyrine göre üç ana bölgeye ayrılmıştır (Resim 4.16). Bunlar; Üst ve Orta Mısır, Delta Bölgesi, Akdeniz kıyılarıdır. Bu bölgeler Mısır Yerel Yönetim Kanunu'na göre 7 küçük bölgeye ayrılmıştır. Bu bölgelerin bağımsız tüzel kişilikleri yoktur. Başka bir deyişle bu bölgeleri müstakil olarak bizzat yöneten devlet görevlisi yoktur. Bu yüzden bu bölgelere bilindiği anlamıyla özerk bölge denemez. Söz konusu bu yedi bölge şöyledir: Kahire Bölgesi, İskenderiye Bölgesi, Delta Bölgesi, Kanal Bölgesi, Kuzey Yukarı Bölgesi, Orta Yukarı Bölgesi ve Güney Yukarı Bölgesi'dir.



Resim 4.16 Nil vadisi, Delta ve Vahalarda kerpiç evlerin yaygınlığı (URL24)

4.4. Kerpiç Yapının İklimsel Şartları

Kerpiç binaların korunması için iklim önemli bir faktördür. Sıcaklık ve havadaki nem açısından en iyi şartlar havanın kuru ve sıcaklığın yüksek olduğu yerlerdir.

4.4.1. Mısır iklimi

Mısır iklimi, yazları sıcak ve kurak, kışları ise sıcak ve yağışlı olup Akdeniz iklimi ile karakterizedir. Mısır günlük ve mevsimsel sıcaklıklara maruz kalır. Bu, granül kayaların parçalanmasına neden olan termal hava koşullarında bir artışa yol açar.

Termal ivmelenmeler arasındaki büyük dalgalanmalar, tuz ayırma işlemlerine, özellikle de tuz kristallerinin büyümesine ve termal genişlemeye yol açar. Yukarı Mısır'da (Saıdu Mısır) sıcaklıklar 40 dereceye ulaşır. Yaz aylarında daha da artmaktadır. Bu sıcaklık atmosferik nemi düşürür ve havayı kurutur. Düşük nem nedeniyle, Yukarı Mısır bölgesinde yaşayan insanlar bu aşırı sıcaklıklara dayanabilir (Resim 4.17). (URL25)

4.4.2. Nem ve buharlaşma oranı

Nemin kuzeyden güneye ve doğudan batıya doğru azaldığı açıkça görülür. Yaz aylarındaki Akdeniz ve Kızıldeniz kıyılarında nemin yükseldiğini görürüz. Samyeli rüzgârları estiği zaman nem miktarı önemli ölçüde azalır. Bu rüzgârlar Afrika kıtasının kuzeyini kaplayan Büyük Sahra, Arabistan, Mısır ve Mezopotamya bölgesinde esen sıcak ve kuru çöl rüzgârıdır. Buharlaşma oranı ile nem miktarı arasında ters orantı vardır; her ne zaman nem artarsa buharlaşma azalır. Buna karşın buharlaşma arttıkça nem oranı azalır.

4.4.3. Yağışlar

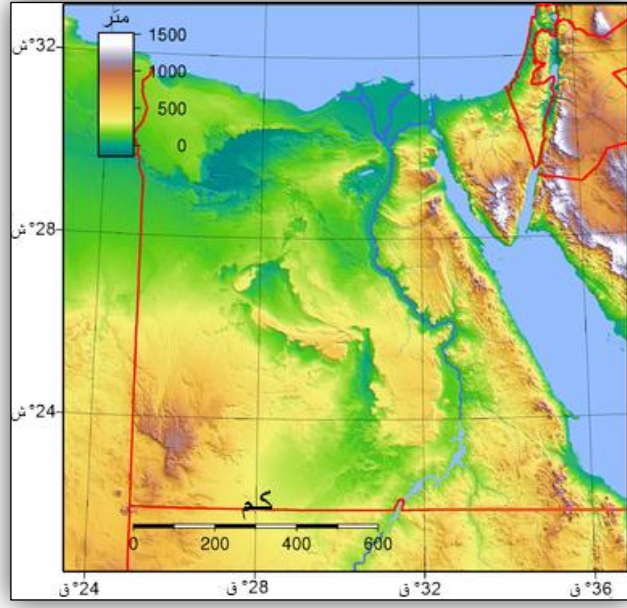
Mısır'da yağmur yüklü bulutlar kuzeyden güneye ve doğudan batıya dolaşır durur. Mısır'ın kuzeyindeki İskenderiye şehrine düşen yıllık yağış miktarı ortalama 8,1 metre küp civarındadır. Yukarı mısırdaki ise yağış miktarı iyice azalır. Yani Mina şehrinden itibaren yağışlar neredeyse tamamen yok olur.

Daha önce de bahsettiğimiz gibi Mısır, iklim açısından üç ana bölgeye ayrılır.

Orta ve Yukarı Mısır: Yağış çok nadirdir.

Delta bölgesi: Yağış azdır.

(Akdeniz ve Kızıldeniz) Kıyıları: Yağış boldur. (URL24)



Resim 4.17: Sıcak bölgeleri ve çölleri gösteren Mısır'ın topoğrafyası (URL26)

5. KERPIÇ YAPININ BOZULMASI VE RESTORASYON

5.1. Kerpiç Bozulmalarının Sebebi

Kerpiç bozulma nedenleri genellikle ikiye ayrılır. Birincisi, doğal faktörler (yağmur, nem, depremler, zararlı böcek ve canlılar,..vb.), ikincisi ise insan etkili faktörlerdir. Burada her sebebe ayrıntılı olarak değinilecektir.

5.1.1. Doğal faktör

5.1.1.1. Nem kaynaklarının etkisi

Nem ve su kerpiç yapılara zarar veren doğal faktörlerin başında gelen etkenlerden biridir. Tüm zamanlarda incelendiğinde genellikle yoğun sağanak şeklinde yağan yağmurlar kerpiç yapıların yıkılmasına kadar etkili olmuştur. Tarım alanları ve temizlik nedeniyle sızan sular kerpicing duvarlarının temelden ayrışmasına sebep olur. Su hareketi Dakhla Oasis'teki Kasr ve Hindaw İslâmi kentlerinin binalarında olduğu gibi yapıların bozulması hatta yıkılmasına da sebep olmaktadır.

Su, kerpiç binalarının en olumsuz faktörüdür. Su emilimi iç mekân oda duvarlarında kabarik (dilate) çamur minerallerine, daha sonra sıcaklıkla birlikte suyun uzaklaşmasıyla küçülme, daha da genişleyen daralmayla blokların dairesel parçalanmasına ve ortadan kalkmasına yol açar. Yağmur ya da drenaj suyunun etkisine maruz kalan kerpiç yapı, kısmen yumuşayarak tekrar hamur haline dönebilecek bir forma dönüşür.

5.1.1.2. Yağmur suyunun etkisi

Yağmur, kerpiç yapılarının zarar görmesinde gizlenemeyen bir role sahiptir. Yağmur damlalarının kerpiç binalarında etkisi duvarlarda dikey çizgiler şeklinde olur. Genellikle binanın yapısal özelliklerini zaman içinde zayıflatan çatlak ve kopmalara sebep olur. bir başka olumsuz etki de yağmurun fiziksel etkisinin bir sonucu olarak, su akışının kerpiç binalarının temelleri altında toplandığı yerlerde çürüme ve zaman içindeki zayıflık yaratarak binanın tamamen çökmesine neden olabilir. Mısır'daki Vahalar da ortalama 1 mm ile 5,6 mm arasında nadir yağış görülür (Resim 5.1). (Mahmoud Abd El Hafez Adam, 2015)

5.1.1.3. Yeraltı suyunun etkisi

Tuzluluk oranı yüksek olan yeraltı suyu, yapı malzemelerinin mineral bileşimine büyük zarar verir.

Farklı sulama sistemi nedeniyle su seviyelerindeki değişimler özellikle büyük baraj inşaatından sonra Mısır'da olduğu gibi, drenaj sisteminin değiştirilmesi topraktaki toprak su seviyelerinin artmasına neden olmuştur. Bu durum suyun yapının duvarlarına ve çatısına kadar ulaşmasına neden olarak yapılarda kayıplara sebebiyet vermiştir. Bu faktörün etkisiyle birçok tarihi kerpiç yapının zemin, sütun ve diğer mimari elemanlarında düzensiz kopmalar oluşmuştur (Resim 5.3).

Karasal suyun farklı toprak tipleri üzerindeki olumsuz etkilerine ek olarak, kumlu topraklarda sıvı oluşumuna ve killi topraklarda şişmeye neden olması mimari elemanlarda eğilimlere neden olabilir. Cephe, minare vs. gibi öğeler bu sebeple zamanla çökebilir. Kerpiç binalarının yakınında tuz göllerinin varlığı, Mısır'daki Siwa Vahasında olduğu gibi; tesisatların altındaki toprağa sızan tuz ve su sızıntısı binanın temellerine ve duvarlarına sirayet edebilir. Bu durum daha önce, Siwa Oasis'teki Vahiy Tapınağı'nda belirgin ölçüde karşılaşılan bir durum olmuştur. (Mahmoud Abd El Hafez Adam, 2015)

5.1.1.4. Rüzgârın ve fırtınaların etkisi

Rüzgârlar kerpiç yapıların yok olmasına kadar sebep bilecek güçlü etmenlerdir. Rüzgarlarla birlikte taşınan toz, kum ve çakıl toprak yapıların cepheleri ve çatısında ciddi bozulmalara yol açar. Rüzgârın hızından kaynaklı yükler ve basınçlar çatlaklara ve duvar eğimlerine neden olur ve kerpiç binalarının dış yüzeyindeki sıva katmanını kaldırır. Bu, kerpiç blokların ayrışma faktörlerinden dolayı hasar görmesini sağlar. Esme şiddetine göre rüzgarlar kum tepelerini dahi hareket ettirerek çevresinde bulunan yapıların daha fazla zarar görmelerine neden olur (Resim 5.2).

5.1.1.5. Termit böceklerin etkisi

Termitler, kerpiç binalarının en yıkıcı faktörlerinden biridir. Özellikle binanın taşıma kapasitesinde bir zayıflığa yol açıp yapının üst kısımlarından itibaren çökmesine sebep olmaktadır. Kerpiç yapı malzeme bileşenleri içinde kil harcı, yapının kemer ve tavanlarında saman ve ahşapta bulunan selüloz ile beslenen termitler ahşabı ve sıvayı çatlatacak boyutta zarar verebilecek biyolojik varlıklardır.

Termitler ahşabın içinde dışarıdan fark edilemeyecek kadar tüneller açarak ilerlerler ve yapının aniden çökmesine sebep olabilirler. Bu tür vakalara maruz kalmamak için sürekli bakım yapılmalıdır. (URL27)

5.1.2. İnsan etkisiyle oluşan hasarlar (Man-made Cause)

Bu hasarlar insanların eylemleriyle ilgilidir. Bu durum kimi zaman binalara zarar verilmesi ve hatta çökmeye bile yol açabilmektedir. Bu faktörleri şöyle sıralayabiliriz; mühendislik planlama hataları, yapının rutin bakımının ihmal edilmesi, yanlış restorasyon, bitişik binaların varlığı, iyi test edilmemiş toprak malzeme, yapının çatısının zayıf izolasyonu ve vandalizm olarak belirtebiliriz.

5.1.2.1. Mühendislik planlama hataları

Genellikle bu hatalar yapının rüzgâr taşıma kapasitesiyle ilişkilendirilirler, depremler ve diğer doğal faktörlerde yapıların çökmesine neden olabilecek felaketlere sebep olurlar.

5.1.2.2. Yanlış restorasyon

Restorasyon binayı daha iyi hale getirmeyi amaçlasa da malzeme seçimi ve inşaat teknolojisi uygun değilse binaya zarar verebilir. Restorasyon, binada dengeyi bozmayacak belirli standartlar çerçevesinde yapılmalıdır. Yapının restorasyonu sırasında uygun malzeme kullanılarak yapının sürdürülebilirliğine katkı sağlanmalıdır. Yapının mevcut malzeme türü ile uyumsuz restorasyon genellikle ileriye dönük daha büyük hatalara yol açmaktadır.

5.1.2.3. Toprağın test edilmemesi

Toprak, kerpiç bina yapımında kullanılan önemli bir malzemedir. Bu yüzden toprak kalitesi granül boyutu, kalınlık ve bileşenler açısından çok iyi test edilmesi gerekir.

5.1.3. Kerpiç binalarının tipleri ve formlarının bozulması

Kerpiç yapıların sağlamlığı büyük ölçüde inşa yöntemi gibi faktörlere bağlıdır. Toprak seçimi ve yerel iklim koşulları, bozulma işlemleri doğrudan ya da dolaylı olarak daha önce de belirttiğimiz gibi aşırı nemle ilişkilidir. Bu nedenle, kerpiçten yapılan binanın bozulma biçimleri 5 başlık altında aşağıdaki gibi irdelenecektir.

5.1.3.1. Duvar tabanının bozulması

Bu tür bir hasara yeraltı suyunun duvara girmesi neden olur. Çünkü geleneksel kerpiç yapıların çoğunun suya dayanıklı temelleri yoktur. Suyun zemine ulaşması sonucunda, taş taban ile kerpiç duvarı arasında sürekli derin yatay çatlaklar meydana gelir. Kerpiç duvarı altındaki destek alanının kaybı, yüklerin eşit dağılmamasına neden olur. Bu durum, binanın yapısal elemanında çökmeye ve bozulmaya neden olur. Aynı zamanda duvar ve boya arasında şişkinlik yaratarak sıvanın çatlaması ve kırılmasına olası sonuçlardan biridir (Resim 5.8). (Rogiros Illampas, 2009, Ioannis Ioannou, Dimos C. Charmpis)

5.1.3.2. Duvarın üstündeki bozulma

Kerpiç yapı üst kısmından iyi korunmaması durumunda yağmurla birlikte gelen su mevcut küçük çatlaklara nüfuz eder ve sonrasında malzemenin parçalanması ve kopmasına kadar yüzeyde bozulmalara sebep olur (Resim 5.7).

5.1.3.3. Kerpicin parçalanması

Burada bazı atmosferik koşullar ve neme bağlı olarak su buharı toprağın içindeki samanın çürümesi ve toprağın yapışma özelliğini yavaş yavaş kaybetmesine sebep olur. Bu durumda iç çatlaklar başlar ve malzemenin yapışkanlığını kaybetmesiyle birlikte bazı parçaların duvardan ayrılmasına neden olur (Resim 5.5). (Rogiros Illampas, 2009, Ioannis Ioannou, Dimos C. Charmpis)

5.1.3.4. Çatlaklar

Kerpiç yapılarıdaki çatlaklar, kerpiç iç yüzeyindeki veya yüzeyin dış katmanındaki yatay hareketlerin bir sonucu olarak ortaya çıkar. Ayrıca duvarların ve destek elemanlarının eğriliği, arazi yerleşim konumu ve çeşitli bitki örtüsünün de çatlak oluşumunu hızlandırdığını söyleyebiliriz.

Tüm bu etkenler duvar gövdesinde dikey ve çapraz, duvar kenarlarında ve köşelerinde derinlemesine yarıklar oluşturarak çatlama neden olur. Bu durumun aşırı bir şekilde olmasıyla duvarın veya çatının çökmesiyle karşı karşıya kalınabilir. (Resim 5.6).

5.1.3.5. Duvarda şişme veya parça kopması

Bu tür yapısal hasarın nedeni bitişik duvarlar arasında zayıf bağlantı veya yapımı sırasında yapıya yabancı farklı bir eleman monte etmektir. Kerpiç duvarın içinde farklı mekanik özelliklere sahip malzemelerin kullanılması duvarda şişme veya parça kopmalarına sebep olur (Resim 5.4).

Bunun dışında bazen duvar zeminin bozulması ve bazen de duvarın ana gövdesine giren bitki ve ağaçların kökleri sebebiyle şişme ve kopmalar yaşanabilir.

5.1.4. Kerpiç restorasyonunda kullanılan teknikler

Uygulanan tekniklerin çoğu yerel inşaat geleneklerinden türetilmiştir. Çoğunlukla modern malzemelerin kullanımına olanak ve uyum sağlayacak metotlar tercih sebebidir. Kerpiç malzemeyi onarmak için birçok teknik vardır. Bu metotlardan bazıları aşağıdaki gibidir.

5.1.4.1. Metot 1

Hasar görmüş kerpiç duvarlarda genellikle çürüyen malzemenin yerine yeni kerpiç malzeme ile değiştirerek onarım işlemi yapılır. Burada dikkat edilmesi gereken husus değiştirme işleminin adımlar halinde gerçekleştirilmesidir. İşe başlamadan önce geçici desteklerle duvar sabitlenir.

Kerpiç 'in yüzey katmanı zarar gördüğünde, genellikle yeni bir sıva katmanı yapılır. Yüzey katmanda bulunan yüksek nemi önlemek için mevcutta iki temel yöntem kullanılmaktadır. (Dan BABOR, 2010, Diana PLIAN)

İlk olarak, duvarın taş tabanı ile kerpiç duvarı arasına su geçirmez bir membran yerleştirilir. Bu durumda, nem, duvarın kapalı alanından duvar kütlelerinin içine nüfus etmeden kolayca uzaklaştırılabilir.

İkinci teknik, bir dizi önceden delinmiş deliğe su itici malzemeler enjekte ederek duvarın taş zeminde aşılmaz bir bariyer oluşturmaktır. Uygulamada, tamamen başarıya ulaşmak zordur.

5.1.4.2. Metot 2

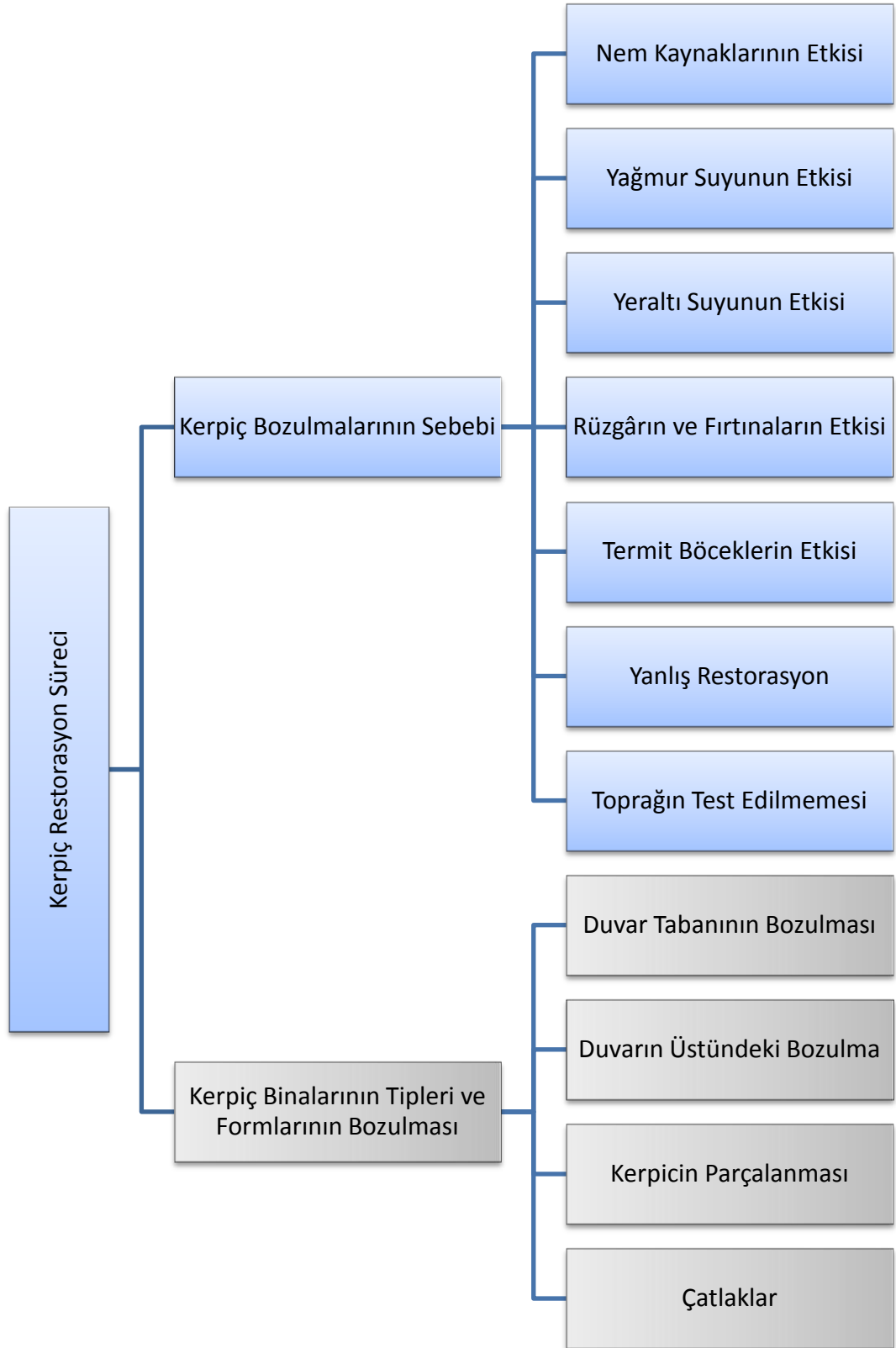
Bozulan malzemeler yapının belli bir kısmını oluşturduğunda o alan yıkılarak yeniden inşa edilir. Burada yeni kerpiç şablonları yapıp bozulan ve yıkılan parça ile değişimi sağlanır.

Benzer bir teknik de çatlakları düzeltmek için sıklıkla kullanılır. Burada duvar çatlağının her iki taraftaki küçük bir kısmı yıkılarak yeniden inşa edilir. Bazı durumlarda çatlaklar enjeksiyon yöntemiyle sabitlenir. Bu teknik ancak kırılma tamamen kapalıysa basınç transferini sağlayabilir. Çatlakları doldurmaya ek olarak, dikiş tekniği, basıncı bir parçadan diğerine aktarmak için de kullanılabilir. Tahta raylar ve çelik şeritler bu durumda en sık kullanılan malzemelerdir (Resim 5.9, 5.10). (Rogiros Illampas, 2009, Ioannis Ioannou, Dimos C. Charmpis)

5.1.4.3. Metot 3

Kerpiç yapıların güçlendirilmesinin ilk adımı, genellikle orijinal boyut ve koşullarındaki farklı yapı elemanlarını restore etmektir. Çok yaygın bir yöntem, duvarlar arasındaki açığı ya ahşap kirişleri sabitleyerek ya da bozuk duvarı yıkıp yeniden inşa ederek restore etmektir. Çoğu durumda, binanın duvarlarının birbirine bağlılığı, ahşap direk veya çelik şeritlerin ile döşeme yoluyla sağlamlaştırılma yapılıır. Bu şeritler, zeminlerin ve çatının bariyer görevi görmesini sağlar. Ayrıca ek direnç elemanları yanal destek sağlar ve yüzey dışındaki hareketlere karşı direnç gösterir.

Yukarıdaki tekniklerden bağımsız olarak, bazı binalarda betonarme çerçeveler oluşturulmuştur. Bu tür bir müdahale geri dönüşlü değildir. Bu teknik binanın yapısal sistemini ve kerpiç yapının geleneksel karakterini değiştirir. (Turizm ve Eski Eserler Kurumu, 2009)



Şekil 5.1: Şekilde Kerpiç bozulmasının sebepleri ve türleri gösterilmektedir. (Rasha ELBORGY)



Şekil 5.2: Şekildeki Restorasyon Tekniklerini gösterir. (Rasha ELBORG)

Kerpiç en eski yapı malzemelerinden biridir. Teknolojik olarak basit olmasına rağmen, bozulmalarına neden olan etkenlerden korunmaları şartıyla ancak sürdürülebilir nitelikte kalıcı yapılar üretme kapasitesine sahiptir.

Kerpiç yapıların restorasyonunda en iyi teknik onarım ve değişim esnasına başlangıçta kullanılan inşa malzemelerinin aynısı ve aynı yapı tekniğini kullanmaktır. En iyi ve en güvenli teknik geleneksel yapı malzemelerini kullanmak yani çürüyen ahşabı benzer ahşap ile onarmak, bozulan duvarı yine benzer duvar malzemesiyle onarıp tamamlamaktır.

5.1.5. Kerpiç tamiri ve yama

Kerpiç kısmen parçalandığında, eksik malzemelerinin tamamlanması ve değiştirilmesi, ancak orijinal malzemeye benzer bir özellik ve renkte kilin kullanımıyla doğru olur. Orijinal bozuk tuğlaların çoğu çıkartılarak suyla karıştırılır ve yeniden sağlam kerpiç haline getirilerek yerine monte edilir. Bazı profesyoneller, bu malzemenin tekrar kullanımını yüksek oranda tuz içermesinden dolayı önermemektedir.

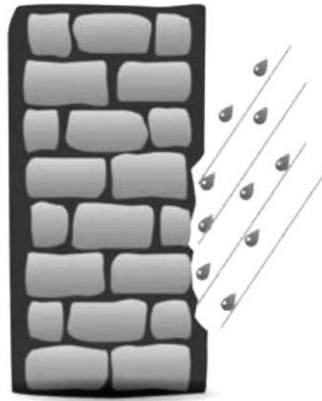
Kerpiç yapının büyük bir miktarı tahrip edilmiş veya kopmuşsa, tamamlanacak parçalar mevcut yapının yakınında aynı sahada üretilir. Genel olarak, kararsız (yani kimyasal katkı maddeleri olmadan) kerpiçten yapılmış bozuk parçalar, yeni tuğlaları

oluşturmak için yeniden üretimde kullanılacaktır. Kerpiç duvarda parçanın çoğu düşmemiş, kayba uğramamışsa, hasarlı kısım yerinde yamanarak tamir edilir. Yeni tuğlalarla homojenliğe ulaşmak için tuğlanın heterojen kısımlarını kesmek gerekli olabilir. Daha iyi birleşmeyi kolaylaştırmak için yeni tuğlalara ve çevresindeki alana hafifçe su püskürtün. Çok fazla nem, şişmeye neden olabilir. Her zaman geleneksel kil harcı kullanılmalıdır.

5.1.6. Bakım ve koruma

Periyodik bakım her zaman bir kerpiç yapının uzun süre yaşamasının altın anahtarıdır. Restorasyon veya onarım tamamlandıktan sonra, bakım programının başlatılması gerekir. Özellikle binadaki değişikliklere dikkat edilmelidir. Duvarların çatlama, sarkma veya şişmesinin erken aşamaları düzenli olarak izlenmelidir. Suyun neden olduğu tüm zararlar erken aşamalarda gözlenmeli ve uzaklaştırılmalıdır. Bitkiler, hayvanlar ve böceklerin neden olduğu diğer zararlılar en kötü senaryo gerçekleşmeden önce tedavi edilmelidir. Özellikle yapının çatısı periyodik olarak kontrol edilmelidir. (Dan BABOR, 2010, Diana PLIAN)

Yüzey kaplamaları sık sık kontrol edilmeli ve gerekirse onarılmalı veya değiştirilmelidir. Çatlama gibi mekanik bozulmalar izlenmelidir. Örneğin, su boruları sızıntısı ve yoğuşma, kerpiç bir yapıya oldukça zarar verebilir. Kil kerpiç binaların küçük değişiklikler ve düzenli bakım için düzenli olarak izlenmesi temel bir politikadır. Killi kerpiç binaların yapısı bozulabilir, ancak düzenli bakım sayesinde kararlı ve sağlıklı uzun yıllar kullanılacak bir yapıya dönüşebilir.



Resim 5.1: Yağmur suyunun kenarı kopmuş kerpiç duvara etkisi.



Resim 5.2: Kerpiç bir duvarda rüzgar etkisi, Siwa, Mısır (Rasha ELBORGY)



Yeraltı suyu etkisiyle kerpiç duvarının aşınması



Resim 5.3: Kerpiç duvarındaki yeraltı suyu etkileri. (URL28)



Resim 5.4: Duvar Şişmesi ve Çökmesi, El Kurna - Luksor, Mısır, (Rasha ELBORGY)

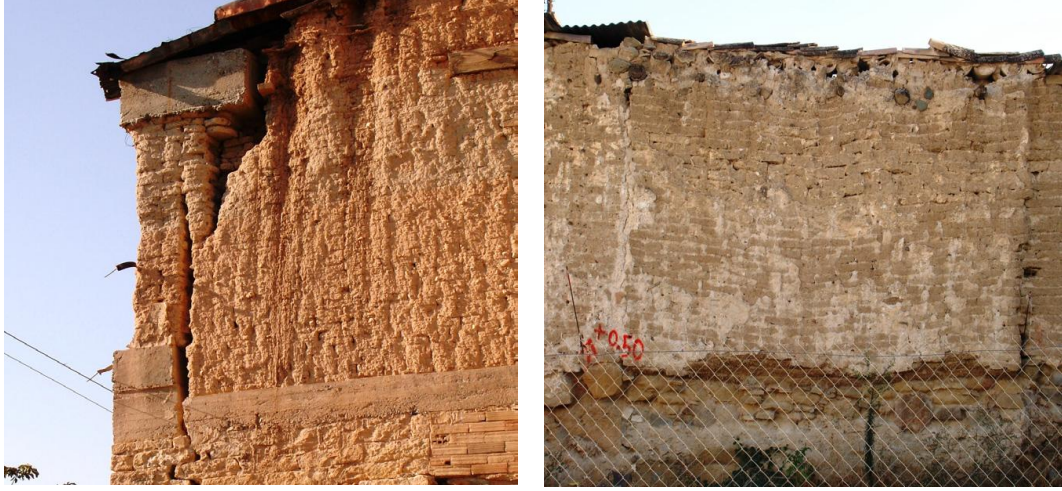


Resim 5.5: Kerpiç Parçalanma, El.Kurna - Luksor, Mısır, (Rasha ELBORGY)



Çatlaklar

Resim 5.6: Kerpiç duvardaki çatlaklar, Siwa, Mısır, (Rasha ELBORGY)



Resim 5.7, 5.8: Yapının üst kısmının bozulması ve dağılmasıyla çatlak oluşumu gibi çeşitli yapısal hasar biçimlerinin görüldüğü bina (solda). Tabanın bozulmasından kaynaklanan kerpiç duvarın çökmesi (sağda). (Rogiros Illampas, 2009, Ioannis Ioannou, Dimos C. Charmpis)



Resim 5.9, 5.10: Dikey çatlakı onarmak için yatay ahşap kiriş kullanımı (solda). Yine çatlamayı önlemek için kerpiç yapıya monte edilmiş çelik kayışlar (sağda). (Rogiros Illampas, 2009, Ioannis Ioannou, Dimos C. Charmpis)

6. HURMA YAPRAĞININ PİRİNÇ SAMANINA ALTERNATİF OLARAK KERPİÇ HARCINDA KULLANILMA ÖNERİSİ

6.1. Pirinç Samanı

Ana vatanı Güneydoğu Çin olarak bilinen pirinç veya diğer adıyla çeltik, Antarktika hariç her kıtada yetiştirilmektedir. Tropikal bölgelerin doğal bitkisi olan çeltik, bol yağış alan sıcak bölgelerde yetişmektedir.

Çeltik, buğdaygiller familyasının bir üyesi olup, tek yıllık tarım bitkisidir. Uzun, ince ve yeşil yapraklara sahip olup, bol su içeren göletlerde yetiştirilmektedir. Kapalı tohumlu, tek çenekli ve sarı renkli dış kabuğu olan çeltik, hasat edildikten sonra fabrikalarda işlenerek beyaz rengini almaktadır. Yaklaşık 1,5 metreye kadar uzayan, ortalama 55-95 cm boyunda, 2-2,5 cm genişliğinde ince yapraklara ve rüzgâr yoluyla tozlaşan çiçeklere sahiptir.

Mısır'da 2016 yılında 1 milyon 76 feddan olan pirinç üretim alanının (1 feddan=4200 metrekare) 2017 yılı için 704 bin 537 feddana düşürüleceği, üretimin El-Buhayra, Kefr Eş-Şeyh, Ed-Dekahliye, Dimyat, Port Said ve Eş-Şarkiyye illeriyle sınırlandırılacağı ifade edildi.

6.2. Hurma Ağaçları

Mezopotamya, Basra körfezi bölgesi ve Mısır Hurma ağacı ziraatı için aslı vatan kabul edilir. Örneğin, Babil tapınakları Hurma ağaçları ile süslenmiştir. Aynı şekilde eski Mısırlılar antik tapınakların yanına Hurma ağaçları dikmişlerdir. Arabistan'da bulunan en eski hurma ağacının M.Ö 4000 yılında yetiştirildiği bilinmektedir.

Hem Babiller hem de Asurlar, kuru veya yaş olarak "Hurma ağacının meyvesini" ilaç sanayisinde kullanmışlardır. Orta Çağ'da İspanya, İtalya ve Fransa gibi bazı Avrupa ülkeleri Endülüs devleti sayesinde bu meyveyi tanıyıp faydalarını gözlemlemişlerdir. Dolayısıyla Hurma ağacı ziraatı doğudan batıya taşınmıştır.

6.2.1. Türleri ve özellikleri

- a) Peyzaj amacıyla dekorasyon olarak kullanılan kısır Hurma ağaçları vardır. Yaprak dökmeyen ve devamlı yeşil kalan bu ağaç Hurmagiller familyasından dekoratif yapraklı bir Hurma türüdür. Uzun gövdesi ve

düzlüğü ile diğer ağaçlardan ayrılırlar. Bu ağaçların diğer ağaçlar gibi dalı yoktur. Bu tip ağaçlar daha ziyade Akdeniz iklimi olan ülkelerde yaygındır.

- b) Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesinde en yaygın olan Hurma ağaç türü ise, hurma ağaçlarıdır. Hurmalar gibi tropikal, ılıman ve çöl ikliminin görüldüğü yerlerde yetişir.

Hurma ağacı kuraklığa karşı çok dayanıklı bir ağaç olmakla birlikte hiç su istemeyen kuru bir ağaç da değildir. Aynı şekilde hurma ağacı tuzluluğa direnç gösterir ancak tuz oranı çok fazla olan bir toprakta yetişen tuzlu bir ağaç değildir. Hurma ağacı bol suya karşı mukavemeti olan bir ağaçtır ama bataklıkta yetişen bir ağaç değildir. Aynı şekilde hurma ağacı yüksek sıcak derecelere çok dayanıklı olan bir ağaçtır. Sıcığı, güneşi sever ve soğuktan hoşlanmaz. Akdeniz ikliminin görüldüğü sıcak yerlerde yetişir. Kuvvetli ve dengeli bir gübrelemeye ihtiyacı vardır. Azot, fosfor, potasyum, demir gibi besin maddelerine ek olarak bol miktarda magnezyum, çinko, manganez ve biraz da bakır ve bor maddelerine ihtiyacı vardır. Bu maddeleri yeterince alamazsa ağaç meyve vermez. Hurma ağacı Arap kültüründe bir maden ocağı gibidir.

6.2.2. Hurma ağacının kısımları

Hurma ağacı kök, gövde ve filiz ve meyva salkın olmak üzere 3 ayrı bölümden meydana gelir.

6.2.2.1. Kök bölümü

Ağacın kök bölümü, toprak içindeki mineral elementleri ve suyu emme görevini görmesi ile birlikte aynı zamanda ağacı yere bağlayıp onu stabilize eder. Hurma ağacının kökleri kalınlığı 1.25 cm'den daha fazla olmayan lifli köklerdir. Bu kökler, ana gövdeyi çevreleyen noktadan çıkar dallara ayrılıp kenarlara ve aşağıya doğru uzayıp gider. Kazık ve saçak bir kök yapısına sahiptir. (Arap Tarımsal Kalkınma Örgütü, 2003)

6.2.2.2. Gövde bölümü

Gövde bölümü dört kısımdan oluşur.

- a) Ana gövde: Yani uzun bacak. Pürüzlü gövdesi gri ağırlıklı kahverengidir.
b) Yapraklar: Gövdenin etrafından uzunlukları 3 ile 6 metre arasında değişen

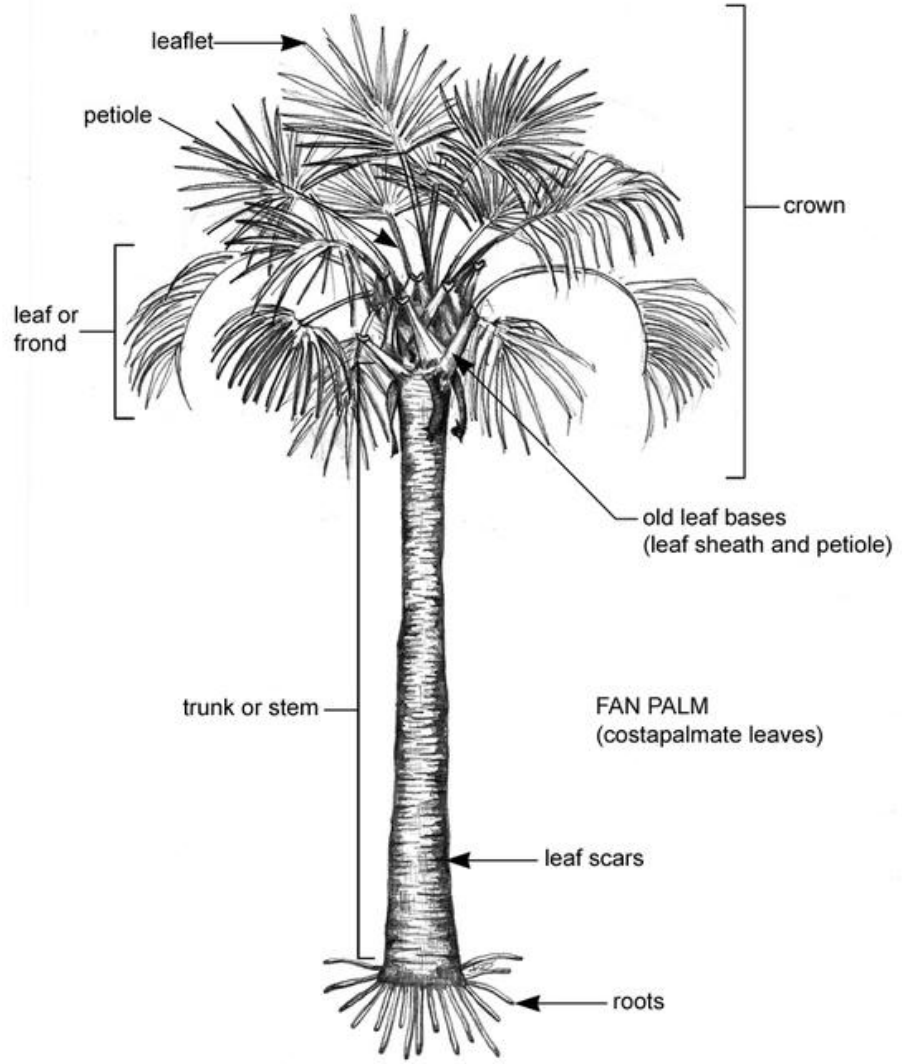
yapraklar çıkar. Ortalama uzunluğu 4 metredir. Her defasında 3-5 adet çıkan bu yapraklar uzun kılcal liflerden oluşur. Bir hurma ağacındaki yaprak sayısı 30-150 arasındadır. Bu rakam ağacın türü, çevresel koşulları ve ziraat işlemlerine göre değişir. Hurma ağacı yıllık 10-20 adet yeni yaprak sürgün verir. Yapraklar hemen sararıp kurumayıp 3 ila 7 sene canlı kalabilir. Fotosentez sürecindeki yaprakların verimi yaşamın ilk yılında yüksektir. Daha sonraki yıllarda yaşlandıkça bu verim azalır. (Arap Tarımsal Kalkınma Örgütü, 2003, URL29)

c) Hurmanın Başı: Meyve veren bölümdür.

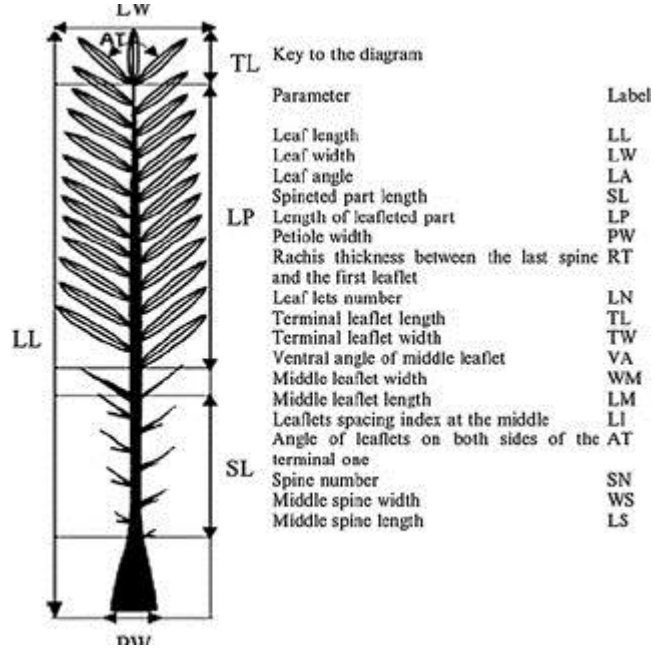
Lifli Örtü: Hurma ağacının en tepesinde sarımtırak fiber yumuşak liflerle donatılmış olan “gummar” isminde bir parça vardır. Burası onun bir nevi beyni gibidir. Eğer zarar görürse ağaç ölür.

6.2.2.3. Filiz bölümü

Hurma ağacı çekirdekten veya filizden dikilebilir. Filizden dikilen ağaç doğum usulü ile yetişen bir ağaçtır. Eğer annesinden uzak bir yere dikilirse büyüyüp meyve vermez. Büyük bir ağacın meyve verebilmesi için dölllenme yapılması gerekir. Erkek hurma ağacından alınan erkeklik polenleri dişi ağaca silkelenerek dölllenme yapılır. Erkek ağaçlar sert ve iri, dişi ağaçlar ise narin ve zariftir. Bu ağaçlar insan gibi hassas ve duygusaldır. Yaşama süreci insan hayatına çok benzer.



Resim 6.1: Hurma ağacının kısımları (URL30)

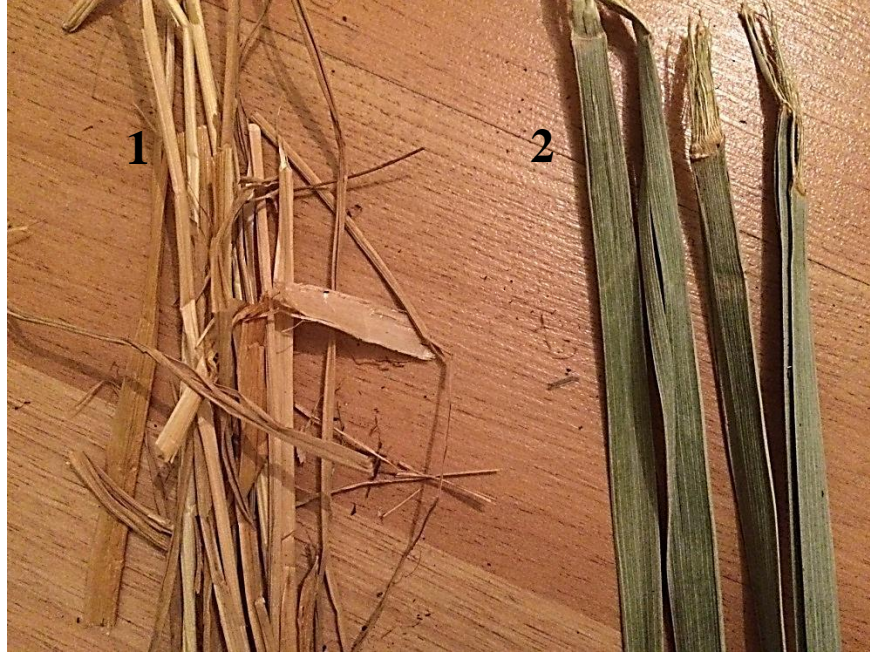


Resim 6.2: Hurma yaprağı, araştırılmaya çalışılacak olan pirinç samanına bir alternatiftir. (URL31)

6.3. Hurma Ağacının Dünyada ve Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesinde Dağılımı

Kuzey yarımküredeki Hurma ağacı ziraatı Venedik'e kadar uzanır. Fakat sadece güney Avrupa'da meyve verir. Ancak İspanya'nın Elche ili dışında Avrupa'nın hiçbir yerinde hurma meyveleri olgunlaşmaz. Burada ise sadece 200 bin hurma ağacı vardır.

Asya kıtasında Hurma ağacının yetiştiği yerler Türkmenistan çölünün eteklerine kadar uzanır. Afrika kıtasında ise güney enlemine doğru 20 derece aşağıda bulunan bölgede yetişir. Dünyadaki Hurma ağacının %71'ni Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesindedir. Hurma üretiminin %81'i ise yine Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesindedir. Dünyadaki 105 milyon hurma ağacının 103,95 milyonu b) Orta Asya ve Kuzey Afrika bölgesindeki ülkelerde olup toplam yüzdeliği % 99'dur. (Hossam A. Ghalib, 2013)



Resim 6.3: Hurma yaprağı ve pirinç kuru dalları Pirzolama önce, 1. Pirinç kuru dalı, 2. Hurma yaprağı (Rasha ELBORGY)



Resim 6.4: Hurma yaprağı ve Pirinç samanı kerpiçte kullanılan şekli. 1. Pirinç samanı, 2. Hurma yaprağı. (Rasha ELBORGY)

6.3.1. Mısır'da hurma ziraatı ve iklim şartları

Mısır'da; acve, mebrum, sugai, hudri, hufri, amber, şelebi, meşruk, sufri, diheyne, safavi, rabia, mazafiti gibi kuru hurma çeşitlerinin yanında sukkeri, ravtana, berhi ve hulva gibi yaş olan birçok hurma çeşidi de vardır. Bu türler Arap ülkelerinin belli

başlı bölgelerinde yetişir ve kendine has iklim koşulu gerektirir. Genel olarak “belah” dediğimiz yaş hurma çeşitleri ise Mısır’ın iklimine uygun olup her yerinde yetişir.

6.3.1.1. İklim

Hurma ağacı için sıcaklık, nem, rüzgâr, yağmur ve ışık olmak üzere önemli olan beş adet iklim koşulu bulunmaktadır.

a) Sıcaklık:

Yaş hurma “belah” ağacı iklim koşulu uygun olan bölgelere dikildiği gibi, tamamen kurak veya yarı kurak olup iklim olarak uygun olmayan bölgelere de dikilir. Bu tür bölgelerde yağış yok denecek kadar azdır. Nem oranı çok düşük olup hava tamamen kurudur. Gün ve sene boyunca görülen sıcaklık değerleri çok yüksektir. Hurma ağacı için en az sıcaklık değeri 7° C’dir. Kış mevsiminde 0° C’ye dayanır. Fakat ideal sıcaklık değeri minimum 32° C, maksimum 40° C’dir. Bununla birlikte Hurma ağacı 56° C sıcaklığa da dayanır.

b) Nem:

Mısır’daki nem oranı İskenderiye’den itibaren Aswan’ın Tuşku ilçesine kadar aşamalı olarak değişiklik arz eder. Tuşku ilçesinden itibaren nemi tamamen bitmiş olup hava kuraktır. Dolayısıyla yaş hurma ağacı ziraatı için bütün bu yerler nem açısından uygundur. Ancak bölgedeki iklim koşuluna daha uygun olan ağaç türü hangisi ise daha çok verim alınır.

c) Rüzgârlar

Hurma ağacının morfolojik yapısı çok mükemmeldir. Gövdesi hem esnek hem de kuvvetlidir. Köklerini yere salış şekli ona ayrı bir mukavemet gücü verir. Dalları olmayıp kenarları tüylü ve uzun yaprakları vardır. Uçları ince ve sivri olan bu yapraklar elastik olmasına rağmen gayet sağlamdır. Bütün bu şekilsel özellikler Hurma ağacını şiddetli rüzgâra karşın koruyup ayakta tutar ve devrilmesini önler. Rüzgârın şiddeti ne kadar artarsa artsın Hurma ağacı kolay kolay devrilmez. Ayrıca bu ağaç etrafındaki diğer bitkileri de korur.

d) Yağış:

Hurma ağacı tozla dölleme zamanı dışında sağanak yağışlara dayanıklıdır. Aksi halde bu yağış döllemeyi olumsuz yönde etkiler. Yeni filiz ve meyve vermemesine yol açabilir. Dolayısıyla ağaçta bir kasılma meydana gelebilir.

Genel olarak, Mısır'daki yağışlar sadece kış mevsiminde yağar. Yağış oranı hurma ağacının döllemesine veya meyvesine zarar vermez. Dolayısıyla Mısır'daki tüm bölgeler Hurma ağacı yetiştiriciliği için iklimsel olarak gayet uygundur. (URL32)

6.4. Hurma Yaprağı ve Pirinç Samanı Analizi Arasındaki Karşılaştırma (Şeker yüzdesi)

Pirinç ve hurma yaprağı örnekleri incelenerek, içlerindeki şeker oranını belirlenecek olan bu bölümde şeker fermantasyon işleminden sorumlu tutulacaktır.

6.4.1. Hurma yaprağının analizi (Mısır hurması örneği)

Mısır'ın kuzeybatısında bulunan Edku bölgesindeki bir hurma ağacından numune alınmış ve beş gün boyunca güneş ışınlarının altında iyice kurutulmuştur. Lif dokularındaki su miktarı tamamen buharlaşmaya kadar bekletilmiştir. Daha sonra bu yapraklar ABD standart ölçüm birimlerine (ASTM) göre 40-60 cm'lik uzunluklarda doğranmıştır.

6.4.1.1. Tahıl eleme süreci

Tahıl eleme süreci, kerpiç yapımına uygun olan hurma yaprağı boyutuna ulaşmak için yapılan bir süreçtir. Bu aşamada kerpiç imalatına uygun olmayan küçük veya büyük parçalar ayrılmış olur. Bu elek gözeneklerinden 40 cm'lik parçalar geçerken 60 cm'lik parçalar kalburüstünde kalmıştır. Nitekim bu, selüloz ve hemiselüloz oranlarının analizi için gerekli olan bir boyuttur (Resim 6.5).



Resim 6.5: İyice doğranıp elekten geçirilmiş hurma yaprakları. (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı)

6.4.1.2. Selüloz oranları

Hurma ağacının farklı bölümlerinin toplam çıkarıcıları, ASTM D1037'ye göre bir Soxhlet cihazı kullanılarak belirlendi. Selüloz, hemiselüloz ve lignin içeriği, ASTM D1037 standart yönteminde tarif edilen yöntemlere göre, her bir tortu için fırın kuru ağırlıklarına dayanan unsuz ekstraksiyon yöntemi kullanılarak belirlenmiştir (Resim 6.6, 6.7). (Ramadan A. Nasser, 2016)



Resim 6.6: Selüloz oranları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı)



Resim 6.7: Selüloz oranları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı)

6.4.1.3. Hemi-Selüloz oranları

Hurma ağacının (karbon, hidrojen ve azot içeriği dahil) farklı bölümlerinin tortularının nihai analizi, 925 ° C'de bir CHN Elemental Analizörü (model 2400 Seri II Perkin Elmer, Waltham, MA, ABD) kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

Yakın analiz için, tortu numuneleri 103 ± 5 °C' lik bir sıcaklıkta sabit bir ağırlığa kadar fırında kurutulmuştur. 40-60 mesh partikül büyüklüğüne sahip numuneler, nem içeriğinin (MC), uçucu madde içeriğinin (VMC) ve kül içeriğinin belirlenmesi için kullanılırken, sabit karbon içeriği (FCC), fark ile hesaplanmıştır (Resim 6.8). (Ramadan A. Nasser, 2016)



Resim 6.8: Hemi-Selüloz oranları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı)

6.4.1.4. Hurma yaprağı analizi sonuçları

Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarında analizi yapılan numunenin sonuçlar şöyledir;

Sample / Numune	YÜZDELİK %							
	Moisture content / Nem İçeriği	Extracted component / Çıkarılan Bileşen	Dissolving in / İçinde Çözülme		Cellulose / Selüloz	Hemicellulose / Hemi Selüloz	Lignin	Ash / Kül
			Cold water / Soğuk Su	Hot water / Sıcak Su				
1	7.82	28.86	18.13	23.49	38.72	32.94	28.34	10.82
2	7.80	30.30	19.26	24.55	39.96	34.60	25.44	10.70
3	7.38	27.61	18.85	23.96	35.47	35.93	28.60	10.80
Mean/Ort.	7.67	28.92	18.75	24.00	38.05	34.49	27.46	10.77
SD/Brj	0.25	1.35	0.57	0.53	2.32	1.50	1.75	0.06

Şekil 6.1: Hurma Yapracağı Tahsil Sonuçları (Mısır, İskenderiye Üniversitesi Ziraat Fakültesi Laboratuvarı)

Yukarıdaki sonuçlarda Hurma yapraklarının % nem oranı ABD standart ölçülerine (ASTM) göre verilmiştir. Selüloz ve hemiselüloz dışındaki tüm kimyasal maddelerin toplanması için kuru bir fırının tabanı kullanılmıştır. Sırasıyla Nikitin (1960), Rosmarin ve Simionescu (1973) çıkmıştır. Tüm kimyasal bileşim sonuçları 40'lık ve 60'lık elek gözeneklerinden geçirilen numuneler üzerinde yapılmıştır. Selüloz, hemiselüloz ve ligninin içeriği ekstrakte edilen madde içermeyen numuneler üzerinde belirlenmiştir. ** Mesh no = inç başına gözenek sayısı demektir.

6.4.1.5. Pirinç saman analizi sonuçları

Selüloz (Cellulose) : 39.73% (+/- 1.01)

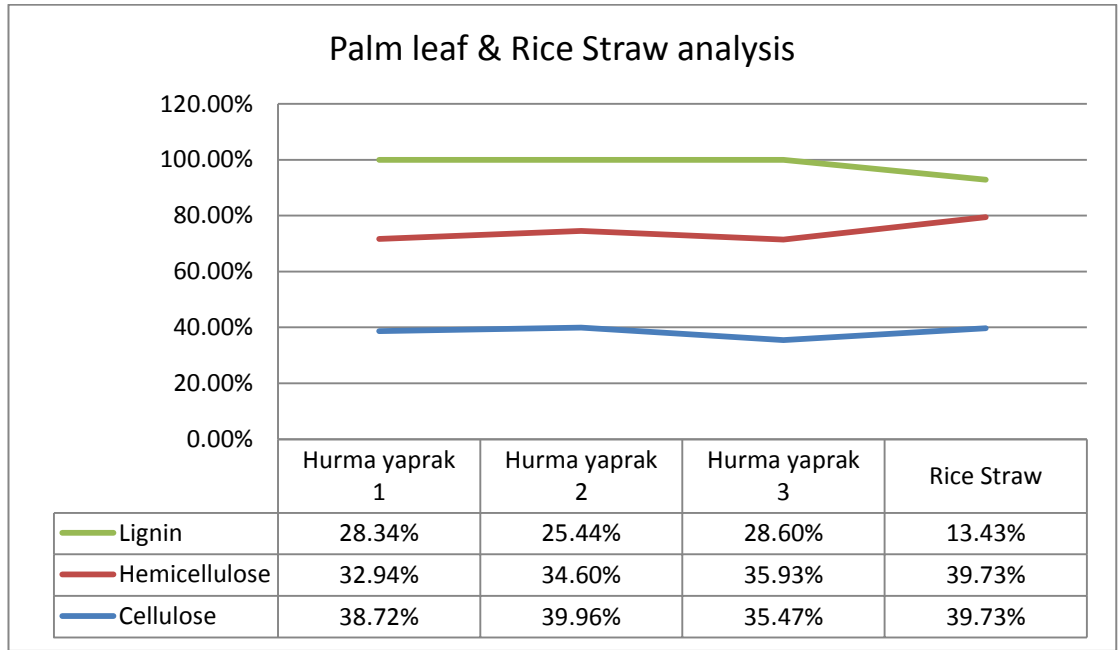
Hemiselüloz (Hemicellulose) : 39.73% (+/- 0.43)

Lignin : 13.43% (+/- 0.81)

Kül (Ash) : 16.66% (+/- 0.33)

Burada amaç pirinç samanı ve hurma yaprakları samanı örneği analizinin sonucunun karşılaştırılmasıdır.

Her iki örnekte selüloz oranları birbirine yakın olup, pirinç samanındaki hemiselüloz oranı ise hurma yaprağının hemiselüloz oranından daha yüksek çıktığı görülmüştür. Yapılan analizde lignin oranları ise oldukça yüksek bir fark ile hurma yaprağı lifinde daha fazla olduğu ortaya çıkmıştır (Şekil 6.2).



Şekil 6.2: Pirinç samanı ve hurma yaprağındaki lignin, hemiselüloz ve selüloz oranı (Rasha ELBORG)

6.5. Pirinç Samanı ve Hurma Yapağı, Su Emme Oranları Analizi

Pirinç samanında, Hurma yaprakları ve hurma üst kısmı olmak üzere 3 örnek üzerinden analiz yapılmıştır.

Numune şişesi ilk önce tartıldı, ağırlık kaydı boş ve tamamen temiz halde yapıldı. Daha sonra her örneğin test şişesi 105 ° C'de bir fırına koyulup, tamamen kuruması beklendi. Numuneler tamamen kurutulup ağırlık stabil hale geldikten sonra 3 er defa tartılıp son okuma yapıldı (Şekil 6.3, 6.4).

Su emilim oranı aşağıdaki formülle bulunmuştur.

$$A = \frac{(ma - md)}{md} * 100$$

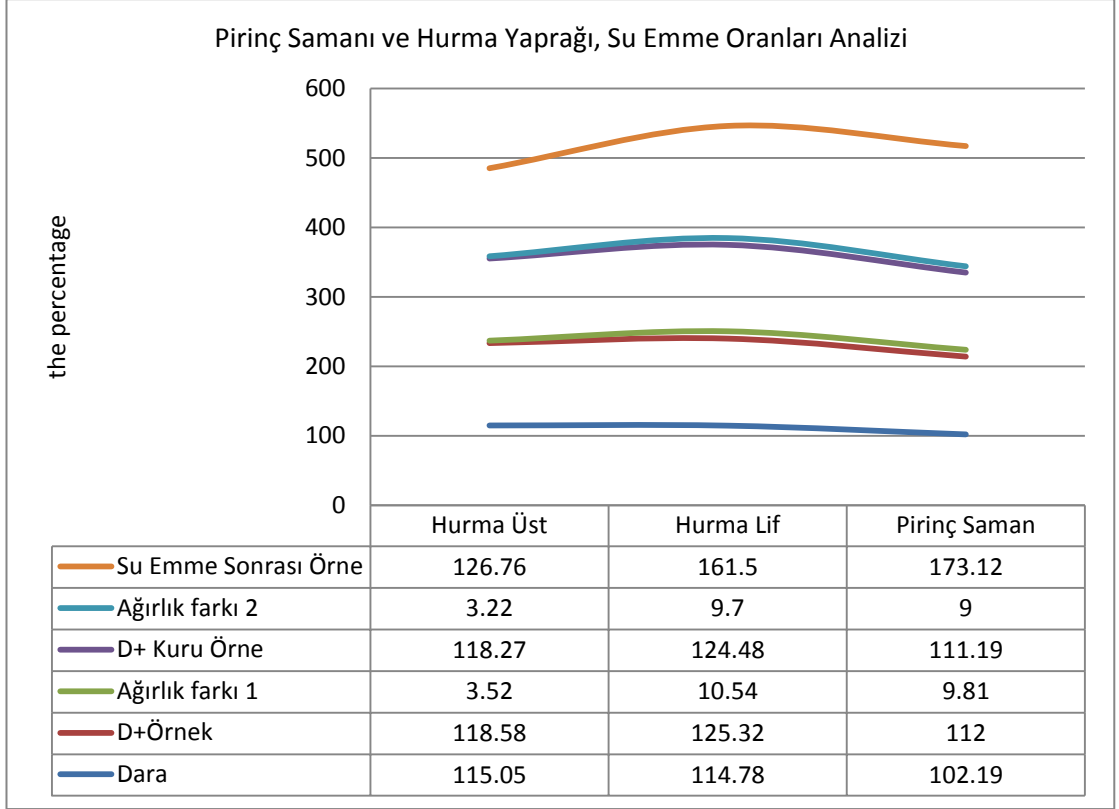
A, su emiliminin son yüzdesidir.

ma su emiliminden sonra numunenin son okunması

md, tam dehidrasyondan sonra numunenin son okumasıdır.

	Hurma meyve salkımı	Hurma Yaprak	Pirinç Saman	Not
Dara	115.05	114.78	102.19	
D+Örnek	118.58	125.32	112.00	
Ağırlık farkı 1	3.52	10.54	9.81	
D+ Kuru Örnek	118.27	124.48	111.19	
Ağırlık farkı 2	3.22	9.7	9.00	
Su Emme Sonrası Örnek	126.76	161.50	173.12	

Şekil 6.3: Pirinç samanı ve hurma yaprağı liflerinin su emilim değerleri. (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı)



Şekil 6.4: Pirinç samanı ve hurma yaprağında su emme oranı (Rasha ELBORG)

6.6. Toprak

6.6.1. Mısır'da Toprak Tipleri

Nil nehrindeki balçığın çökme olayı şu şekilde meydana gelir. Nehir suları doğudaki toprak tabasını oyup batıya doğru taşır. Sedimentasyon süreci sonunda Mısır'ın yukarı bölgesinde kerpiç imalatında kullanılacak çok büyük miktarda alüvyonlu killi toprak tabası meydana gelir.

6.6.1.1. Çöl toprağı

Mısır'daki çöl arazileri toplam arazinin %80'i kadardır. Yüksek sıcaklık ve düşük yağış nedeniyle, salina veya kireçtaşı çöl topraklarının yüzeyinde sert bir tabaka halinde biriktirilir. Bu toprak türü, jeolog bilim adamları tarafından "Beyaz Alkali" olarak tanımlanmıştır. Yetersiz kimyasal ve organik çözülme nedeniyle çöl toprağı tamamen olgunlaşmamıştır. Bu tür bir toprak aslında bir çeşit kumdur. Bu tür topraklarda, yüzeyi ya da toprak altı yüzeyini saran tuzlu kabuklar vardır.

6.6.1.2. Taşıma (Azonal) toprak

Akarsu ve rüzgâr gibi dış kuvvetler tarafından aşındırılarak taşınan malzemelerin birikmesi ile meydana gelen azonal (taşınmış) topraklar, Mısır'da vadi tabanında, vadi düzlüğünde ve deltada yer alır. Nil havzasındaki azonal topraklar üçe ayrılır;

- a) Kalın Kumsal Topraklar: Deltanın kuzeyinde (Akdeniz sahilinde) bulunur.
- b) Azonal Çözeltile Topraklar: Delta bölgesinde bulunan bu toprakların yatay kalınlığı 25-100 cm arasında değişmektedir.
- c) Doğrudan kireçtaşı üzerine oturuşan ince tabakalı topraklar: Güneyde bulunur.

6.6.1.3. Toprak bileşenleri

Deltanın kuzeyinde zengin magmatik ve metamorfik kayaların ayrışması sonucu oluşan küçük taneciklerden ibaret olan kuvars kumu bulunur. Bu kumun içeriğinde % 4-10 arası Kalsiyum Karbonat ($CaCO_3$) maddesi bulunur. Kil ve glüten oranı % 5-10 arasındadır. Tuz oranı ise % 0,1'e kadar düşer (Resim 6.9, 6.10). (Hossam A. Ghalib, 2013, URL33)

6.6.2. Mısır'dan alınan toprak örnekleri

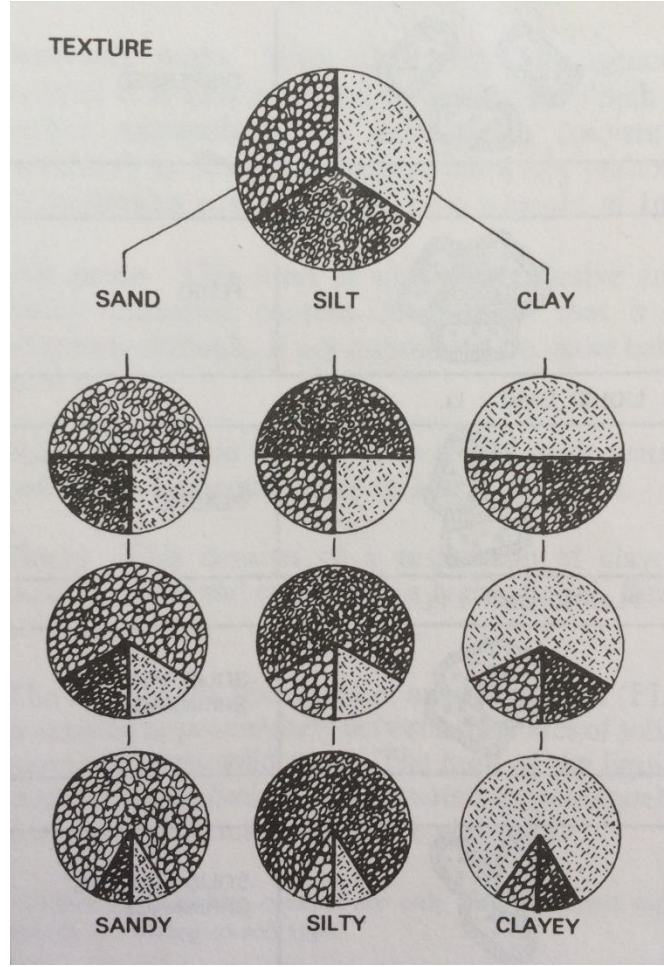
Mısır'da İskenderiye ve Luksor'dan alınan iki toprak örneğinde ve Türkiye'de İstanbul'dan bir örnek, üç test şişesine ayrı ayrı kondular. İlk olarak, test şişeleri örnekleme yapılmadan boşken tartıldı.

İkinci adımda, numune topraklar şişelere yerleştirildi yeniden tartıldı.

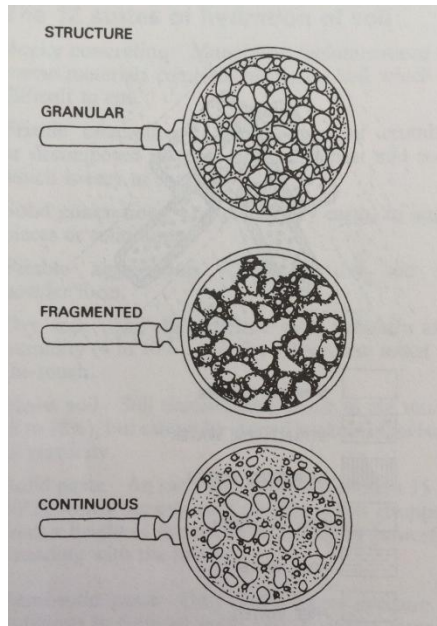
Üçüncü adım, numuneler bir gün bir süre $105^{\circ} C$ 'de bir cihaza yerleştirildi, sonra numunelerin içindeki su tamamen kurduktan sonra 3.tartım işlemi yapıldı.

Dördüncü adım, numune sudan tamamen kurduktan sonra, %10 HCL ilave edildi ve bir süre bekletildi. Bu yöntemle topraktaki kireç kaybının yüzdesini bulmak için, toprak diğer elementlerden tamamen saf hale getirilir.

Son adımda toprağı elle veya basit bir ahşap makine ile kırdıktan sonra Granüllerin büyüklüğünü görmek için toprak süzüldü.



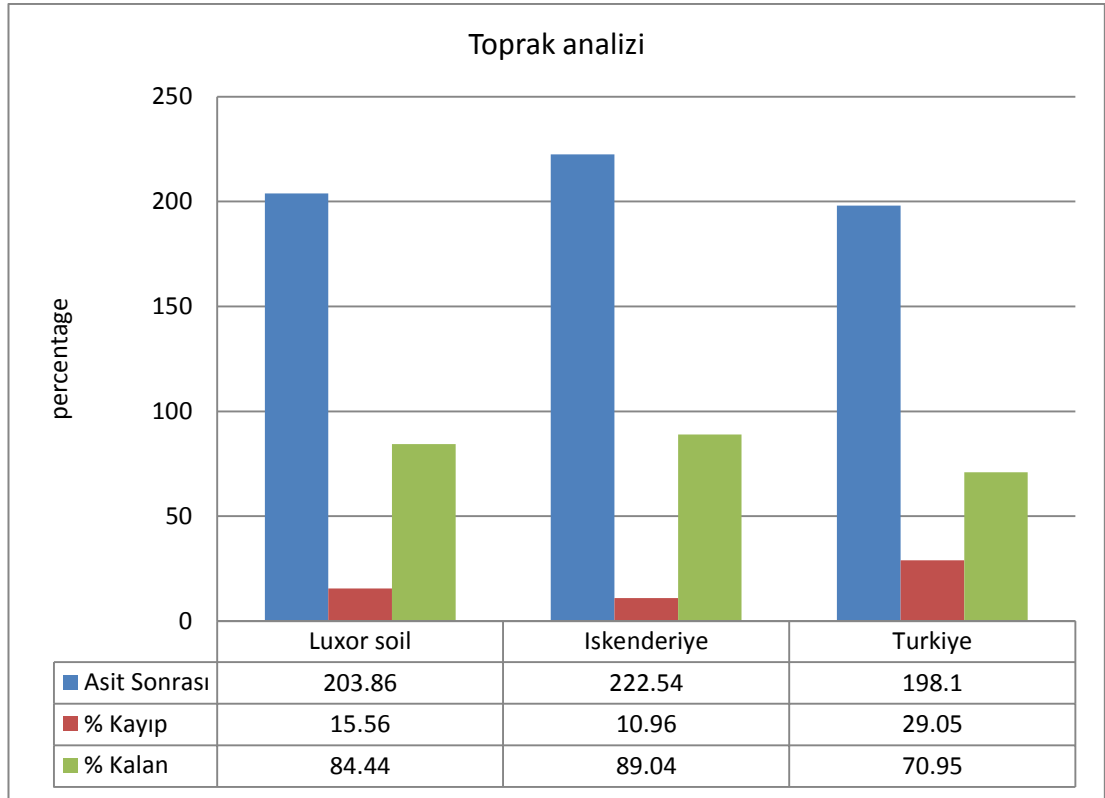
Resim 6.9: Granüler gradyan ve toprak dokusu (Hugo Houben, 1994)



Resim 6.10: Toprağın yapısı (Hugo Houben, 1994)

Örnek No.	Dara	D+Islak Örn	D+kuru Örn	Asit Sonrası	% Kayıp	% Kalan	Not
Luxor	184.92	208.39	207.35	203.86	15.56	84.44	
İskenderiye	182.40	229.21	227.48	222.54	10.96	89.04	
Türkiye	179.59	215.65	205.68	198.10	29.05	70.95	

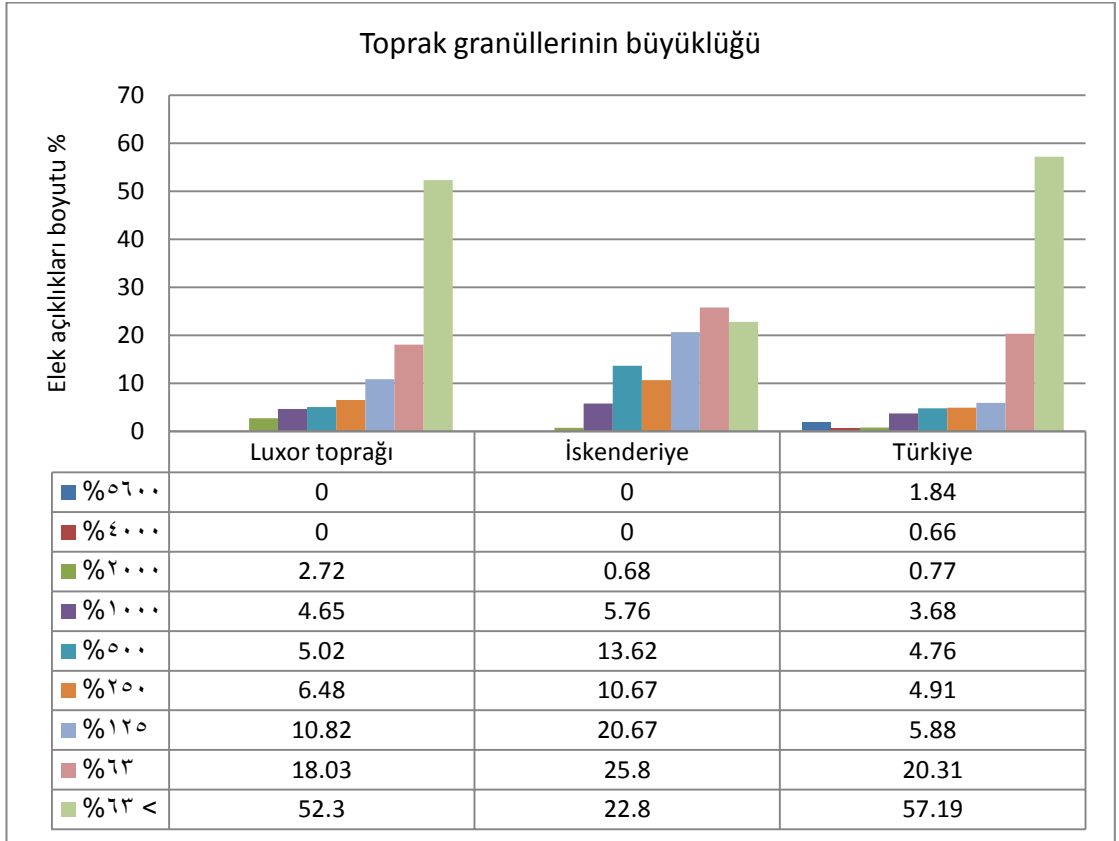
Şekil 6.5: Mısır "Lüksor, İskenderiye" ve Türkiye'den "İstanbul" Toprak analizi sonuçları (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı)



Şekil 6.6: Mısır "Lüksor, İskenderiye" ve Türkiye'den "İstanbul" Toprak analizi sonuçları (Rasha ELBORGY)

>V: Pebbles	200 mm	20 mm
V: Gravel	20 mm	2 mm
IV: Coarse Sand	2 mm	0.2 mm
III: Fine Sand	0.2 mm	0.06 mm
II: Silts	0.06 mm	0.02 mm
IIA: Fine Silts	0.02 mm	0.002 mm
I: Clay	0.002 mm	0

Şekil 6.7: Granül aranjmanına göre (Hugo Houben, 1994)



Şekil 6.8: Üç örnek için toprak granül büyüklüğü. (Rasha ELBORGY)

6.7. Hurma Yaprağından Üretilen Kerpiç Numuneleri (Öneri)

Bu deneyde kerpiç imalatında alışılmış olarak kullanılan pirinç samanının yerine bu sefer hurma yaprağı kullanılmıştır. Harç karışımının hazırlanması, mayalanıp tavllanması ve güneş ışınları altında kurutulması aşamalarında görülen kimyasal

etkileşimler gözlem altına alınmıştır. Aynı şekilde kerpiç kuruma esnasındaki büzülme oranı, tamamen kuruduktan sonraki ağırlığı ölçülmüş yani yapıda kullanılabilir bir hale gelinceye kadar kerpiç hem şekilsel hem de kimyasal olarak incelenmiştir.

Ayrıca Avustralya'daki uluslararası standart şartnamelere göre AS3700 ve Türkiye TS 2514 ve ASTM C67 – 14, Numuneler 21 ° C'de 28 gün boyunca iklimik test kabini ID 300 cihazlara yerleştirilerek ve testler yapılmıştır.

6.7.1. Kerpiçteki hurma yaprağının karışım oranı

Deney başlarken karışımda kullanılan hurma yaprağı miktarı, daha önce alışılmış olarak kullanılan pirinç samanı miktarına göre ayarlandı. Yani eşit miktarda harcına eklendi. Elde edilen gözlemler sonucunda temel bileşenlerin oranları daha güçlü bir kil karışımı yapmak için değiştirildi.

Daha önce zikrettiğimiz gibi, kendisinden kerpiç üretilen karışım veya hamurun içeriğinde normal olarak 2/3 (2 kil + 1 kum) + 1/3 pirinç samanı + su bulunur. Bu deneydeki oranlar da aynı şekildedir. Sadece pirinç samanı yerine hurma yaprağı eşit miktarda aynı oranlarda şu şekilde kullanılmıştır. 2/3 (2 kil + 1 kum) + 1/3 hurma yaprağı. (Kerpiç Ustası, Luxor, 2016)

Bu deneyde kullanılan hurma yaprağının doğranmış hacmi iki grup halinde şöyledir. Birinci gruptaki doğranmış hurma yaprağının ortalama uzunluğu 1,5 cm'dir. İkinci gruptakiler ise daha kısa ve daha yumuşak olup 0,5 cm'dir

6.7.2. Numunelerde kullanılan toprak türleri

Mısır'ın ve Türkiye'nin değişik bölgelerinden birbirinden farklı iki toprak numunesi alındı. Toprak türleri deneyde şöyle kullanıldı:

Mısır'ın kuzeyindeki Mahmudiye kanalından alınmıştır. “Bu toprak kilden daha ziyade kuma meyleden kumlu bir topraktır. Ancak tatlı suya sahip Mahmudiye kanalı, ona kil toprakta bulunan vasıflara benzer bazı özellikler katmıştır.”

Mısır'ın tarımsal alanı olan Güney Mısır'da Luksor kentinden toprak. “Bu toprak ziraat için” Güney Mısır, bu toprağın mevcudiyeti nedeniyle kerpiç ile ünlüdür. (Sebeplerin arasında). Bu Mısır'dan iki farklı toprak ihracatçıları, İskenderiye'den bir toprak kaynağında çalışma yapılacak.

6.7.3. Fermantasyon saat miktarı ve güneş altında kuruma süresi

Yukarıda bahsettiğimiz topraklardan, iki farklı toprak numunesi birbirine karıştırılmadan içine eşit miktarlarda hurma yaprağı samanı eklenip mayalanmaya ardından kurutulmaya bırakıldı. Alınan sonuçlar şöyledir: (Hassan Fathy, 1973)

Birinci Numune boyutu:

Bu numune Mısır'ın kuzeyinde İskenderiye'deki Mahmudiye kanalından alınan bir topraktır. Delta toprağına nazaran yapışkanlığı nispeten azdır.

Karışım yapıldıktan sonra mayalanıp özleşmesi için (diğerinin iki katı bir süre) 24 saat bekletildi. Fermantasyon süreci bittikten sonra bir kez daha karıştırıldı. Sonra boyutları 25x12,5x7 cm'lik ahşap kalıplara döküldü. Daha sonra iyice kurumasını sağlamak için 3 gün güneş ışınları altında bekletildi. Kurumayan bir yer kalmasını diye belli aralıklarla altı üstüne çevrildi.

Kurutma işlemi bittikten sonra, büzüşme oranını tespit etmek için kerpiç ebatları ve ağırlığı yeniden ölçüldü. Çıkan sonuçlar şöyledir: 25x12,5x6,7 cm'dir. Bu ebatlar kalıp boyutlarına göre hesaplandığında % 4,5 civarında bir büzüşme olduğu saptandı (Nitekim birincisi daha az olup % 3 - % 4 arasında idi.) Kerpiç hacmindeki değişiklikler şöyledir:

Sonuç % 95,7 olması için

Yükseklik: $6.7/? = 7/100$

Genişlik: 12,5 cm olup değişmemiştir.

Uzunluk: 25 cm olarak aynı kalmıştır.

Bu sonuç kurutma işleminden sonraki kerpiç gerçek boyutlarıdır. Kalıp içine döküldüğü andaki bürüt boyutları ile imalat sonrasındaki net boyutları arasında yaklaşık % 4 ile % 5 bir büzüşme olduğu görülmüştür.

İkinci Numune boyutu:

İyice fermente etmek için 16 saat bekletildi, 16 saatlik fermantasyondan sonra tekrar karıştırıldı, büzüşme oranını tespit etmek için kerpiç ebatları ve ağırlığı yeniden ölçüldü. Çıkan sonuçlar şöyledir: 12.5x12,5x6,7 cm'dir.

Kurutma iki şekilde yapıldı, birincisi, Daha sonra iyice kurumasını sağlamak için 28 gün güneş ışınları altında bekletildi, ikincisi ise yaşlanma cihazında kurutma 28 gün

21C'daki Avustralya standartlarına göre AS3700 yapıldı. Kurutma işleminden sonra büzülme oranını ve ağırlığını belirlemek için kerpiç boyutu tekrar ölçülmüştür.

Ortalama büzülme katsayısı, döküm esnasındaki orijinal uzunlukların büzülme% 'si eşdeğeri

Yükseklik : $7/100 = 6/ ?$ Sonuç 85.7% olması için
Uzunluk : $12.5/100 = 11.5$ olması için 92% sonuç
Genişlik : $12.5/100 = 11/?$ Sonuç 88% olması için

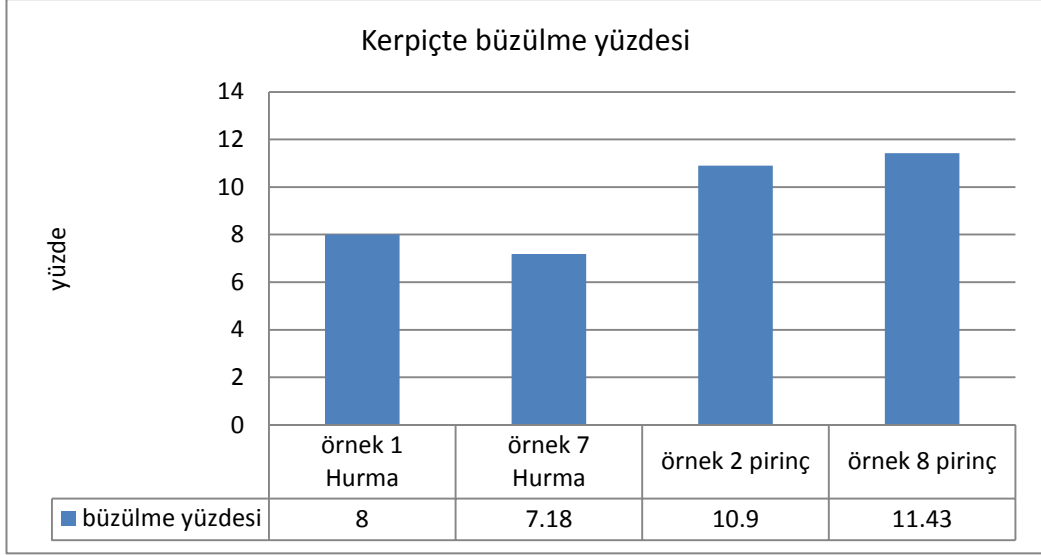
Bu sonuç kerpiçin kurutma işleminden sonraki gerçek ölçüleridir. Kerpiç gerçek uzunluğunun %11,4 ile %8'i arasındaki bir büzülmeye uğradığı görülmüştür. Burada pirinç samanının kullanıldığı kerpiç numunesinin hurma yapraklarından elde edilen kerpiç numunesine göre daha yüksek bir büzülmeye uğrayıp daraldığı gözlenmiştir.

6.7.4. Numuneler

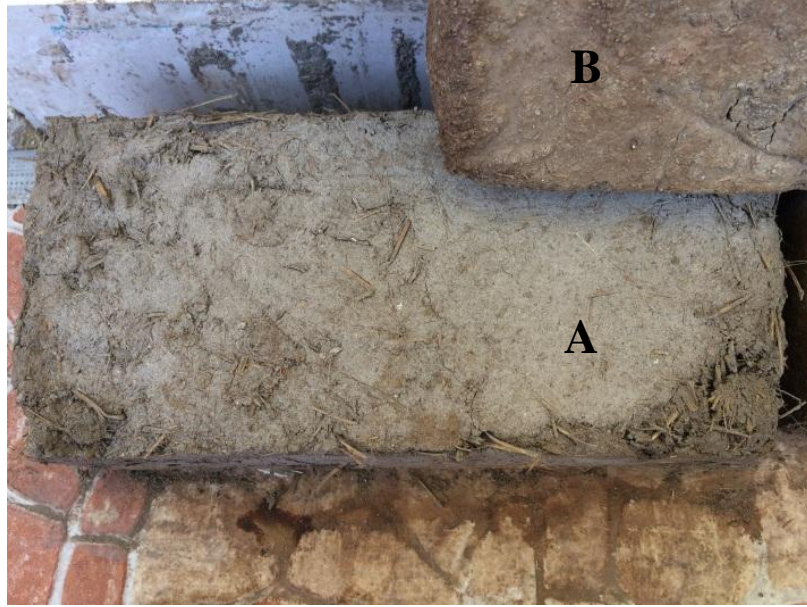
Nokta 3.2.2'ye göre, fermentasyon için 8-40 saat beklenir. (Hassan Fathy, 1973), numuneler yapılmak için.

Sample No.		Size\ cm	Fermentation hours	Notes
Pl	Palm leaf	25*12.5*7	17	
Rs	Rice straw	25*12.5*7	17	
1	Palm leaf	12.5*12.5*7	17	
2	Rice straw	12.5*12.5*7	40	
3	Rice straw	12.5*12.5*7	19	
5	Palm leaf	12.5*12.5*7	18	
6	Rice straw	12.5*12.5*7	18	
7	Palm leaf	12.5*12.5*7	19	
8	Palm leaf	7*7*7	19	
9	Palm leaf	7*7*7	19	
10	Rice straw	12.5*12.5*7	19	
11	Rice straw	7*7*7	19	
12	Rice straw	7*7*7	19	

Şekil 6.9: Kerpiç Numuneler, Pl "Hurma yaprak". Rs "Pirinç samanı". (Rasha ELBORGY)



Şekil 6.10: Kerpiç Örneklerin Büzülme Oranı. (Rasha ELBORG Y)



Resim 6.11: Hurma yaprağı ve Pirinç samanı Kerpiç Numune. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORG Y)



Resim 6.12: Hurma yaprağı ve Pirinç samanı Kerpiç Numune, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



Resim 6.13: Hurma yaprağından kerpiç yapılmış numune (örnek 1). (Rasha ELBORGY)



Resim 6.14: Hurma yaprağından kerpiç yapılmış numune (örnek 1). (Rasha ELBORGY)



Resim 6.15: Pirinç samanından kerpiç yapılmış numune (örnek 2). (Rasha ELBORGY)



Resim 6.16: İki farklı samandan kerpiç yapılmış numunelerin karşılaştırılması (Hurma yaprağı, Pirinç samanı). B. Hurma yaprağından numune, A. Pirinç samanından numune. (Rasha ELBORG Y)

6.8. Kerpiçte Su Emilim Testi

Suyun emilimini ve emilim hızını belirlemek için yaygın olarak kullanılan ASTM C1585'e göre, “Su emilim” testinde kullanılan kerpiçler,

6.8.1. Test için kerpiç hazırlama aşamaları

Hurma ağacı yaprağından imal edilmiş kerpiç numunesi ile pirinç samanı ilave edilerek yapılmış olan diğer kerpiç hazırlandı. Aynı topraktan aynı ebat ve özelliklerle hazırlana bu iki kerpiç numunesi içi su dolu bir hazneye, altından su işleyecek bir şekilde ızgara üstüne kondu. Deney sonuçları şöyledir:

6.8.2. Birinci deney (Hurma yaprağından kerpiç)

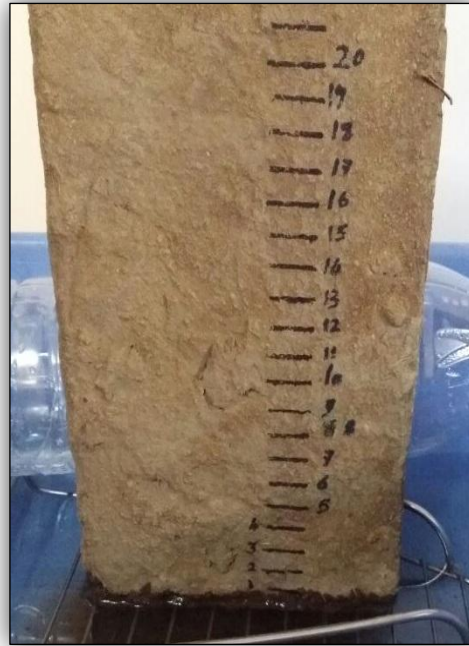
Bu deney hurma ağacı yaprağından imal edilmiş olan kerpiç numunesi üzerinde yapılmıştır. Deney süresi 24 saattir. (Resim 6.17, 6.18, 6.19)

Kerpiç Boyutları: 25x12,5x7 cm		
Kerpiç Cinsi: Hurma yaprağından üretilmiş		
SAAT	SEVİYE	AÇIKLAMALAR
12:50	00-1.00 cm	Kerpicing en altından doğal su emilimi görüldü.
13:40	1.00-3.00	Kerpicing en altında görülen ufak köpük çıktığı görünmesi ile beraber 3 cm'ye ulaşan doğal su emilimi. Arkaya doğru hafifçe meyletmekle birlikte kerpiç sağ tarafında ufak bir aşınma görüldü.
14:20	3.00-4.00	Bir saat boyunca sadece 1 cm emilimi olmasına rağmen sağ tarafta aşınma oranı arttı. kerpiç meylinde artma ile birlikte kerpicing en alt kısmında büyük bir şekilde köpüklenme meydana geldi.
15:30	4.00-5.00	Önce durumdan farklı önemli bir değişiklik olmadı.
16:00	5.00-5.00	Kerpicing arka kısmında meydana gelen ve yaklaşık 0,3 cm olan su emilim oranı artmasına rağmen ortalama emilim oranında bir sabitlik görüldü.
17:00	5.00-5.00	kerpiç arka kısmında meydana gelen yaklaşık 0,6 cm olan küçük bir artış olması ile birlikte kerpicing ön yüzünde su emilim oranında sabitlik görüldü.
18:00	5.00-5.80	Emilim oranından 0,8 cm'lik başka bir artış görüldü.
19:00	5.80-6.50	Kerpicing en altındaki köpük artmakla birlikte su emilim oranı çok yavaş seyrediyor.
20:00	6.50-7.00	Su emilim oranında çok ufak bir artış görüldü.
21:00	7.00-7.00	Kerpiç suya bandırılmasından 8 saat sonra şimdiki kadar 2,5 cm'lik bir aşınma meydana geldi.
22:00	7.00-7.50	Herhangi bir değişiklik yok.
23:30	7.50-8.00	kerpiç arka ve ön tarafındaki su emilim seviyesi yükselmesine rağmen kerpiç boyutlarına göre sabit denilebilecek bir emilim oranı görüldü.
00:15	8.00-8.50	kerpiç arka tarafında bir çöküş gözlemlendi.
01:20	8.50-9.00	Kerpicing arka kısmı ile ön tarafında emilim oranı aynı seviyede arttı.
07:30	9.00-11.00	Aradan geçen 6 saat boyunca 2 cm lik bir su emilim artışı görüldü.
09:40	11.00-11.00	Emilim yok.
11:20	11.00-11.00	Emilim yok
13:00	11.00-11.00	Değişiklik yok.

Şekil 6.11: Hurma yaprağından Kerpiç, Birinci Deney Sonucu. (Rasha ELBORG Y)

Bu deneyde hiçbir kimyasal madde karıştırılmadan sadece doğal hurma yaprağı ilave edilerek yapılan kerpiç kullanılmıştır. Deneyin ilk aşamasında kerpiç şişkinliğine tesir eden hızlı bir su emilimi görüldü. Bunun sebebi kerpicing tamamen kuru olmasıdır. İlk bir saat boyunca su emilim seviyesindeki artış 3 cm'dir. Daha sonraki 3 saat boyunca yaklaşık olarak saatte 1 cm olarak su emilim seviyesi normal seyrinde devam etti. Deney başından itibaren 6 saat geçtikten sonra su emilim seviyesi 0,5 cm oranında (birazcık fazla veya az olarak) devam etti. Başlangıçtan itibaren aradan

geçen 8 saat boyunca toplam su emilim seviyesi 7 cm'ye ulaştı. Bu büyük bir orandır. Kerpicin su ile temas ettirilmesinin üzerinden 9 saat geçtikten sonra kerpicin en alt kısmında 2,5 cm'lik bir aşınma meydana geldi. 12 saat sonra kerpiç arka tarafında ufak bir çöküş gözlemlendi. Ön tarafta ise bileşimlerin yapışkanlığında bir çözülme görülmedi. Deney başlangıcından 24 saat sonra su emilim seviye kademeli bir şekilde 11 cm'ye kadar ulaşmış durdu. Meydana gelen aşınma ve arka taraftaki ufak çöküntü sonucunda 9 saat sonra kerpicin alt tarafında 2,5 cm'lik bir aşınma görüldü. 12 saat sonra kerpiç arka kısmında bir çöküş gözlemlendi. Bütün bu aşamalardan sonra su emilim seviyesi 11 cm üzerinde durdu.



Resim 6.17: Hurma yaprağı katkılı numune deney başlangıcından bir saat sonraki durumu (Rasha ELBORG)



Resim 6.18: Hurma yaprağı katkılı numune, Arka taraftaki su seviyesinde basit bir artışla birlikte köpüklenmenin nispeten devam etmesi. (Rasha ELBORGY)



Resim 6.19: Hurma yaprağı katkılı numune, kısmen aşınmaya başlayan kerpicingin arka yüzü. (Rasha ELBORGY)

6.8.3. İkinci deney (Pirinç samanından kerpiç)

Bu deney pirinç samanından kerpiç numunesi üzerinde yapılmış olup süresi 12 saattir. (Resim 6.20 – 6.30)

Kerpiç Boyutları: 12.5x12,5x7 cm		
Kerpiç Cinsi: Pirinç samandan üretilmiş		
SAAT	SEVİYE	AÇIKLAMALAR
11:55	0.0 cm	Başlangıç
12:00	0.0 – 2.0 cm	Hızlı su emme
12:20	2.00-4.00	Sürekli hızla su emme
12:40	4.00-5.50	Sürekli su emme hızla, kerpişte değişiklik yok
13:00	5.5-6.50	Az değişim gözlemlendi
13:20	6.5-7.00	Az değişim gözlemlendi
13:45	7.00-8.00	Az değişim gözlemlendi
14:25	8.00-9.00	Sürekli hızla su emme ve Altındaki çöküşün başlangıcı
15:20	9.00-10.00	Sürekli hızla su emme
15:50	10.00-10.50	Az değişim gözlemlendi
16:20	10.50-11.00	Altındaki çöküşte artış görüldü
16:50	11.00-11.50	Az değişim gözlemlendi
17:45	11.50-12.00	Az değişim gözlemlendi
18:30	12.00-12.7	Az değişim gözlemlendi
20:30	12.7-13.5	Az değişim gözlemlendi
23:00	tamamı	Tam Çöküş

Şekil 6.12: Pirinç samanından Kerpiç, İkinci Deney sonucu. (Rasha ELBORGY)

6.8.4. Üçüncü deney (Hurma yaprağından kerpiç)

Bu deney Hurma lifinden üretilmiş kerpiç numunesi üzerinde yapılmış olup süresi 12 saattir. (Resim 6.20 – 6.30)

Kerpiç Boyutları: 12.5x12,5x7 cm		
Kerpiç Cinsi: Hurma Yaprağından üretilmiş		
SAAT	SEVİYE	AÇIKLAMALAR
11:55	0.0 cm	Başlangıç
12:00	0.0 – 0.2 cm	Çok yavaş emilme
12:20	0.3-1.00	Düzenli ve zayıf su emme
12:40	1.00-2.00	Az değişim gözlemlendi
13:00	2.00-3.00	Az değişim gözlemlendi
13:20	3.00-3.50	Az değişim gözlemlendi
13:45	3.50-4.20	Az değişim gözlemlendi
14:25	4.20-5.00	Az değişim gözlemlendi
15:20	5.00-5.80	Normal ve zayıf emilme
15:50	5.80-6.10	Az değişim gözlemlendi
16:20	6.10-6.20	Az değişim gözlemlendi
16:50	6.20-7.00	Az değişim gözlemlendi
17:45	7.00-7.50	Az değişim gözlemlendi
18:30	7.50-7.60	Az değişim gözlemlendi
20:30	7.60-8.00	Az değişim gözlemlendi
23:00	8.00-8.20	Düzenli ve zayıf su emme

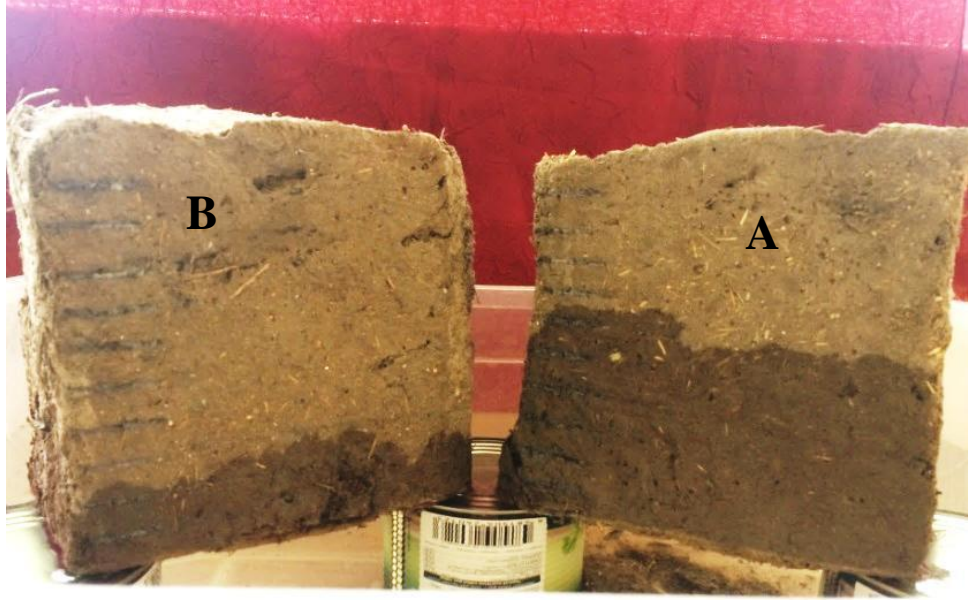
Şekil 6.13: Hurma Yaprağından Kerpiç, Üçüncü Deney sonucu. (Rasha ELBORGY)



Resim 6.20: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması Saat 12:00 testin başlangıcında, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



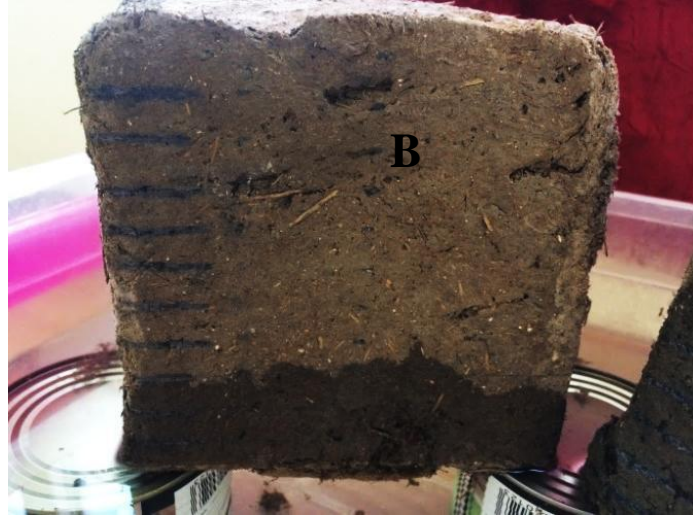
Resim 6.21: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması 25 dakika sonra, saat 12:20, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



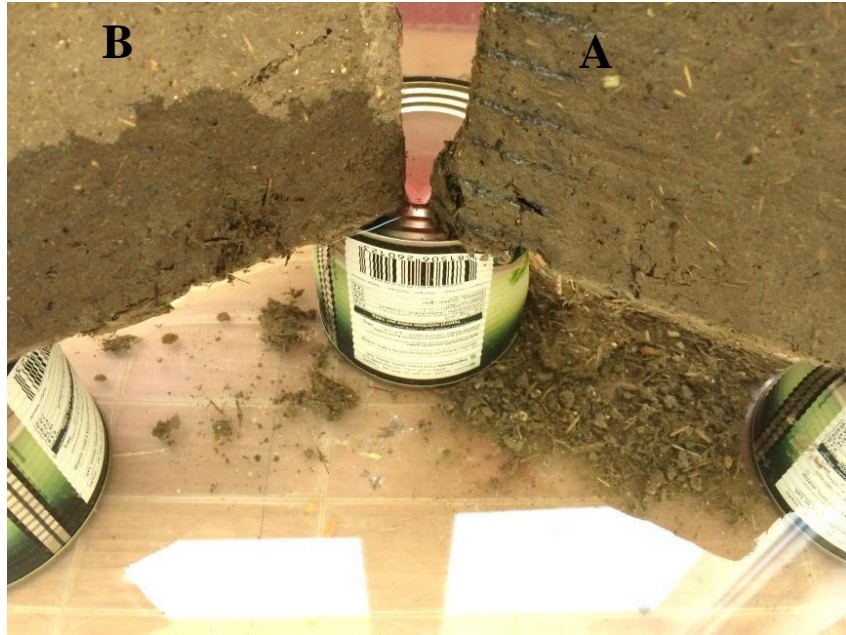
Resim 6.22: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması Saat 13:00, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



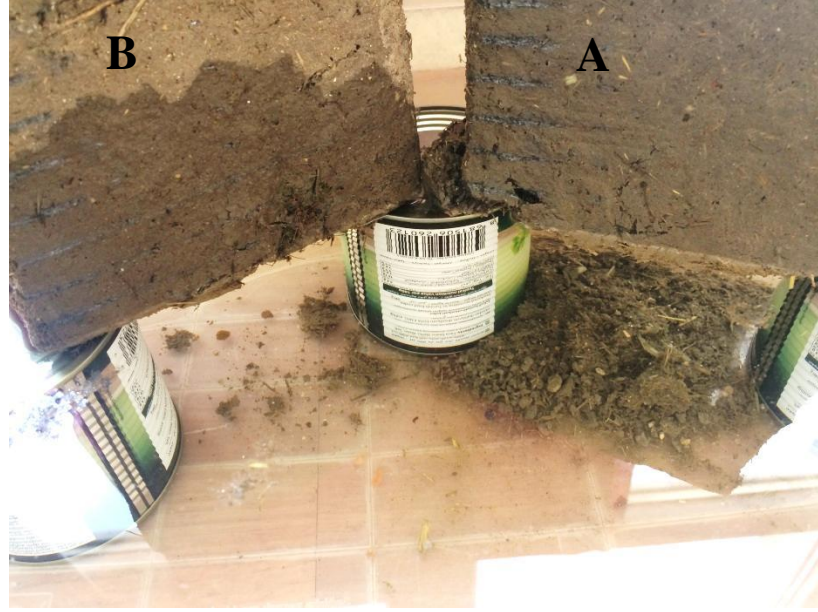
Resim 6.23: Deneyin başlamasından bir saat sonra, Pirinçten yapılan kerpicin, Saat 13:00'da su emme derecesi. A. Pirinç samanı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



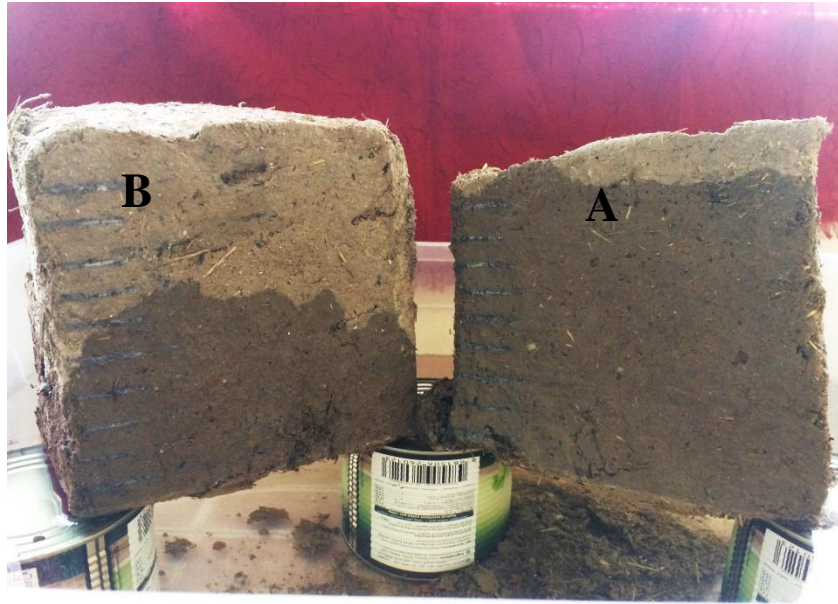
Resim 6.24: Deneyin başlamasından bir saat sonra, Hurma yaprağından yapılan kerpicin 13: 00'da su emme derecesi. B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



Resim 6.25: 13:30 ile 14:25 arası örneklerde bozulma başlangıcı, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



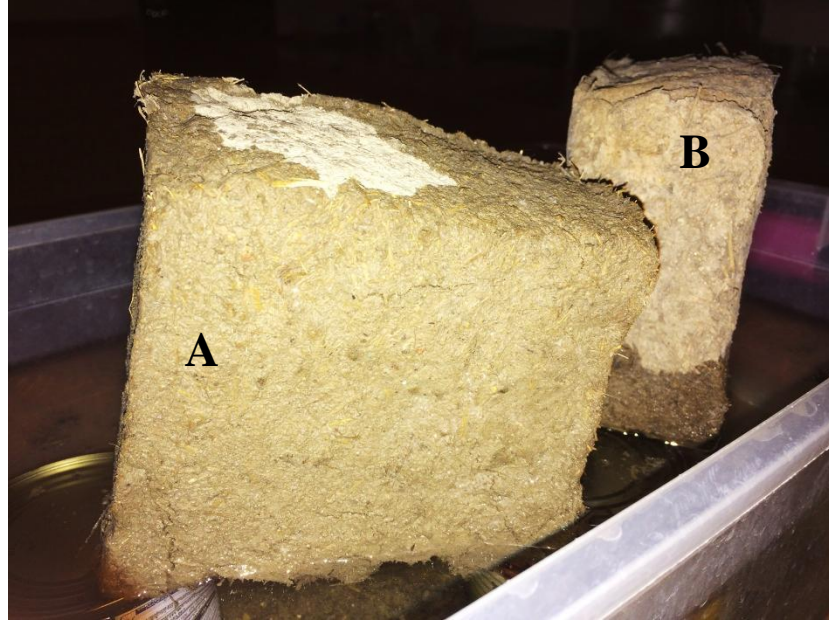
Resim 6.26: Hurma yaprağı ve pirinç samanı Kerpiç numuneleri karşılaştırılması, Saat 16:00, A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



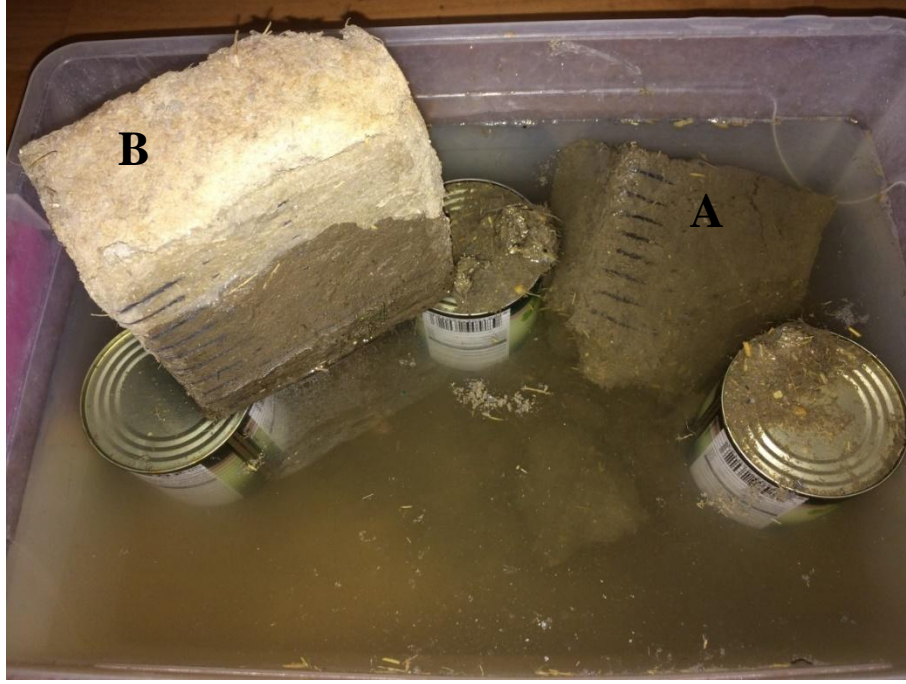
Resim 6.27: Hurma yaprağı ve pirinç samanından yapılan kerpiçlerin su emme durumu, Saat 16:50. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



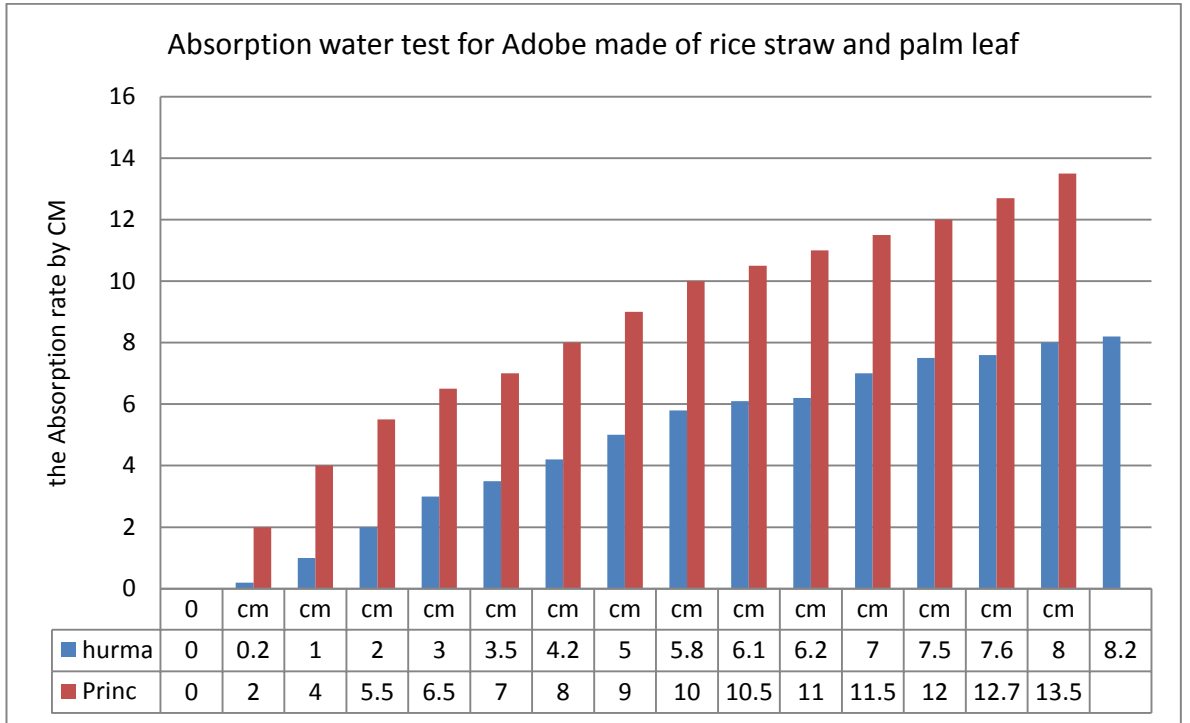
Resim 6.28: Pirinç samanından yapılan kerpiçlerin su emmesi Saat 18:50 (Rasha ELBORGY)



Resim 6.29: Saat 20:30, Pirinç samanından üretilen kerpiç neredeyse tamamı su çekmiş ve arka kısma doğru eğimle yıkılmaya başlamıştır. Hurma yaprağından yapılmış kerpiç numune ise özellikle arka kısmından yavaş su emilimi yapmaktadır. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



Resim 6.30: Son Sonuç; Pirinç samanından yapılan kerpiç numunenin tamamen çökmesi, Hurma yapraklarından yapılan numune hala bütünlüğünü korur vaziyette durması ve su emiliminin durması, Saat: 23: 10. A. Pirinç samanı kerpiç, B. Hurma yaprağı kerpiç. (Rasha ELBORGY)



Şekil 6.14: Pirinç samanı ve Hurma yaprağından Kerpiç Su emme testi. (Rasha ELBORGY)

6.8.5. Su Emilim testi sonucu

Kerpiç su emme testinde, 3 örnek kullanıldı. Suyun emilimini ve emilim hızını belirlemek için yaygın olarak kullanılan ASTM C1585'e göre, "Su emilim" testinde kullanılan kerpiçler standardı üzerinden çalışma takip edildi. Şekil 6.15'te görüldüğü gibi farklı saman kullanımının (Pirinç samanı veya hurma yaprakları) toprak özelliklerinde reaksiyonu ortaya çıkmıştır.

Emilim testinin sonucunda; pirinç samanının suyu emme hızı ve su alma kapasitesi diğer numuneye oranla çok yüksek ve hızlıdır. Öte yandan Hurma yaprakları kullanımıyla yapılan numunede, suyun emilim hızı ve emilme derecesi daha düşük olup kerpiç yapımında pirinç samanına alternatif olacak boyuttadır.

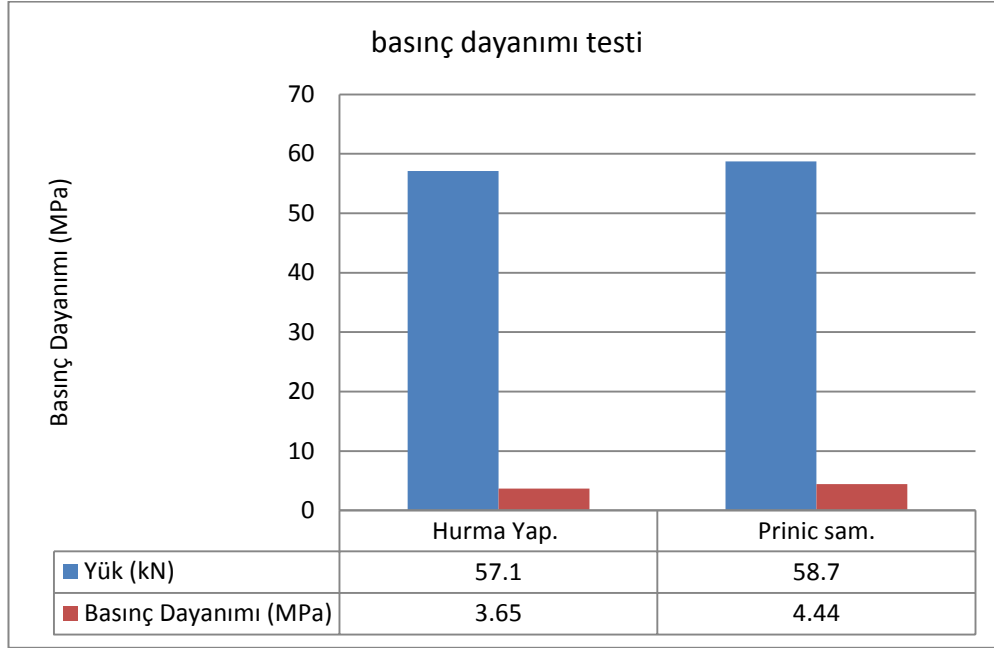
Burada iki önemli sonuç bizi bu malzemeyi kullanmamız için teşvik edecektir. Birincisi kerpiç düşmanı olan suya ve havadaki neme karşı daha fazla direnç göstermesi, ikincisi ise kerpiç yapıların restorasyonunda hurma yaprağından üretilen kerpicingin kullanılmasıyla yapının suya ve neme karşı daha uzun süre korunmasının sağlanması durumudur.

6.9. Mukavemet Testi (Compressive Strength Test)

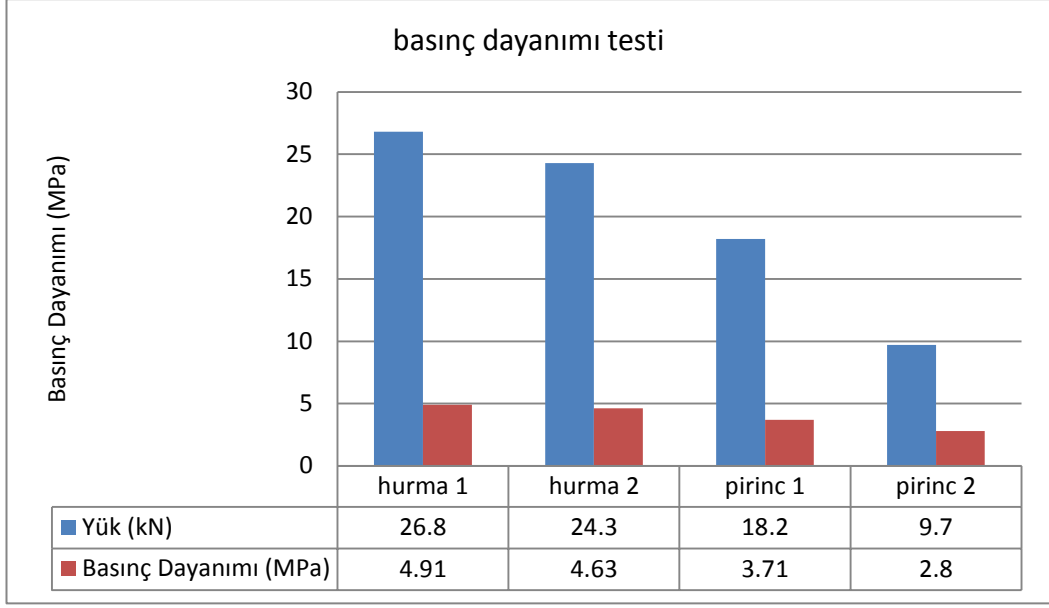
Mukavemet direnç testi, Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM laboratuvarında, kerpiç mukavemet gücünü ölçen bir makine vasıtasıyla yapılmıştır. Makine içine kerpiç kalıbı konmuş, kademeli bir şekilde güç uygulanıp presleme yapılmış ve çıkan değerler okunup not alınmıştır. Kerpiç kırılıncaya kadar basınç uygulanmaya devam edilmiştir. Burada kullanılan kerpiç numuneleri hurma yaprağından ve pirinç samanından yapılan kerpiçlerdir. Çıkan sonuçlar şekil 6.16 da ki çizelge de görüldüğü gibi şöyledir:

Örnek No	Örnek Boyutları (mm)			Yük (kN)	Basınç Dayanımı (MPa)
	En	Boy	Yükseklik		
11	70,0	70,0	60,0	18,20	3,71
8	70,0	78,0	60,0	26,80	4,91
12	65,0	60,0	60,0	9,70	2,49
9	70,0	75,0	60,0	24,30	4,63
2	115,0	115,0	65,0	58,70	4,44
7	125,0	125,0	65,0	57,10	3,65
Pl	115,0	115,0	65,0	54,70	4,14
Rs	115,0	115,0	60,0	68,10	5,15
4	110,0	120,0	54,0	66,90	5,07

Şekil 6.15: Hurma yaprağı ve pirinç samanı gibi farklı kerpiç örnekler üzerinde basınç dayanımı testinin sonuçları. (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı)



Şekil 6.16: 12.5 * 12.5 * 7 cm boyutundaki pirinç samanı ve hurma yaprağı üç adet kerpiç numunesinin basınç dayanım testi sonucu. (Rasha ELBORGY)



Şekil 6.17: 7 * 7 * 7 cm boyutundaki pirinc samanı ve hurma yaprağı dört adet kerpiç numunesinin basınç dayanım testi sonucu. (Rasha ELBORG Y)



Resim 6.31: 12.5 * 12.5 * 7 cm boyutlarında Hurma yaprağı kerpiç örneği "Örnek No.7". (Rasha ELBORG Y)



Resim 6.32: Basınç dayanımı test cihazı altında Hurma yaprağı kerpiç örneği, "örnek No. 7", (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı)



Resim 6.33: 12.5 * 12.5 * 7 cm boyutlarında Pirinç samanı kerpiç örneği "Örnek No.2", (Rasha ELBORG)



Resim 6.34: Basınç dayanımı test cihazı altında Pirinç samanı kerpiç örneği, "örnek No. 2", (Türkiye, FSMV Üniversitesi, KURAM Laboratuvarı)

7. SONUÇ

Medeniyet tarihinde kullanılan en eski yapı yöntemlerinden biri kerpiç yapıdır. Günümüzde teknolojinin ilerlemesi ile birlikte modern inşaat yöntemleri ve malzemeleri yaygın bir şekilde kullanılmasına rağmen kerpiç yapı bazı bölgelerde hâlâ kullanılmaya devam etmektedir. Kerpiç yapı çevre dostu ve insan doğasına daha uygun olup kullanılma sırasında ısıtma ve soğutma için az enerji kullandığı için toplumun her kesimine hitap eder. Diğer inşaat malzemelerini üretmek için çok enerji harcamak gerektiği halde kerpiç imalatı aksine neredeyse hiç enerji harcamayacak şekilde büyük bir enerji tasarrufu sağlar. Diğer inşa yöntemlerinin atıkları çevrede insan sağlığını tehdit ederken kerpiç doğal olarak toprağa karışır.

Çatalhöyük tarihi kerpiç yapıları geçen süre içinde sudan hasar yok görmemiştir. Yapı, içinde bulunduğu çevreden soyutlanıp ayrılmaz bir parçadır. Dolayısıyla bir yerde bir yapı yapmak değil, bir yerden yapı oluşturmak gerekir.

Kerpiç yapı mimarisinin dünya üzerindeki coğrafi dağılımı, kerpiç yapımında kullanılan killi toprak ve samanın temin edilmesine bağlı olarak paralel bir şekilde seyretmiştir. Aynı zamanda bu dağılıma etki eden en büyük unsurlardan birisi arsanın jeolojik yapısı ve bölgenin iklim şartlarıdır. Havanın kurak ve yağışın az olduğu dolayısıyla sel tehlikesinin olmadığı bölgelerde bu yöntem daha çok tercih edilmiştir. İyi bir ustanın yaptığı kerpiç yapı, yıllarca yıkılmadan ayakta kalabilir. Asırlarca ayakta duran dünya üzerinde birçok tarihi kerpiç yapı vardır. Bunlardan birisi Mısır'ın Luksor ilindeki Ramesseum tapınağıdır. Bu yapı kerpiçten yapılmasına rağmen sertlik bakımından taş yapıya çok benzemektedir. Bu tip yapıların tarihi bir misyonu vardır. Nitekim bu ve benzeri yapılar yeni nesli, Mısır'daki Firavun medeniyeti gibi, eski medeniyetler ile barıştırıp kaynaştırmaktadır.

Burada yapılan bu araştırma sonucunda dünyadaki en önemli gıda maddelerinin başında gelen buğday ile pirinç türevlerini kerpiç yapımında kullanmanın yerine alternatif olacak bölgede yüksek oranda bulunan daha ekonomik ve yaklaşık aynı sonuçları veren hurma ağacı yaprağının kullanımının uygun olacağı araştırılmış. Özellikle kırsal dönüşüm projelerinin iklim koşullarına bağlı olarak uygulanmasında çok daha iyi bir tercih olabileceği görülmektedir.

Bilindiği gibi Mısırda kerpiç üretiminde genel olarak pirinç samanı kullanılır. Bu maddeyi daha ekonomik başka bir madde ile değiştirme fikrinden yola çıkıp hurma yaprağı kullanmayı amaçlayarak inşaat malzemesi olarak kullanılma uygunluğu su emme ve mukavemet testi ile KURAM laboratuvarlarında belirlendi. Pirinç samanı, hurma yaprağı ve toprağı kimyasal bileşenlerinin kerpiç yapımına uygun olduğu İskenderiye Üniversitesi Mühendislik Fakültesi'nin verilerinden yararlanıldı.

Yapılan deneyler sonucunda hurma yaprağı türevinden imal edilen kerpiç genel olarak olumlu sonuçlar alındığını gördük. Fermantasyon süreci sonucunda her iki kerpiç kıyasladığımızda, hurma yaprağı karıştırılan harçtaki selüloz ve lignin oranlarının diğerinden daha fazla olduğunu görülmüştür. Nitekim bu maddeler kerpiç sertliğini doğrudan etkilemektedir. Kil oranı yeterli olan bir toprakla reaksiyona girdiğinde nispeten daha sert bir kerpiç elde edildiğini ve aynı zamanda su emilim oranlarına baktığımızda hurma yaprağından üretilen kerpice pirinç samanı göre sudan daha az etkilendiği deneyler sonucunda ortaya çıkmıştır.

Hasar görmüş kerpiç binaların ana sebeplerinden biri su olup geleneksel malzemelerle üretilen kerpice hasar verdiği bilinmektedir. **Su emme testi ile az su emdiği belirlenmiş, böylelikle yeraltı sularından etkilenmeyeceği anlaşılmıştır.** Kerpiç binaların periyodik bakımı ve restorasyonunda iki noktayı göz önünde bulundurmak gerekir; İlk olarak, restorasyonda kullanılan malzemeler binanın orijinal malzemeleri ve homojenliği ile uyumlu olmalıdır. Bununla birlikte, Hurma yapraklarından yapılan kerpiçlerin karışımı, pirinç samanından yapılan kerpiçlerden farklı çıkmıştır. Hurma yaprağı ile yapılan numunede kerpice ebatlarında büzülme daha az, su emme oranı düşük ve basınç direnci test sonucu ise daha yüksek çıkmıştır.

Ancak, bu değerler restorasyonda kullanım açısından bakıldığında büzülme oranı daha düşük ve direnç daha yüksek olduğu için oldukça elverişlidir. Bunun sonucunda kerpiç yapı daha uzun ömürlü olabilir.

İkinci nokta ise, su emmeye karşı direnç, onarılan bölümün daha az periyodik bakım gerektirmesini sağlayacaktır. Hurma yaprağı ile yapılan numunenin yavaş ve az su emmesi yapıya gelebilecek herhangi bir su ve nem karşısında suyun daha kolay ve hızlı tahliye edilmesini sağlayacaktır.

Bütün bu araştırmaların sonucu olarak kerpiç yapımında kullanılan pirinç samanına alternatif olarak hurma yaprağını kerpiç inşaat malzemesi olarak özellikle restorasyon projelerinde kullanılmasının uygun olduğunu açık bir şekilde söyleyebiliriz. Çevre dostu olan bu maddeyi tercih etmenin hem insan sağlığına, az enerji kullanan yapıları çoğalması sonucu CO2 salınımı ve çevre kirliliği azalacak, hem de ülke ekonomisine pozitif katkı sağlayacağı ve böylelikle büyük bir tasarruf elde edileceği görölmektedir.

KAYNAKLAR

- Owen Griger**, 2011, "Earth bag Building Guide, Vertical walls Step-by-Step, GEIGER research institute of sustainable building"
- Murray Hollis**, 2005, Practical Straw Bale Building, Landlinks Press 150 Oxford St. (PO box 1139), collingwood VIC 3066, Australia, P.10, 25
- Benghida Djamil**, 2016, Sun-dried Clay for Sustainable Constructions, International Journal of Applied Engineering Research ISSN 0973-4562 Volume 11, Number 6 (2016) pp 4628-4633
- Roushdy Said**, 2001, The River Nile, Published by Dar Alhilar
- Samal Gubasheva**, 2017, Adobe bricks as a building material, Czech Technical University in Prague, Faculty of Civil Engineering, Department of Concrete and Masonry Structures
- Dr.Waled Ahmed Elsayed**, Heritage "Thinker" - Readings in the philosophy of heritage in the thought of Hassan Fathy, Lonaard - Issue 1 2010 | 00
- World Monuments Fund**, 2011, New Gournia Village: Conservation and Community
- Hossam A. Ghalib**, 2013, Hurma çeğitlerinin sınıflandırılmasında bilimsel ve pratik temeller التمر نخيل اصناف تصنيف في والعملية العلمية الأسس
- Sous la direction de Serge Santelli**, Hassan Fathy Projects et dessins, institute Francais Egypt, EQI
- SAC Consulting**, 2017, Managing Soil and Drainage in the Flood Plain, The Scottish Government.
- Jameel M. Al-KhayriShri Mohan JainDennis V. Johnson**, 2015, Date Palm Genetic Resources and Utilization Volume 1: Africa and the Americas, Springer
- Malcolm Miles**, 2006, Space and Culture; 9; 115, Utopias of Mud? Hassan Fathy and Alternative Modernisms
- Safeguarding project of, Hassan Fathy's New Gournia Village, A UNESCO Initiative, Preliminary Phase Document, April 2011
- Hassan Fathy**, 2010, Architecture for the poor, University of Chicago Press.
- Mohamed Ibrahim Nasr Morsy**, 2011, PROPERTIES OF RICE STRAW CEMENTITIOUS COMPOSITE, Darmstadt University of Technology, Germany
- William Facey**, 2015, "Back to Earth, Adobe building in Saudi Arabia". Second edition, published by Al-Turath
- Satprem Maïni**, 2005, EARTHEN ARCHITECTURE FOR SUSTAINABLE HABITAT AND COMPRESSED STABILISED EARTH BLOCK TECHNOLOGY, UNESCO
- Ramadan A. Nasser**, 2016, Chemical Analysis of Different Parts of Date Palm (Phoenix dactylifera L.) Using Ultimate, Proximate and Thermo-Gravimetric Techniques for Energy Production, Energies 2016, 9, 374; doi:10.3390/en9050374
- M.S. Salit**, 2014, Tropical Natural Fibre Composites, Engineering Materials, DOI 10.1007/978-981-287-155-8_2

Hamed Niroumand, 2013, Earth Architecture from Ancient until Today, 2nd Cyprus International Conference on Educational Research, (CY-ICER 2013), M.F.M Zain, Maslina Jamil, Shahla Niroumand

Abdou A. O. D. El-Derby, 2016, THE ADOBE BARREL VAULTED STRUCTURES IN ANCIENT EGYPT: A STUDY OF TWO CASE STUDIES FOR CONSERVATION PURPOSES, Mediterranean Archaeology and Archaeometry, Vol. 16, No 1,(2016), pp.295-315, Copyright © 2016 MAA, Open Access. Printed in Greece. All rights reserved. Ahmed Elyamani

J. E. QUIBELL., 1898, EGYPTIAN RESEARCH ACCOU, THE RAMESSEUM, THE TOMB OF PTAH-HETEP. LONDON: BERNARD QUARITCH, 15, PICCADILLY, W.

P. HALUSCHAK, 2006, LABORATORY METHODS OF SOIL ANALYSIS, CANADA-MANITOBA SOIL SURVEY.

Gernot Minke, 2010, Building with Earth. Design and Technology of a Sustainable Architecture, Birkhäuser – Publishers for Architecture, Basel · Berlin · Boston

Dan Babor and Diana Plian, 2010, THE PRESERVATION OF ADOBE BUILDINGS, Publicat de Universitatea Tehnică „Gheorghe Asachi” din Iași

Marwa Dabaieh, 2013, Earth vernacular architecture in the Western Desert of Egypt.

Luisa Rovero, 2009, **Fabio Fratini**, The salt architecture in Siwa oasis – Egypt (XII–XX centuries)

Mahmoud Abd El Hafez, 2015, Adobe Architectural Heritage in Egyptian Oases - Risks and Methods for Protection and Rehabilitation

Australian Standard AS 3700:2018, Masonry structures
NEW AUSTRALIAN STANDARDS FOR MASONRY IN SMALL STRUCTURES, S.J. LAWRENCE

NAPAT SRIWATTANAPRAYOON, 2014, Engineering Properties of Adobe Brick for Earth Structures

Elsayed A. Elbadry, 2014, "Agro-Residues: Surface Treatment and Characterization of Date Palm Tree Fiber as Composite Reinforcement" Hindawi Publishing Corporation, Journal of Composites, Volume 2014, Article ID 189128, 8 pages

Edward W. Smith¹ and George S. Austin², 1989, "Adobe, pressed-earth, and rammed-earth industries in New Mexico"

Pusit Lertwattanaruk* and Jarunsri Choksiriwanna 2011, The Physical and Thermal Properties of Adobe Brick Containing Bagasse for Earth Construction

Bilge Işık 2018 Negar Javadi, OF SUSTAINABILITY INDICATORS; NATURAL LIGHT IN IRANIAN BAZAAR, Conference: Kerpıc'18 –6th International Conference Hasan Kalyoncu University, Turkey

Bilge Işık, 2008, **Hanifi Binici, Metin Köse, Hüseyin Temiz**, Mechanical Properties of Clay with Fibers Used in Mud bricks, International Conference Cyprus International University, Lefkoşa / Northern Cyprus 4-5 September 2008 ISBN 978-975-6000-2-07-0

Bilge Işık, 2008, **Nejla Cini, Tülay Tulun**, An Archaeometric Study on a Himiş Type Old House from Central Anatolia, International Conference Cyprus International University, Lefkoşa / Northern Cyprus 4-5 September 2008 ISBN 978-975-6000-2-07-0

Bilge Işık, 2015, **Hakan İrven**, Materials Used in the Construction of Village House in Van, Istanbul Aydın Univ. International Journal of Architecture and Design.

Bilge Işık, 2008, Branding earthen architecture in northern Cyprus as cultural capital, International Conference Cyprus International University, Lefkoşa / Northern Cyprus 4-5 September 2008 ISBN 978-975-6000-2-07-0

Brown, M. Judson. (1999), Optimization of Thermal Mass in Commercial Building Applications, Journal of Solar Energy Engineering, 112(4), 273-279.

en.wikibooks.org, Dec. 2013 Straw Bale Construction.

Amazon Nails, 2001, INFORMATION GUIDE TO STRAW BALE BUILDING FOR SELF-BUILDERS AND THE CONSTRUCTION INDUSTRY,

Arap Tarımsal Kalkınma Örgütü, 2003, Arap ülkelerinde hurma atıklarının kullanımı, üretimi, işlenmesi ve pazarlanmasının gelişimini incelemek. دراسة تطوير إنتاج وتصنيع وتسويق التمور والإستفادة من مخلفات النخيل في الوطن العربي

Hugo Houben, 2003, **Hubert Guillaud** "Earth Construction, A Comprehensive guide". Published by ITDG, ISBN 1 8533 193 X

Ruhi Kafescioğlu, 2017, "Çağdaş Yapı Malzemesi Toprak ve Alker". İTÜ Vakfı Yayınları ISBN 978-605-4778-57-7

Hamed El-Mously, 2018 "Renewable Material Resources: A New Opportunity for the South" Publisher: Global Journals, Online ISSN: 2249-4626 & Print ISSN: 0975-5896

Maria Rosaria Gargiulo, 2006, **Immacolata Bergamasco** " The Use of Earth in the Architecture of Hassan Fathy and Fabrizio Carola: Typological and Building Innovations, Building Technology and Static Behaviour". Second International Congress on Construction History, Queens' College, Cambridge University; 29/03-02/04/2006

Hanifi BİNİCİ1, 2010, **Muhammed Yasin DURGUN1**, **Yavuz YARDIM2** "Kerpiç Yapılar Depreme Dayanıksız Mıdır? Avantajları ve Dezavantajları Nelerdir?" KSU Journal of Engineering Sciences, 13(2), 2010

Alex Sumerall, 2012, "How to Start Building with Cob, Jumpstart Your Cob Building Projects Today". Copyright © 2012 by This Cob House, www.thiscobhouse.com

Kaki Hunter, 2004, **Donald Kiffmeyer** " Earthbag Building, The Tools, Tricks and Techniques". A catalog record for this publication is available from the National Library of Canada.

WEBSITE REFERENCES

- URL1 <https://www.ecomena.org/arab-islamic-architecture-ar/>
- URL2 <http://www.unesco.org/new/ar/unesco/resources/earthen-architecture-the-environmentally-friendly-building-blocks-of-tangible-and-intangible-heritage/>
- URL3 https://www.researchgate.net/figure/Ancient-wattle-and-daub-technology_fig1_315440918
- URL4 <http://theexecutivesforum.com/wp-content/uploads/2009/.pdf>
- URL5 <https://mexsandalguy.wordpress.com/2013/11/18/brick/>
- URL6 <https://tinyhousedesign.com/how-to-build-rammed-earth-walls/>
- URL7 <https://nkmipdesert.com/>
- URL8 <https://eartharchitecture.org/>
- URL9 <https://sources.marefa.org>
- URL10 <https://ar.climate-data.org>
- URL11 https://www.researchgate.net/profile/Azza_Abdallah2/publication/277140761_alfsl_alkhams/links/55634c7a08ae86c06b68c881/alfsl-alkhams.pdf?origin=publication_list جغرافيا
- URL12 http://www.fao.org/fileadmin/user_upload/GSP/docs/NENA2014/Egypt.pdf زراعة
- URL 13 <http://www.reshafim.org.il/ad/egypt/building/>
- URL 14 <http://earth-arch.blogspot.com/2015/03/653.html> قرية السلام
- URL15 <https://pulpit.alwatanvoice.com/content/print/75231.html> عمارة
- URL16 <http://www.noonpost.org/content/6728>
- URL17 <http://www.naturalbuildingblog.com/nubian-vaults-in-africa/>
- URL16 <http://www.ctd.tn> نخل
- URL17 http://congo.countrystat.org/fileadmin/user_upload/rne/docs/Palm-fruits.pdf
- URL 18 <https://www.britannica.com/topic/adobe>
- URL 19 http://www.worldhousing.net/wpcontent/uploads/2011/06/Adobe_Blondet.pdf
- URL 20 <https://www.nps.gov/tps/how-to-preserve/briefs/5-adobe-buildings.htm>
- URL 21 <https://en.wikipedia.org/wiki/Adobe>
- URL 23 <http://www.uokufa.edu.iq/journals/index.php/ajb/article/view/625> نخل
- URL 24 <https://agronomie.info>
- URL25 <https://ar.wikipedia.org/wiki>
- URL26 <http://www.uobabylon.edu.iq/uobColeges/lecture.aspx?fid=5&depid=3&lcid=50496>
- URL 27 <http://www.microbiopharm.com/en/business/fermentation11.html>
- URL 28 <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780120403028500057>
- URL 29 <https://www.hort.purdue.edu/newcrop/ncnu02/v5-017.html>
- URL 30 https://en.wikipedia.org/wiki/Cellulosic_ethanol
- URL 31 https://en.wikipedia.org/wiki/Geography_of_Egypt

URL 32 <https://www.kuoni.co.uk/egypt/regions>
URL 33 <https://www.roughguides.com/maps/africa/egypt/>
URL 34 <https://eartharchitecture.org/>
URL35 <https://culture.pl/en/article/earth-architecture-building-the-future-with-ancient-solutions>
URL 36 https://en.wikipedia.org/wiki/Earth_structure
URL 37 <http://www.solidearth.co.nz/adobe-brick-technique.php>
URL 38 https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-94-017-9694-1_3
URL 39 <https://dergipark.org.tr/download/article-file/209205>
URL 40 <http://www.solidearth.co.nz/adobe-brick-technique.php>
URL 41 <https://eartharchitecture.org/>
URL 42 <http://www.architecturetoday.co.uk/return-to-earth/>
URL 43 <http://www.yourhome.gov.au/passive-design/thermal-mass>
URL 44
https://www.eimj.org/uplode/images/photo/%D9%85%D9%8A%D8%B2%D8%A7%D8%AA_%D8%A7%D9%84%D8%B9%D9%85%D8%A7%D8%B1%D8%A9%D8%A7%D9%84%D8%B7%D9%8A%D9%86%D9%8A%D8%A9_%D9%88%D9%81%D8%B1%D8%B5_%D8%AA%D8%B7%D8%A8%D9%8A%D9%82%D9%87%D8%A7.pdf
URL 45 <http://www.afedmag.com/web/ala3dadAlSabiaSections-details.aspx?id=1405&issue=&type=4&cat=27>
URL46 <http://chiararicciardi.blogspot.com/2014/05/>
URL 47 <http://www.inspirationgreen.com/earthbag-construction.html>
URL48
<https://www.shabiba.com/article/151236/%D9%84%D8%A7%D9%8A%D9%81-%D8%B3%D8%AA%D8%A7%D9%8A%D9%84/%D9%81%D9%86%D8%B5%D9%86%D8%A7%D8%B9%D8%A9-%D8%A7%D9%84%D8%B7%D9%88%D8%A8-%D8%A7%D9%84%D9%84%D8%A8%D9%86-%D9%8A%D8%AA%D8%AD%D9%85%D9%84-%D8%A7%D9%84%D8%AD%D8%B1%D8%A8-%D9%81%D9%8A-%D8%A7%D9%84%D9%8A%D9%85%D9%86?FullText=1>
URL49 <https://www.cyberspaceandtime.com>
URL 50 <http://andesgazette.net/2016/12/30/garden-therapy-down-in-the-dirt-december-2016/>

- URL51 <https://artsandculture.google.com/asset/master-builders-in-shibam/7QHofNatqMUPjw>
- URL52 <http://www.wadifatima.net/vb/t38463.html#.XRyZBuszbIV>
- URL53 http://www.earth-auroville.com/adobe_moulding_en.php
- URL54 <http://www.arz.wikipedia.org>
- URL55 <https://www.adreemellal.net/>
- URL56 <https://whc.unesco.org/en/earthen-architecture/>
- URL57 <http://db.world-housing.net/building/177/>
- URL58 <https://cellcode.us/quotes/palm-tree-root-system-diagram.html>
- URL59 <http://moderni.co/nkmip-desert-cultural-centre-dialog/>
- URL60 <https://www.birbes.com/pirinc-nedir-faydalari-ve-zararlari-nelerdir-5857/>