

KERPIÇ MİMARİ

alçı, kireç karışımı

EARTHEN ARCHITECTURE

gypsum, lime stabilisation

Prof. Dr.
Bilge IŞIK



Prof.Dr. Bilge IŞIK

KERPİÇ MİMARİ
alçı, kireç karışımı

ArGe TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622

EARTHEN ARCHITECTURE
gypsum, lime stabilisation

R&D TUBITAK INTAG TOKI 622

1995

Yardımcı Araştırmacılar:

Dr.Nihal ARIOGLU, Araş.Gör.Hülya KUŞ, Araş.Gör.İkbal ÇETİNER,
Araş .Gör. Caner GÖÇER, Mimar Alev AKIN,
Onur Danıőmanı: Prof.Ruhi KAFESÇİOGLU

ISBN:

978-1-64181-286-3

eISBN:

978-1-64181-287-0

Prof.Dr. Bilge IŞIK
TÜBİTAK Proje Yöneticisi
TUBITAK Project Manager

**Alçı-Kireç Katkılı Kerpiç
Yapı Malzemesine Uygun
Mekanize İnşaat Teknolojisinin ve
Standartlarının Belirlenmesi**

*Determining Mechanized
Construction Technology and
Standards for
Gypsum-Lime Stabilised
Adobe Building Material*

**TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622
1995**



TÜBİTAK

TÜRKİYE BİLİMSEL VE TEKNİK ARAŞTIRMA KURUMU
THE SCIENTIFIC AND TECHNICAL RESEARCH COUNCIL OF

İÇİNDEKİLER**CONTENTS**

Önsöz	13	<i>Preface</i>	17
Özet	18	<i>Abstract</i>	20

1. GİRİŞ**1. INTRODUCTION**

1.1 Kerpiç Teknolojisi Araştırmasının Amacı ve Kapsamı	25	1.1 The Aim And The Scope of The Research of Adobe Technology	25
1.2 Konut Sektörünün Hedefleri	27	1.2 The Aims of The Housing Sector	27
1.3 Konut İçin Kerpiç Yapımın Uygunluğunun Değerlendirilmesi	33	1.3 Evaluation of Conformity of Adobe Construction for Building	33
1.4 Kerpiç Yapımın İyileştirme Alanları	45	1.4 The Improvement Fields of Adobe Buildings	45
1.4.1 Teknolojik	48	1.4.1 Technological	48
1.4.2 Sosyolojik	48	1.4.2 Sociological	48
1.4.3 İdari	50	1.4.3 Administrative	50
1.4.4 Kültür Mirası	51	1.4.4 Cultural Heritage	51
1.5 Çalışmanın Yöntemi	55	1.5 Methodology	55
1.6 Sonuç	58	1.6 Conclusion	58

2. ALÇI KATKILI KERPİCİN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

2.1 Giriş	63
2.2 Ham Malzeme Deneyleri	64
2.2.1 Durumun Belirlenmesi	65
2.2.2 Araştırmanın Deneysel Katkısı	69
2.2.2.1. Toprak İle İlgili Analizler	70
2.2.2.1.1. Elek ve Hidrometre Analizleri	70
2.2.2.1.2. Kıvam Limitleri	72
2.2.2.1.3. Birim Ağırlık	74
2.2.2.1.4. pH Deneyi	75
2.2.2.1.5. Mineral Bileşimi	76
2.2.2.1.6. Organik Madde Analizi	78
2.2.2.2. Alçı	78
2.2.2.3. Kireç	79
2.3. Alçılı Kerpiç Deneyleri	79
2.3.1. Durumun Belirlenmesi	80
2.3.2. Araştırmanın Katkısı	86
2.3.2.1. İşlenebilirlik	86
2.3.2.1.1. Karışımın Kıvamı ve İşleme Suyu	86
2.3.2.1.2. Priz Süresi	89
2.3.2.1.3. Yerleştirme Yöntemi	89
2.3.2.1.4. Karışımın Belirlenmesi	92
2.3.2.2. Seçilen Karışımın Özelliklerinin Belirlenmesi	93
2.3.2.2.1. Deney Numunelerinin Hazırlanması	93
2.3.2.2.2. Fiziksel Deneyler	94
2.3.2.2.2.1. Rötire	94
2.3.2.2.2.2. Birim Ağırlık	96
2.3.2.2.2.3. Kılcallık	98
2.3.2.2.3. Mekanik Deneyler	100

2. MECHANICAL AND PHYSICAL PROPERTIES OF GYPSUM STABILIZED

2.1 Introduction	63
2.2 Raw Material Experiments	64
2.2.1 Determination of the situation	65
2.2.2 Experimental Contribution of the Research	69
2.2.2.1. Analyses regarding Soil	70
2.2.2.1.1. Sieve and Hydrometer Analysis	70
2.2.2.1.2. Consistency Limits	72
2.2.2.1.3. Unit Weight	74
2.2.2.1.4. pH Test	75
2.2.2.1.5. Mineral Composition	76
2.2.2.1.6. Organic Material Analysis	78
2.2.2.2. Gypsum	78
2.2.2.3. Lime	79
2.3. Gypsum Stabilized Earth Experiments	79
2.3.1. Determination of the situation	80
2.3.2. The Contribution of the Research	86
2.3.2.1. Workability	86
2.3.2.1.1. Mixture Consistency and Process Water	88
2.3.2.1.2. Setting Time	89
2.3.2.1.3. Adjustment Method	89
2.3.2.1.4. Determination of the Mixture	92
2.3.2.2. Determination of Characteristics of the Selected Mixture	93
2.3.2.2.1. Preparation of Experiment Samples	93
2.3.2.2.2. Physical Experiments	94
2.3.2.2.2.1. Shrinkage	94
2.3.2.2.2.2. Unit Weight	96
2.3.2.2.2.3. Capillarity Experiment	98
2.3.2.2.3. Mechanical Experiments	100

3. ALÇILI KERPIÇE UYGUN MEKANİZE İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

2.3.2.2.3.1.Eğilme Çekme Dayanımı	100
2.3.2.2.3.2.Basınç Dayanımı	102
2.4. Sonuç	105
3.1 Giriş	109
3.2 İnşaat Teknolojisi	110
3.2.1.Durumun Belirlenmesi	111
3.2.2.Araştırmanın Katkısı	120
3.3 Kerpiç Yapı Şantiyesi	124
3.3.1.Durumun Belirlenmesi	124
3.3.2.Araştırmanın Katkısı	124
3.3.2.1.Uygun Toprak Seçimi	125
3.3.2.2. Harç	127
3.3.2.2.1.Toprağın Hazırlanması	127
3.3.2.2. Karışımın Hazırlanması	127
3.3.2.3. Kalıp	127
3.3.2.3.1. Kerpiç Üretimi İçin Ülkemizde Kullanılan Kalıp Tipleri	132
3.3.2.3.2. Kalıplama - Şekil Verme	137
3.3.2.4. Kürleme-Bekleme- Stoklama-Nakliye	143
3.3.2.5. Örme Duvar Sistemi	144
3.3.2.6. Dökme Duvar Sistemi	144
3.4. Yapı Performansı ve Kerpiç Yapı Davranışı	154
3.5. İNTAG TOKİ 622 Kerpiç Yapı inşaat aşamaları	166
3.5.1. Temel Hatlı	166
3.5.2. Döşeme Dolgusu ve Sıkıştırılması	169
3.5.3. Döşeme Betonu	169
3.5.4. Su izolasyonu	169

3. MECHANIZED CONSTRUCTION TECHNOLOGY SUITABLE FOR GYPSUM STABILIZED ADOBE

2.3.2.2.3.1. <i>Bending Tensile Strength</i>	100
2.3.2.2.3.2. <i>Compressive Strength</i>	102
2.4. Conclusion	105
3.1 Introduction	109
3.2. Construction Technology	110
3.2.1. <i>Determination of The Situation</i>	111
3.2.2. <i>Contribution of The Research</i>	120
3.3. Adobe Construction Site	124
3.3.1. <i>Determination of the Situation</i>	124
3.3.2. <i>Contribution of the Research</i>	124
3.3.2.1. <i>Selection of Suitable Soil</i>	125
3.3.2.2. <i>Mortar</i>	127
3.3.2.2.1. <i>Preparation of the Soil</i>	127
3.3.2.2. <i>Preparation of the Mixture</i>	127
3.3.2.3. <i>Mould</i>	127
3.3.2.3.1. <i>Mould Types to be used for Adobe Production in Our Country</i>	132
3.3.2.3.2. <i>Casting- Shaping</i>	137
3.3.2.4. <i>Curing-Leaving to Rest- Stocking- Conveyance</i>	143
3.3.2.5. <i>Masonry Wall System</i>	144
3.3.2.6. <i>Cast Wall System</i>	144
3.4. Construction Performance and Adobe Construction Behavior	154
3.5. İNTAG TOKİ 622 Adobe Construction Stages	166
3.5.1. <i>Footing Tie Beams</i>	166
3.5.2. <i>Floor Embankment and Its Compression</i>	169
3.5.3. <i>Floor Concrete</i>	169
3.5.4. <i>Water Insulation</i>	169

3.5.5. Duvar Kalıbı ve Duvar Dökümü	171	3.5.5. <i>Moulds for the Walls and Casting</i>	171
3.5.6. Deprem Hatlı	171	3.5.6. <i>Tie Beams for Earthquake</i>	171
3.5.7. Duvar Üstü Hatlı	172	3.5.7. <i>Over-Wall Tie Beams</i>	172
3.5.8. Üst Döşeme	174	3.5.8. <i>Upper Floor</i>	174
3.6. Şantiye Düzeyindeki Üretimlerde İşçiliklerin Değerlendirilmesi	174	3.6. <i>The Evaluation of the Workmanship for the Productions at Construction Site Level</i>	174
3.6.1. Toprak Hazırlanması	174	3.6.1. <i>Preparation of the Soil</i>	174
3.6.2. Karışımın Hazırlanması	175	3.6.2. <i>Preparation of the Mixture</i>	175
3.6.3. Kalıp Temizlenmesi ve Kurulması	176	3.6.3. <i>Cleaning and Setting up of the Moulds</i>	176
3.6.4. Günlük Üretim Miktarlarının Karşılaştırılması	177	3.6.4. <i>Comparison of the Daily Production Amounts</i>	177
3.7. Sonuç	178	3.7. <i>Conclusion</i>	178
4. ARAŞTIRMANIN STANDARTLAŞMAYA KATKISI	183	4. CONTRIBUTION OF THE RESEARCH TO STANDARDIZATION	183
5. SONUÇLARIN BİRLEŞTİRİLMESİ VE ÖNERİLER	189	5. COMBINATION OF RESULTS & SUGGESTIONS	189
Şekil Listesi	198	<i>List of Figures</i>	198
Tablo Listesi	200	<i>List of Tables</i>	200
Resim Listesi	201	<i>Picture List</i>	201
Tanımlar, Kısaltmalar	204	<i>Definitions, Abbreviations</i>	204
Kaynaklar	208	Resources	208
Ekler	214	Annexes	214

ÖNSÖZ



1996 HABİTAT II katılımcıları TÜBİTAK 622 nolu proje binasını ziyaret ediyor.

"Kerpiç mimari, Anadolu'nun binlerce yıllık yapı bilgisini doğayla uyumlu ve sürdürülebilir bir hayat kültürüne dönüştüren köklü bir mirastır."

Prof. Dr. Bilge Işık'ın kurduğu kerpice.org, 1978 yılından bu yana kerpiç yapı mirasının araştırılması, geliştirilmesi ve çağdaş tekniklerle inşa edilmesi üzerine çalışmalar yürütmektedir. ICOMOS ISCEAH üyesi olan Bilge IŞIK: İTÜ, Lefkoşa (UKÜ), İstanbul Aydın Üni., Gaziantep Hasan Kalıyoncu Üni., FSM Vakıf Üni., Medipol Üni., Dicle Üni., NNY Üni. Kayseri, Adana, Çanakkale, Fas ve Kıbrıs'ta gerçekleştirilen 16 uluslararası konferans ile bilgi birikimi akademik ortamda paylaşılmıştır.

Ayrıntılı bilgiye www.kerpice.org adresinden ulaşılabilir.

ÖNSÖZ

İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde yürütülmekte olan Kerpiç Yapı Teknolojisi araştırmasının TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 no'lu bu aşaması fiili olarak 18 ay sürdü ve bu dönem içerisinde çok yönlü destek aldı.

Teorik deneysel çalışmalar İnşaat Fakültesi - Yapı Malzemesi Laboratuvarı'nda, İnşaat Fakültesi - Zemin Mekaniği Laboratuvarı'nda, Maden Fakültesi-Mineraloji ve Petrografi Laboratuvarı'nda sırasıyla Prof. Dr. Mehmet UYAN, Prof. Dr. Remzi ÜLKER, Prof. Dr. Bektaş UZ'un katkılarıyla yapıldı.

1994 yaz döneminde laboratuvar ve şantiye deneylerinde yardımcı araştırmacılar; Dr. Nihal ARIOĞLU, Araş. Gör. Hülya KUŞ, Araş. Gör. İkbâl ÇETİNER, İnş. Müh. Tahsin İLHAN, 1995 yaz döneminde şantiye çalışmalarında; şantiye yönetiminde Mim.Alev AKIN, laboratuvar çalışmalarında Araş. Gör. İkbâl ÇETİNER, Araş. Gör. Caner GÖÇER; aynı dönemde İnşaat Fakültesi'nden 4 stajyer öğrenci (Burçin ŞAHİNALP, Hakan NURHAN, Engin ŞENBİLGİN, Emel HACIALIOĞLU), Mimarlık Fakültesi'nden 4 stajyer öğrenci (Armağan TEKSOY, Engin ÜRGEN, Kürşat AKYOL, Rıdvan ARİFOĞLU) araştırmanın literatür taraması, deneysel çalışmalar ve inşaat uygulamalarına katkıda bulunmuşlardır.

Araştırmanın kurgusu oluşturulurken Maden Fakültesi Kaya Mekaniği Anabilim Dalı'ndan Prof. Dr. Ergin ARIOĞ-

LU, İnşaat Fakültesi Yapı Malzemesi Anabilim Dalı'ndan Prof. Dr. Saim AK-YÜZ, Mimarlık Fakültesi Yapı Anabilim Dalı'ndan Prof. Dr. İmer SUNGUROĞ-LU, Doç. Dr. Oktay CANSUN öneri ve tavsiyeleri ile cesaret vermişlerdir.

Arazide inşaat aşamalarında malzeme ve işçilik katkıları ile çalışmanın yapılabilmesini sağlayan kuruluşlar ; ATA İnşaat - Arazi hazırlama, inşaat toprağı ihrazatı ile , PERİ Kalıp - kalıp sistemi ile, ABS firması - stabilizasyon için kullanılan alçı ile , ENTEGRE firması - stabilizasyon için kullanılan alçı ve kireç ile, BTM firması - su ve ısı izolasyon malzemeleri ile, IŞIK A.Ş.- şantiyenin altyapı donatısı ve şantiye giderleri ile, ONDULİN firması - kiremit altı ondüle levha ile, MOYAP firması - döşeme hazır kiriş ve blokları ile, LALE Isıtaban - yerden ısıtma sistemi ile " Üniversite - Sanayi İşbirliği " ne katkıda bulunmuşlardır.

Kerpiç Araştırmalarını İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde başlatan, Yapı Anabilim Dalı emekli öğretim üyelerinden Prof. Ruhi KAFESÇIOĞLU araştırmanın kurgusundan tamamlanışına kadar değerli bilgi ve önerileri ile çalışmayı güçlendirmiştir. Özellikle Prof. Ruhi KAFESÇIOĞLU'na, rapor yazım aşamasında bize destek veren Y. Mimar Göktuğ VENSÜREL'e ve bütün katkıda bulunanlara teşekkür ediyoruz.

Doç. Dr. Bilge IŞIK
Proje Yürütücüsü, Ocak, 1996

PREFACE



Participants of HABITAT II (1996) visiting the TUBITAK Project No. 622

"Earthen architecture is a deeply rooted heritage that transforms thousands of years of Anatolia's building knowledge into a sustainable way of living in harmony with nature."

Founded by Prof. Dr. Bilge Işık, kerpik.org has been conducting studies since 1978 on the research, development, and contemporary application of earthen construction technology. Prof. Dr. Bilge Işık, a member of ICOMOS ISCEAH, has shared this knowledge through 16 international conferences held at İTÜ, Nicosia (CIU), İstanbul Aydın Uni., Hasan Kalyoncu Uni., FSM Vakıf Uni., Medipol Uni., Dicle Uni., NNY Uni., as well as in Kayseri, Adana, Çanakkale, Morocco, and Cyprus.

*Further information is available at
www.kerpik.org*

PREFACE

This phase (TUBITAK INTAG TOKI No. 622) of the Adobe Construction Technology research, conducted by Istanbul Technical University (ITU), took 18 months and received multi-faceted support during this period.

Theoretical-experimental studies were carried out at the Faculty of Civil Engineering-Building Materials Laboratory, Faculty of Civil Engineering- Soil Mechanics Laboratory, Faculty of Mining-Mineralogy and Petrography Laboratory with the contributions of Prof. Dr. Mehmet UYAN, Prof. Dr. Remzi ÜLKER, Prof. Dr. Bektaş UZ, respectively.

In the summer of 1994, Dr. Nihal ARI-OĞLU, Research Assistant Hülya KUŞ, Research Assistant İkbal ÇETİNER and Civil Engineer Tahsin İLHAN took part in the laboratory and construction site experiments. In the summer of 1995, Architect Alev AKIN was responsible for construction site management, Research Assistant İkbal ÇETİNER and Research Assistant Caner GÖÇER were responsible for laboratory studies. In the same period, 4 intern students from the Faculty of Civil Engineering (i.e., Burçin ŞAHİNALP, Hakan NURHAN, Engin ŞENBİLGİN and Emel HACIALIOĞLU) and 4 intern students from the Faculty of Architecture (i.e., Armağan TEKSOY, Engin ÜRGEN, Kürşat AKYOL and Rıdvan ARİFOĞLU) contributed to literature review, experimental studies and construction practices.

Suggestions and recommendations from Prof. Dr. Ergin ARIOĞLU from the

Faculty of Mining, Department of Rock Mechanics, Prof. Dr. Saim AKYÜZ from the Faculty of Civil Engineering, Department of Building Materials, Prof. Dr. İmer SUNGUROĞLU from the Faculty of Architecture, Department of Building and Assoc. Prof. Dr. Oktay CANSUN were utilized to shape the setup of the research.

Organizations that contributed to the research with materials and workmanship at the construction site and thus, enabled "University - Industry Cooperation" are ATA İnşaat - Land preparation, construction soil excavation, PERI Kalıp - formwork system, ABS - gypsum used for stabilization, ENTEGRÉ Company- gypsum and lime used for stabilization, BTM company - water and heat insulation materials, IŞIK A.Ş. - infrastructure equipment and expenses of the construction site, ONDULİN company -corrugated boards for groundwork, MOYAP company - ready-to-slab beams and blocks and LALE İsitaban - floor heating system.

Prof. Ruhi KAFESÇİOĞLU, the retired lecturer of Department of Civil Engineering and who launched adobe researches in İTÜ Faculty of Architecture, supported the study with his valuable information and suggestions from the design of the research to its completion. We would like to thank Prof. Ruhi KAFESÇİOĞLU and Gökтуğ VENSÜREL, M.Arch, who supported us during the report writing process, for all their contributions.

*Assoc. Prof Dr. Bilge IŞIK
Principal Investigator, January, 1996*

ÖZET

Dünya nüfusunun önlenemez artışına uygun olarak konut üretimi ve arzı ne kadar önemli ise, yaşanan çevreye verilen yükün en aza indirilmesi de o kadar önem kazanmaktadır. Kerpiç yapı, sadece dünya üzerinde kolay bulunan bir malzeme olduğu için değil, aynı zamanda insan sağlığına uygun ortam şartlarını gerçekleştirdiği ve ekolojik dengeyi koruduğu için dünya nüfusunun 1/3'ü tarafından kullanılmakta ve birçok sanayi ülkesinde de araştırmaları sürdürülmektedir.

1978'den bu yana İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde kerpiç araştırmaları kesintisiz devam etmektedir. Alçı ve toprağın karıştırılması sonucu elde edilen priz yapan yapı malzemesi (1980 TÜ-BİTAK MAG 505) kullanılara, 1983 yılında sanayi desteği ile "1. Kerpiç Deneme Yapısı" inşa edilmiş ve aynı zamanda bir yüksek lisans tezine esas oluşturmuştur.

Ön çalışma ve bulguların ışığı altında kerpiç yapının toplu konuta kazandırılması istenmiş ve mekanize inşaat teknolojisinin araştırılması gereği belirlenmiştir.

Alçı katkılı kerpiç yapı malzemesine uygun mekanize inşaat teknolojisi ve standartlarının belirlenmesinde amaç; yöresel yapı malzemesi ve iş gücünün, toplu konut sektöründe kullanılacak rasyonalizasyona yükseltilmesi, ülkenin ısınma enerjisi ve bütçesinden tasarruf edilmesi, ülkenin doğal kaynaklarının korunması ve insanlara yaşanacak kalitede konut sağlanmasıdır.

Çalışma beş ana bölümden meydana gelmektedir. Giriş bölümünde, kerpiç yapı için teknoloji geliştirmenin amacı, konut sektörünün hedefi, konut için kerpiç yapının uygunluğu, kerpiç yapının konut sektörüne kazandırılması aşamaları anlatılmaktadır. Ayrıca iyileştirilmesi düşünülen alanlar teknolojik, sosyolojik, idari ve kültür mirası olarak tanımlanmıştır. Çalışma, izlenecek yöntemi açıklayarak teknolojik gelişmeyi kapsamaktadır.

İkinci bölümde, önce alçılı kerpici meydana getiren toprak, kireç ve alçının malzeme özellikleri, karışımın mekanik ve fiziksel özelliklerine ait bilgiler daha önce yapılmış çalışmalardan derlenmiştir. Bu bilgiler yardımıyla laboratuvar deneyleri yapılmıştır. Laboratuvarda hazırlanan numuneler üzerinde, kullanılacak karışımın fiziksel ve mekanik deneyleri yapılmış, şantiyede mekanizasyona uygun işlenebilirlik seviyesi tespit edilmiştir.

Üçüncü bölümde, alçılı kerpice uygun mekanize inşaat teknolojisini geliştirmek amacı ile dünyadan (Fransa, İsviçre) gelişmiş, Türkiye'den geleneksel kerpiç üretim süreci örnekleri verilmiştir. İnşaat başlamadan önce malzemenin hazırlanması, karıştırılması, kalıplanması, kürlenmesi gibi işlemler dizisi şantiye çalışmalarna uygun hale getirilmiştir.

Yapıdan genel olarak beklenenler tanımlandıktan sonra hazırlanan pilot yapı için proje çizilmiştir. Duvarlarında kerpiç yapı malzemesi kullanılan araştırma binası, toplu konut standart-

larında , 100m² olarak inşa edilmiştir. Kerpiç malzeme, inşaat sürecine özel bir sınırlama (Örn. geleneksel kerpiç üretimin sadece yağmursuz yaz aylarında yapılabilirliği) getirmeyecek şekilde uyarlanmıştır.

Dördüncü bölüm araştırmadaki bulgular, tablolaştırılmıştır. araştırmanın standartlaşmaya katkısını açıklamaktadır. standarttaki (TS 2514) maddeler ile ilgilerine göre tablolaştırılmıştır.

Beşinci bölümde, araştırma aşamalarındaki sonuçlar derlenmiş ve öneriler açıklanmıştır. Bilindiği gibi geleneksel kerpiç düşük mukavemetli, su ve nemli ortamlara dayanıksız duvar malzemesidir. Araştırmanın önceki aşamasında, alçılı kerpice suya dayanıklı, yeterince yüksek mukavemetli malzeme özelliği kazandırılmıştır. TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 No.'lu bu araştırmada ise toplu konut düzeyinde kerpiç üretimi için makina kullanımı ve malzemenin işlenebilirliği geliştirilmiştir. Bir sonraki araştırma aşaması olarak, prototip üretimden kitle üretimi aşamasına geçişin planlanması önerilmektedir.

ABSTRACT

The certain increase in the world population has caused the importance of the housing requirement as well as the minimization of the problems related to the environment. 1/3 of the world population lives in earthen constructions not only because the material is locally available on the world but also it can provide healthy settlements for human, respecting the ecological balance. That's why many industrialized countries promote the greater use and researches on earthen construction.

Architectural Faculty of Istanbul Technical University is researching earthen construction constantly since 1978. The property of the earthen construction material stabilized by gypsum was improved at 1980 (TÜBİTAK MAG 505). At 1983, supported by the industry, the "1. Adobe Research Building" was constructed to promote a post-graduate thesis at İ.T.Ü. This reference building had been used as the İ.T.Ü. kinder-garden for 9 years.

Based on the preliminary studies, it was intended to promote the earthen construction for the use of mass housing and the need for research for the mechanized construction technology was decided. The purpose of determining the mechanized construction technology and the standards for the gypsum stabilized earthen construction material, is to rationalize the local construction material and local manpower to be utilized in mass housing. To preserve natural resources, to save funds of the country and to improve housing that fulfill the human demands are also important for rationalization.

The study consists of five main sections. In the introductory section, the purpose of developing technology for earthen construction, the aim of housing sector, adobe construction's being appropriate for housing, the possibilities of using adobe in housing sector steps are explained. Also, the fields that are aimed to be developed are described as technological, sociological, administrative and cultural heritage. The concept and methods of the study are described.

In the second section, before the laboratory experiments, the properties of the materials (earth, lime and gypsum) for adobe and the information about mechanical and physical specifications of the mixture have been collected from previous studies.

Physical and mechanical experiments have been made on the sample mixtures prepared in the laboratory and the level of workability according to the mechanization in the construction site is determined.

In the third section, the traditional adobe production processes from Turkey and the developed examples from the world (France, Switzerland) have been studied in order to improve the mechanized construction technology for gypsum stabilized adobe.

Proportioning the stabiliser (gypsum and lime), application of the adequate mixer, application of the industrial moulds and application of the adequate compaction have been made appropriate to site working. Af-

ter naming general expectations from the building, a project of the reference building has been drawn. 100 m² reference building has been constructed according to the mass housing standards. As known, traditional adobe is vulnerable to weather conditions, the new adobe material has been adopted not to bring any specific limitation for the construction process.

In the fourth section, for the help of the research in the standardization, the results of this research are classified in terms of the standard (TS 2514).

In the fifth section, the results of different levels in the research have been accumulated. In TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622, workability of the adobe material using machines is determined to be suitable for mass housing. The next level of the adobe researches is suggested to step from prototype production into mass production level.

1

GİRİŞ

INTRODUCTION

1.1 KERPIÇ TEKNOLOJİSİ ARAŞTIRMASININ AMACI VE KAPSAMI

İnsan belirli çevre şartları içinde rahat yaşayabilir. Kerpiç yapı 9000 yıldan daha fazla süredir iç mekan konforunu sağlamıştır [1].

Yapılar, endüstrileşme devriminden bu yana endüstriyel yapı malzemeleri ile inşa edilmeye başlamıştır. Ancak bu yapı malzemeleri, ihtiyacı bir seferde karşılayamaz. Isı, nem dengeleri, yangın, su, ses korunmaları için çeşitli malzemelerin birbirini tamamlaması gerekir.

Endüstriyel üretim (çimento, demir vb.) katı, sıvı ve gaz atıkları ile çevreyi kirletmekte, proses için kullandığı enerji ile dünyanın geriye dönüşü olmayan doğal kaynaklarını tüketmektedir. 1976'da 1.6 milyon ton karbondioksit atmosfere atıldı. 6000 kişi hava kirliliğinden öldü. 1977/80 arası A.B.D. ısınma enerjisini %28 düşürdü, aydınlatma enerjisinde ampul tipi değiştirilerek günde 500.000 varil petrol tasarrufu sağlamayı düşünmektedir. Çevreye verilen zararın dengelenmesi

1.1 THE AIM AND THE SCOPE OF THE RESEARCH OF ADOBE TECHNOLOGY

People can live healthy in specific environmental conditions. Adobe construction has been providing inner space comfort for more than 9000 years [1].

Structures have been built with industrial structural materials since industrial revolution. However, these materials can not meet the demand alone. It is necessary that various materials complete one another to avoid effects of heat, moisture balance, fire, water and sound isolations.

Industrial production (concrete, iron etc.) pollutes the environment with solid, liquid and gas wastes and consumes non-recyclable natural resources of the world with the energy it uses in the process. 1.6 million tones carbon-dioxide is released to the atmosphere in 1976. 6000 people died due to air pollution. It reduced heat energy of the USA by 28% between 1977-1980. It is planned to provide 500.000 barrel oil savings daily by changing type of the lamp in illumination energy. It is esti-

ve insan hayatının bir süre daha sürdürülebilmesi için yılda 700 milyar dolar harcama yapıldığı tahmin edilmektedir. [2]

Çok katlı yapıda yaşama ön şartı yoksa, yaygın yerleşme şansı veya gereği varsa “alçı katkılı kerpiç yapı” yeri doldurulamayacak bir yapı tarzıdır. Yöresel malzeme ve iş gücü kaynaklarını değerlendirir. Stabilizasyon sonucu mekanik ve fiziksel özellikleri iyileşmiştir. İç mekan konforu yüksek, bakımı onarım masrafları azaltılmış, güvenilir yapılar inşa edilebilmektedir.

Bu araştırmanın kapsamı içerisinde ise alçılı kerpiç karışımın işlenebilirliği değiştirilerek, çağdaş inşaat metod ve ekipmanı ile rasyonel inşaat yapılabilmesi sağlanmıştır. Alçılı kerpiç malzeme ve teknolojisinden yararlananlar;

a. Kendi konutunu yapanlar veya toplu konut yapımcıları olabilir.

Toplu konut yapılması halinde ise, ya;

b. emek yoğun inşaat olarak planlanabilir veya,

c. endüstriyel kalıplara dökülerek kitle üretimi sistemine uyarlanabilir.

mated that \$700 billion is spent annually for balancing damage given to the environment and maintaining human life for some more time [2].

If there is no precondition to live in a multi-storied building and there is chance or need of widespread settlement, “gypsum stabilized adobe” is an irreplaceable construction type. It makes use of the local materials and productive power supplies. As a result of stabilization, its mechanical and physical qualities have been improved. Trustworthy buildings, whose inner space comfort is high and whose restoration expenses are reduced, are being built.

In this study, the workability of gypsum-stabilized adobe has been revised to ensure rational constructions with contemporary construction methods and equipment. The ones who benefit from gypsum stabilized adobe materials and technology may be:

a. The ones who make their own buildings or the ones who build housing estates.

In the possibility of housing estates either;

b. It may be planned as a labor intensive work or

c. Industrialized construction process for mass production.

Büyük yerleşmelerin çevre yükünü aza indirebilen, yöresel yaşama ve yapı kültürünün korunması açısından büyük katkısı olan araştırmanın amacı;

1) Kullanıcıya sağlıklı ve ödenebilir konut

2) Plancı, uygulayıcıya ve yatırımcıya güvenilir kerpiç yapı teknolojisi

3) Devlet yöneticilerine enerji bütçesini, çevre kaynaklarını ve kültür mirasını koruyan iskan imkanı sağlamaktır.

The aim of this study, which can reduce the environmental impact of large settlements and which has an important contribution to the preservation of local life and building culture, is to provide;

1) Wealthy and affordable houses for the user

2) Reliable adobe construction technology for the planner, applicator and investor

3) Settlements that preserve energy, budget, natural sources and cultural heritage for the authorized.

1.2 KONUT SEKTÖRÜNÜN HEDEFLERİ

Artan nüfusun konut ihtiyacı yanında, savaş, deprem, sel, siyasi göç vb. sebeplerle “topluca iskan” söz konusudur. 2. Dünya savaşı sonunda Avrupada konut araştırmaları konut sektörü için “rasyonelleşme” yi hedef olarak belirlemiştir. “Rasyonelleşme, eldeki imkanlarla en iyi, en çok üretimi en kısa zamanda yapmak” olarak tanımlanabilir [3]. Böylelikle kısa zamanda yapı üretimi sektöründe fabrikasyon ve montaj teknikleri geliştirilmiştir.

1.2 THE AIMS OF THE HOUSING SECTOR

Together with the housing demands of the growing population a “group settling” because of war, earthquakes, flood, and political migration, is the point of discussion. At the end of 2nd World War, Europe set ‘rationalization’ as a target for housing sector. Rationalization can be defined as making the best production in the largest amount but in the shortest time with the existing opportunities” [3]. In this way, within a short time fabrication and mounting techniques in the construction and production sector have been developed.

Bir sonraki önemli hedef kuşağı “Akıllı yapılar” olarak tanımlanabilir. 1930’dan bu yana çok katlı büro binalarında kullanılan ve insan konforunu mekanik olarak sağlayan donatının günümüzde otomasyonla kontrol edilmesi “akıllı yapılar” terimini oluşturur. Otomasyon daha sonra konutlarda da kullanılmaya şansı bulmuştur ve konutlarda “akıllı yapılar” dönemi başlamıştır.

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

Sağlıklı yapıların hedefleri [4] :

- A) Kullanıcı sağlığı
- B) Ekoloji
- C) Yapılabilirlik

başlıkları altında toplanabilir.

The next important target generation can be defined as intelligent buildings. The automation control of services that has been used since 1930 in multistoried office buildings and that provides human comfort mechanically leads to the term “intelligent buildings”. Automation is later given a chance to be used in houses and the “intelligent buildings” period has thus started in houses.

In greatly industrialized countries, it has been seen that the damage given to the environment has started to endanger ‘human life’. The threat of environmental pollution also continues in the production of construction materials like “cement”, “brick”, “aluminum”, etc., at the same dimensions. Thus, the 3rd target-generation aimed to be reached in the housing sector is determined as “healthy buildings” which reduce environmental impacts at most.

The aims of the healthy buildings can be summarized as [4]:

- A) Occupant health
- B) Ecology
- C) Affordability

KONUTLAŞMANIN HEDEFLERİ
THE AIM OF HOUSING

1. KUŞAK (1945-)
1rdGENERATION

Rasyonelleşme
Rationalization

Rasyonelleşme
Rationalization
Endüstrileşme
Industrialization
Prefabrikasyon
Prefabrication
Yoğun Yerleşme
Large Settlement
Düşük Maliyet
Low Cost

(Anahtar kelimeler)
2.KUŞAK (1980-)
2rdGENERATION

Akıllı Yapılar
Intelligent Buildings

Otomasyon
Automation

Ekonomik anlamlılık
Economical meaningfulness
Teknolojik Yapılabilirlik
Technological applicability
Kullanıcıya uygunluk
Appropriateness for the user
Kullanma, bakım,onarım
Using, attention, repair

Tasarruf
Saving
Geri kazanılması
Recycle
Alternatif enerji
Alternative Energy

Malzeme Seçimi
Material Selection
Kaynak Tasarrufu
Resource Efficiency
Su az kullanan
Water Less Using
Yapı durabilitesi
Structural durability
Zehirli ve Zararlılar
Toxic and harmful

Bitki Örtüsü
Flora
Suyu az kirlenen
Little water pollution
Katı, sıvı, gaz atık
Solid, liquid, gas
Düzensiz Yerleşim
Disorderly settlements

3.KUŞAK (1990-)
3rdGENERATION

Sağlıklı Yapılar
Healthy Building

A.Kullanıcı Sağlığı
A.Occupant Health

B.Ekoloji
B.Ecology

C.Yapılabilirlik
C.Affordability

Yapılabilirlik
Affordability

Enerji
Energy

Zararlıları Azaltmak
Minimizing harmful materials

Ekoloji
Ecology

Çevreye Saygı
Environmental Responsibility

Kullanıcı Sağlığı
Occupant Health

Tablo 1.1. Konutlaşmanın Hedefleri
Table 1.1. The Aim of Housing

TABLO 1.1.A. KULLANICI SAĞLIĞI**TABLE 1.1.A. OCCUPANT HEALTH**

Mekani çevreleyen duvar, döşeme, doğrama v.b. yapı dış kabuk elemanları detay, malzeme, ısı yalıtımı değerleri açısından yetersiz ise a) dış yüzeyde b) eleman kesitinde c) eleman iç yüzeyinde, yani mekan tarafında, yoğuşma meydana gelir. Yüzeyde mantar, küf gibi mikro organizmalar mekanın yaşama şartlarını kötüleştirir. Dış yapı elemanlarının iç yüzündeki sıcaklık, mekandaki sıcaklıktan en fazla 3°C daha düşük olabilir. Daha fazla fark varsa eleman yüzeyindeki hava akımı ve ısı radyasyonu etkisi ile iç mekanın yaşama koşullarını kötüleştirir. Diğer yandan mekandaki bağıl nem, mutfakta pişirilen yemek, banyo yapılması, spor yapılması gibi faaliyetlerle kısa zamanda hızla artar. İnsanı rahatsız eden aşırı nem her zaman havalandırma ile uzaklaştırılamaz. Bu ısıtılmış mekanın enerji kaybetmesine sebep olur. Böyle durumlarda betonarme perde gibi buhar difüzyonu az olan yapı elemanları mekan şartlarını kötüleştirir. Nemin duvar tarafından kısmen emilmesi ve zaman içinde iade edilmesi rahatlık sağlar (Bkz.Şekil 3.9).

Romatizma, alerji, cilt mantarları, kanser, verem, astım, yorgunluk gibi birçok rahatsızlık yaşanan mekanın etkisiyle ya başlar ya gelişirler. Uzun süre içinde yaşanan mekanların malzeme özellikleri, ısı-nem dengesi (Böl.3.4 Tablo 3.7.B) temiz hava girişi gibi faktörler insanın sağlığı için önemlidir.

If structural exterior materials such as walls surrounding the space, floor, woodwork are insufficient in terms of detail, material, heat insulation values, condensation occurs at (a) exterior surface, (b) cross-section of element and (c) interior of element, namely the part facing the space. Microorganisms such as fungi, mould on the surface deteriorate living conditions of the space. Temperature at interior surface of exterior structural materials may be maximum 3° C less than the temperature at the space. If there is a greater variance, element deteriorates living conditions of inner space with air flow and heat radiation at its surface. On the other hand, relative moisture increase rapidly within a short period with activities such as meal cooked in the kitchen, having a bath, making sport. Heavy moisture, which discomforts people, cannot always be removed by air circulation. This results in energy loss of heated space. In such cases, structural materials, whose vapour diffusion is low such as reinforced curtain wall, deteriorate space conditions. Partial absorption of moisture from wall and its return within time provides comfort (See, Figure 3.9).

Many diseases such as rheumatism, allergy, skin fungus, cancer, tuberculosis and fatigue either start or develop with the effect of space. Factors such as properties of materials, temperature-moisture balance (Sec. 3.4, Table 3.7.B) are significant for human health.

Pek çok endüstriyel yapı malzemesi kısa zaman önce piyasaya sunulmuştur. Bunların üretiminde veya korunmasında kullanılan kimyasalların insan sağlığına zararları tartışılmaktadır. Asbest lifleri, radon gazı, sentetik reçineler, solventler, radyoaktif malzemeler vb. “Yapı Biyolojisi”nin araştırma konuları arasındadır.

Many industrial structural materials have been introduced to the market recently. Chemicals used for the production or for the protection of these materials have been long discussed in terms of their effect on human health. Asbestos fibres, radon gas, synthetic resins, solvents, radioactive materials etc. are among the research fields of “Structure Biology”.

TABLO 1.1.B. EKOLOJİ Çevreye Saygı

TABLE 1.1.B. ECOLOGY Respect for Environment

Çevre; bitki örtüsü, atmosfer, su kaynakları ile bir bütündür. İnsan bir yandan bu doğal çevrenin, diğer yandan da dünyanın merkezinden ve uzaydan gelen mikro dalgaların oluşturduğu çevrenin bir parçası olarak yaşar. Çevredeki değişimler (örn.:mikro dalga değişimi-kanser) insan sağlığını tehdit etmektedir. İnsanların hayatlarını sürdürebilmeleri için çevrenin korunması gerekir.Şehir ve bölge düzeyinde tabiatın değiştirilip iskan edilmesi kontrol edilmeli, yeraltı ve yerüstü su kaynaklarının tüketilmesi veya yanlış kullanılması, bitki örtüsü ve içindeki canlıların tahrip edilmesi, katı ve sıvı atıklarla çevrenin kullanılamaz hale gelmesi önlenmelidir.

Environment is an integral with flora, atmosphere and water resources. People live as a part of both this natural environment and environment created by microwaves coming from the centre of Earth and Airspace. Changes in the environment (such as changes in micro waves- cancer) threaten human health. It is necessary that environment be protected for survival of humans. Change and settlement in nature should be controlled and consumption and misuse of underground and surface water, demolition of flora and living creatures within it and the process in which environment becomes unusable due to solid and liquid wastes should be prevented.

Enerji

Energy

Konut yapımında kullanılan her malzeme, ham maddeden yapı malzemesine dönüşürken, ayrı miktarlarda enerji kullanılır(örn.: alçı 120°C’da, çimento 1200°C’da fırınlanır). Ham malzemenin fabrikaya taşınması, şantiyeye taşınması, binayı oluşturması için ener-

When each material used in buildings is transformed from raw material into structural material, it uses different amount of energy (for example, gypsum is baked at 120°C and cement is baked at 1200°C). Energy is required for transport of raw material to factory and

ji gereklidir. Yapı, kullanım sırasında konfor şartlarını sağlamak için ısınma enerjisi kullanan sektördür. Konut sektörü; malzeme üretimi, yapı üretimi ve kullanımı aşamaları ile en fazla enerji kullanıcısıdır. Sistemde yapılacak en küçük tasarruf, bireylerin ve ülkenin enerji bütçesini küçültecek, ülkenin geriye dönüşü olmayan kaynaklarının (örn.: fosil yakıtlar) korunmasını sağlayacaktır.

Enerji konusunda, tasarrufun yanı sıra en büyük kazanç “geri kazanılma“ ile sağlanabilir. Geri kazanılma, “üretim prosesleri“ veya “yapı kullanımı” sırasında atıklardaki enerjiden (örn.: kullanılmış su, kullanılmış hava) yararlanılması anlamına gelir. Enerjiye dönük bir diğer çalışmalar, güneş enerjisi gibi alternatif enerji kaynaklarının konut sektöründe cesaretlendirilmesidir.

Zararlıları Azaltmak

Konut sektörü, yapılar için çok fazla dünya kaynağı kullanır. Bir bina için tonlarca doğal malzeme işlem görüp yapı malzemesine dönüşür. Dönüşüm sırasında her malzeme ayrı miktarda enerji kullanır. Proses sırasında doğayı, atmosferi, su kaynaklarını kirletir.

Ayrıca ham malzeme temini, proses ve kullanım sırasında insan sağlığını etkileyen “zararlı veya zehirli” (örn.: radyoaktif hammaddeler) işlem veya malzeme bulunmamasına dikkat edilmelidir.

to site and for constructing the building. Construction is the sector, which uses heat energy for providing comfort conditions during usage. Housing sector uses energy most with its phases such as material production, building production and usage. The least savings to be realized in the system will reduce energy budget of both individual and country and protect non-recyclable resources of the country (such as fossil fuels).

In addition to savings, the greatest profit can be obtained through “recycle”. Recycle means benefiting from energy in wastes emerging during “production processes” and “building usage”. Other researches on energy encourage alternative energies such as solar energy in housing sector.

Minimizing Harmful Materials

Housing sector consumes world's resources for buildings at a high level. Tones of natural resources are processed and transformed into structural materials for each building. Each material uses separate amounts of energy during the transformation. It contaminates nature, atmosphere and water resources during the process.

It should be paid attention to that “harmful or toxic” (such as radioactive raw materials) processes or materials, which affect human health, are not involved in the process or usage.

TABLO 1.1.C. YAPILABİLİRLİK

Toplu konut için yapılabirlik; ekonomik anlamlılık, teknolojik yapılabirlik, kullanıcının sosyo-kültürel ihtiyacı ve kullanım dönemi gereklilikleri olarak belirlenebilir. Buradaki kavramların önemleri ve ağırlıkları eşdeğerdir. Teknik olarak yapılabirilen ama yüksek maliyeti olan bir üretim, toplu konut için anlamlılığını kaybeder. Diğer yandan konutun kullanım dönemindeki bakım onarım periyodu, giderleri ve gerektirdiği teknik en aza indirilmelidir.

1.3 KONUT İÇİN KERPIÇ YAPININ UYGUNLUĞUNUN DEĞERLENDİRİLMESİ

Her türlü konut yapısının ömrü; “ham malzeme temini, malzeme üretimi, eleman üretimi, inşaat, kullanım, bakım-onarım, atık oluşturma, başlangıca dönüş” evrelerinden meydana gelir.

Dünyada meydana gelen çevre kirliliği, bunun insan geleceğini tehlikeye sokması, bilinçsiz yapılaşma sonucu son derece sağlıksız iç mekan şartlarının oluşması konut sektöründe “yeni yapılaşma hedefi”ni “sağlıklı yapılar” olması yönünde zorladığı yukarıda belirtilmiştir. Yine yukarıda sağlıklı yapılar denildiği zaman; “kullanıcı sağlığının korunması, enerjinin korunması, çevrenin korunması, zehirli maddelerin aza indirilmesi, yapılabirlik” kavramlarının tanımları yapılmıştır. Kullanılacak herhangi bir yapı türünün toplu konuta uygunluğunu

TABLE 1.1.C. AFFORDABILITY

Affordability for housing sector can be defined as economy, technological affordability, socio-cultural requirements as well as usage requirements of user. The importance and stress of these concepts are equal. A production which can be technologically constructed but is expensive loses its meaning for mass housing. On the other hand, maintenance-renovation period of building in usage period, expenses and the required technique should be minimized.

1.3 EVALUATION OF CONFORMITY OF ADOBE CONSTRUCTION FOR BUILDING

Lifecycle of all sorts of building is composed of “procurement of raw material, production of material, production of element, construction, usage, maintenance-restoration, composing wastes, returning to the beginning”.

Environmental pollution occurring in the world, the fact that it endangers human future, creation of highly unhealthy inner space conditions as a result of unconscious construction urged “new construction target” in the housing sector to be “healthy buildings”, which has been stated above. When healthy buildings are mentioned, concepts such as “protection of occupant health, protection of energy, minimizing harmful materials, affordability” have been defined. Evaluation methodology is used for determining conformity of any building type to mass

belirlemek amacıyla değerlendirme metodolojisinden yararlanılır [5]. Yapının “sağlıklı yapılar” felsefesine uygunluğunu değerlendirmek amacıyla “konut yapısı ömür - süreci ” ile “sağlıklı yapılar gereklilikleri ” nden oluşan bir matris hazırlanmıştır (Tablo 1.2).

Bu matrise göre konut yapısı aşamalarının sağlıklı yapılar gerekliliklerine uygunluğu zararlı (-) ve yararlı (+) olarak değerlendirilecektir. Matrisi kullanma örneği olarak, betonarme perdelerden oluşan bir yapı seçilirse;

A satırı ve 2 kolonu aşamasında uygunluğun değerlendirilmesi:

A2 - Ham malzeme temini / Enerjinin korunması.

Yapıda çok miktarda çimento ve inşaat demiri kullanılır. Çimento ve demirin, üretilmesi sırasında diğer malzeme üretimlerine kıyasla çok enerji tüketmesi sebebiyle (-) puan alacaktır.

A satırı ve 3 kolonu aşamasında uygunluğun değerlendirilmesi:

A3 - Ham malzeme temininin / çevre ilişkisi.

Çimento ve çeliğin üretilmesi sırasında, geriye dönüşü olmayan kaynakları tüketmesi, katı ve gaz atıkları ile çevreyi kirlenmesi sebebiyle (-) puan alacaktır.

Matrisi kullanarak kerpiç yapının insan ve çevre yükü açısından değerlendirmesini yapacak olursak:

housing [5]. The following matrix composed of “building life- process” and “requirements of healthy buildings” is prepared to evaluate conformity of the building to “ healthy buildings ” principle (Table 1.2).

According to matrix, conformity of building phases with the requirements of healthy buildings will be evaluated as harmful (-) and beneficial (+). If a building composed of reinforced curtain walls is selected as an example for matrix,

Evaluation of its conformity at the phase of Line A and 2nd column:

A2- Procurement of raw material/ Protection of Energy.

Cement and construction irons have been heavily used in the building. It will get (-) point since cement and iron consume more energy than other material productions during their productions.

Evaluation of its conformity at the phase of Line A and 3rd column:

A3- Procurement of raw material and environment relation.

It will get (-) point since cement and steel consume non-recyclable resources during their production and contaminate environment with solid and gas wastes.

If conformity of adobe building is evaluated in relation to humans and environmental load by using the matrix:

DEĞERLENDİRME MATRİSİ EVALUATION MATRIX						
Konut Ömrü-Süreç Building Life-Process	Hedefler Targets	Kul- lanıcı Sağlığı Occu- pant Health	Enerjinin Korun- ması Protection of Energy	Çevrenin Korunması Protection of Environ- ment	Zehirlileri Aza İndirme- si Minimizing Harmful Ma- terials	Yapılabil- irlik Affordabil- ity
		1	2	3	4	5
Ham malz. Temini Procurement of Raw Material	A					
Malzeme Üretimi Material Produc- tion	B					
Eleman Üretimi Element Produc- tion	C					
İnşaat Construction	D					
Kullanım Usage	E					
Bakım + onarım Maintenance + Renovation	F					

Tablo 1.2 Kerpiç Yapının İnsan ve Çevre Yüğü Açısından Değerlendirilmesi
Table. 1.2 Evaluation of Adobe Building in relation to Humans and Environmental Load

**TABLO 1.2. A. HAM MADDE
MALZEME TEMİNİ**

**TABLE 1.2. A. PROCUREMENT
OF RAW MATERIAL**

**A1 - Ham malzeme temini /
İnsan sağlığı**

**A1 - Procurement of raw
material / Human health**

Ham malzeme üretimi inşaata yakın bir yerden uygun toprağın kazılması ve şantiyeye taşınmasından ibarettir. Toprak hazırlama faaliyetleri, alçı ve kireç fabrika işlemleri, insan sağlığına zarar vermez. Fırınlama atıkları azdır (+).

Procurement of raw material only consists of excavation of appropriate soil from a place near the construction and its transport to construction site. Soil preparation activities as well as factory processes of gypsum and lime do not endanger human health. Wastes from burning are scarce (+).

A2 - Ham malzeme temini / Enerjinin korunması

Ham malzeme olan toprak için sadece kazı enerjisi, alçı ve kireç için diğer malzemelerden düşük pişirme enerjisi yeterlidir. İnşaata taşınan en büyük hacimli malzeme, duvar malzemesidir. Toprak çok yakından şantiyeye taşındığı için nakliye enerjisi en azdır (+).

A3 - Ham malzeme temini / Çevrenin korunması

Pişirme enerjisi az olduğundan atık ile kirletmesi diğer taşıyıcı yapı malzemelerine göre en düşüktür (+).

A4 - Ham malzeme temini / Zehirli ve zararlıların azaltılması

Bazı yapı malzemelerinde solvent, asbest lifi v.b. insana zehirli veya zararlı maddeler bulunabilir. Kerpiç doğal ve insan sağlığına uygundur (+).

A5 - Ham malzeme temini / Yapabilirlik

Malzeme yakın çevreden para ödmeden temin edilir. Ayrıca dökme malzeme olduğu için yüklerken ve boşaltırken istifleme işçiliği gerektirmez. Damperli kamyonla boşaltılır (+).

A2 - Procurement of raw material / Protection of energy

Only excavation energy for soil, a raw material, and lower drying energy for gypsum and lime are sufficient. The greatest voluminous material in the construction is wall material. Since soil is transported from a near neighbourhood to construction site, transportation energy is very low (+).

A3 - Procurement of raw material / Protection of environment

Since its drying energy is low, the value obtained from pollution due to wastes is lower compared to other load-bearing construction materials.

A4 - Procurement of raw material / Minimizing toxic and harmful materials

Materials such as solvents, asbestos fibres etc., which are toxic or harmful for human, may exist in some construction materials. Adobe is natural and appropriate for human health (+).

A5 - Procurement of raw material / Affordability

Material can be obtained from near neighbourhood without spending money. Besides, it does not require stacking workmanship during loading and off-loading since it is bulk material. It is discharged through dumper truck (+).

TABLO 1.2.
B. MALZEME ÜRETİMİ
(KARIŞIMIN HAZIRLANMASI)

**B1 - Malzeme üretimi /
İnsan sağlığı**

Taşıyıcı duvar inşaatında kullanılan alçı katkıli kerpiç yapı malzemesinin hazırlanması, ham malzemelerin şantiye mikserinde karıştırılmasından ibarettir. Bu işlem sırasında insan sağlığını etkileyecek iş veya malzeme yoktur (+).

**B2 - Malzeme üretimi /
Enerjinin korunması**

Harç hazırlama aşamasında betoniyer işi dakikalar mertebesinde olduğu için son derecede az enerji kullanılır (+).

**B3 - Malzeme üretimi /
Çevrenin korunması**

Harcın hazırlanması aşamasında çevreye zararlı malzeme veya işçilik yoktur (+).

**B4 - Malzeme üretimi / Zehirlilerin
ve Zararlıların aza indirilmesi**

Karışımın hazırlanması aşamasında herhangi bir zehir veya zarar bulunmaz (+).

**B5 - Malzeme üretimi /
Yapılabilirlik**

Kerpiç yapı malzemesi, malzeme temini yöresel kaynaklara dayanan, işçiliği kolay anlaşılan, ham malzeme ve işçilik maliyetleri düşük olan bir malzemedir (+).

TABLE 1.2.
B. MATERIAL PRODUCTION
(PREPARATION OF THE MIXTURE)

**B1 - Material Production /
Human Health**

Preparation of gypsum stabilized adobe material used in the construction of load-bearing wall involves only mixing raw materials in site mixer. During this process, works or materials, which may affect human health negatively, are not involved(+).

**B2 - Material Production /
Protection of Energy**

Since concrete mixing process is completed within minutes during mortar preparation phase, hardly any energy is used (+).

**B3 - Material Production /
Protection of Environment**

Environmentally hazardous materials or workmanship do not exist in mortar preparation phase (+).

**B4 - Material Production /
Minimizing Toxic and harmful materials**

Any toxic or harmful material does not exist in mixture preparation phase (+).

**B5 - Material Production /
Affordability**

Adobe material is a material whose procurement is based on local resources, workmanship can be easily conveyed and raw material and workmanship costs are low (+).

TABLO 1.2.
C.ELEMAN ÜRETİMİ
(DUVARIN DÖKÜLMESİ)

**C1 - Eleman üretimi /
Kullanıcı sağlığı**

Eleman üretimi aşamasında mikserde hazırlanan harcın endüstriyel duvar kalıbına dökülmesi ve tokmaklanmasından ibarettir. İşlem makina veya insan eliyle yapılabilir. İnsan sağlığına zararlı malzeme veya işlemi yoktur (+).

**C2 - Eleman üretimi /
Enerjinin korunması**

Kalıba yerleşen harcın sıkıştırılma işleri mekanik yapıldığında çok kısa sürede tamamlanır. Bir mikser hazırlanması 2 dakikadır. Elektrik enerjisi ihtiyacı çok düşüktür (+).

**C3 - Eleman üretimi /
Çevrenin korunması**

Kalıpta şekil verilen harcın dökülme ve sıkıştırma aşamalarında çevre kirliliği yaratan malzeme veya işlem yoktur (+).

C4 - Eleman üretimi / Zehirli ve Zararlıların aza indirilmesi

Harcın kalıba dökülmesi ve yerleştirilmesi sırasında zehirli veya zararlı malzeme veya işlem yoktur (+).

TABLE 1.2.
C.ELEMENT PRODUCTION
(WALL CASTING)

**C1 - Element Production /
Human Health**

It is composed of casting mortar, which has been prepared in the mixture during element production, into wall mould and ramming. This process can be performed either manually or by machine. Materials or works that are harmful for human health do not exist (+).

**C2 - Element Production /
Protection of energy**

When compression of mortar, which has been placed into the mould, is performed mechanically, it is completed within a short time. Preparation of mixture lasts 2 minutes. Electrical energy requirement is very low (+).

**C3 - Element Production /
Protection of environment**

Materials or works contaminating the environment do not exist during casting and compression of mortar, which is given a shape in the mould (+).

C4 - Element Production / Minimizing Toxic and Harmful Materials

Materials or works that are toxic or harmful do not exist in casting or placing mortar in the mould.

C5 - Eleman üretimi / Yapabilirlik

Eleman üretimi endüstriyel kalıp, mekanik veya manuel sıkıştırma işlemleri teknoloji ve fiyat açısından uygundur (+).

C5 - Element Production / Affordability

Element production, industrial mould, compression processes either manually or by machine are suitable in terms of technology and costs (+).

TABLO 1.2. D.İNŞAAT AŞAMASI

D1 - İnşaat aşaması / Kullanıcı sağlığı (İnsan Faktörü)

Kerpiç şantiyesi, tamamı insan gücü ile yürütülecek teknoloji seviyesindedir. Ancak emekten tasarruf kısa zamanda çok iş üretilmesi veya işin hızlandırılması gibi gereklilikler varsa mikser, bant konveyör, mekanik kompaktör gibi araçlar şantiyede kullanılabilir. Diğer geliştirilmiş kerpiç şantiyelerinde bu tür araçlar, toprak işleyebilecek, yani toprağın yapısına, özelliğine uyarlanmış patentli araçlar iken, bu çalışmada harcın özelliği geliştirilerek üniversal inşaat makinalarının kullanılabilirliği sağlanmıştır. Makinalarla yürütülen kerpiç şantiyesinde insan sağlığı ve insan enerjisi korunmuştur (+).

TABLE 1.2. D.CONSTRUCTION PHASE

D1-Construction Phase / Occupant Health (Human Factor)

Adobe construction site can be completely carried out by manpower. However, if there are requirements such as reduction in workmanship, overwork within a short period and acceleration of work, instruments such as mixer, belt conveyor and mechanical compressor can be used in site. While such instruments are proprietary tools, which can process soil (namely, are adapted to structure of soil), universal construction machines could be used in this research since properties of mortar have been developed. Adobe construction site together with machines have protected human health and human energy(+).

D2 - İnşaat aşaması / Enerjinin korunması

Mekanizasyon ile yürütülen kerpiç şantiyesinde işlem süreleri kısa olduğundan enerji tüketimi de çok azdır (+).

D2-Construction phase / Protection of energy

Since process periods are short in adobe construction sites, which are performed with mechanization, energy consumption is very low (+).

**D3 - İnşaat aşaması /
Çevrenin korunması**

İnşaat aşamasında çevreye zararlı ve kirlenici atıklar bulunamaz (+).

**D4 - İnşaat aşaması / Zehirlilerin
ve Zararlıların aza indirilmesi**

İnşaat yürütülürken, işçiler ve çevre için zararlı veya zehirli bir malzeme veya işlem yoktur (+).

**D5 - İnşaat aşaması /
Yapılabilirlik**

Kerpiç şantiyesindeki teknoloji ve giderler diğer yapı türlerine göre daha azdır (+).

**D3 - Construction phase /
Protection of energy**

There are no environmentally hazardous or contaminating wastes in construction phase(+).

**D4 - Construction phase / Mini-
mizing toxic and harmful materials**

Materials or works that are harmful or toxic for workers and environment do not exist in construction (+).

**D5 - Construction phase /
Affordability**

Technology and costs are lower than other construction materials in adobe site (+).

TABLO 1.2. E.KULLANIM

**E1 - Kullanım aşaması /
Kullanıcı sağlığı**

Kerpiç yapının kullanımı aşamasında ısı-nem dengesi, ses düzeyi, yangın korunumu, zararlı ve zehirli maddelerin bulunmayışı ile insan sağlığına en uygun yapıdır (+). (Bazı çağdaş malzemelerin sağlığa zararı görülmekte ve piyasadan kaldırılmaktadır.)

TABLE 1.2. E.USAGE

**E1 - Usage Phase /
Occupant Health**

Adobe construction is the most suitable building for human health with its temperature-moisture balance, sound level, fire-resistance and non-existence of toxic and harmful materials (+). (Some modern materials are found to be harmful for human health and are removed from the market).

E2 - Kullanım aşaması / Enerjinin korunması

Kerpiç yapı malzemesinin ısı iletkenliği az olduğundan duvarlardan harcanan ısı kaybı da azdır. Bu ise yapının kullanım sürecinde enerji tasarrufu sağlamaktır (+).

E2 - Usage Phase / Protection of energy

Since thermal conductivity of adobe material is low, thermal loss in walls is also low. This provides energy conservation during usage phase of the building (+).

E3 - Kullanım aşaması / Çevrenin korunması

Kullanım sırasında az enerji kaybeden yapıda doğal olarak daha az yakıt kullanılacaktır. Böylelikle bir yandan kerpiç yapılarda ısınma yakıtına bağlı olarak katı ve gaz atıklar azalmış olacak, diğer yandan orman bölgesi yerleşmelerde kaçak orman kesimleri de önlenilecektir. Dünyanın geriye dönüşü olmayan fosil yakıtlarının kullanımı azalacaktır (+).

E3 - Usage Phase / Protection of environment

Naturally, lower amounts of fuel will be consumed in a building, which loses lower energy during usage. Thus, on the one hand, solid and gas wastes will be reduced depending on fuel in adobe buildings and on the other hand, illegal tree cuttings in forestry settlements will be prevented. Use of non-recyclable resources of the world will reduce(+).

E4 - Kullanım aşaması / Zehirlilerin ve zararlıların aza indirilmesi

Kullanım sırasında insan sağlığı olumsuz etkileyen zehirli ve zararlı yoktur (+).

E4 - Usage Phase / Minimizing toxic and harmful materials

Toxic and harmful materials, which may affect human health negatively, are not used during usage (+).

E5 - Kullanım aşaması / Yapılabilirlik

Kullanma süreci içerisinde , kullanıcıya uygun, bakım onarım açısından kolay ve ekonomiktir (+).

E5 - Usage Phase / Affordability

It is appropriate for occupant and easy and economic in terms of maintenance and renovation during usage (+).

**TABLO 1.2. F.BAKIM
+ ONARIM**

Kerpiç duvar boya ve kaplamalarında veya duvar bünyesinde meydana gelebilecek hasar konuları 1. Deneme yapısında 1983'ten bu yana gözlenmektedir. Dış duvar sıvası 8 sene hasarsız dayanmış, banyodaki su tesisatı kaçağından duvar nemlenmiş, fakat dökülmemiştir. İç sıvalarda hiçbir bozulma yoktur.

**F1 - Bakım + Onarım /
Kullanıcı sağlığı**

Bu belirlemelere göre kullanıcı sağlığına olumsuz bir etki yoktur (+).

**F2 - Bakım + Onarım /
Enerjinin korunması**

Duvar kaplama ve bünyede enerji korunumunu değiştiren bir etken yoktur(+).

**F3 - Bakım + Onarım /
Çevrenin korunması**

Duvar bünyesi veya kaplamalarında yapılacak bakım veya onarım çevre yükü vermez (+).

**F4 - Bakım + Onarım / Zehirlilerin
ve zararlıların aza indirilmesi**

Duvar bünyesi ve kaplamaları malzemesi ve uygulamasında zehirli ve zararlı yoktur.

**TABLE 1.2. F.MAINTENANCE
+ ENOVATION**

Damages, which may occur in adobe wall paintings and coverings or wall itself, "have been observed in 1st case-research building since 1983. Exterior wall plaster has survived for 8 years and wall has absorbed moisture from plumbing in the bathroom but has not fallen off. Interior plasters are not damaged.

**F1 - Maintenance + Renovation
/ Occupant Health**

According to these determinations, it does not have a negative effect on health (+).

**F2 - Maintenance + Renovation
/ Protection of energy**

There is not any factor changing energy protection in wall texture or plasters (+).

**F3 - Maintenance + Renovation
/ Protection of environment**

Maintenance and renovation to be performed in wall and its coverings will not generate environmental load (+).

**F4- Maintenance + Renovation /
Minimizing toxic and harmful materials**

Toxic and harmful materials or applications are not carried out in wall and its coverings.

F5 - Bakım + Onarım / Yapılabilirlik

Duvar bünyesi ve kaplamalarında , bakım ve onarım gereği, stabilizasyondan sonra aza indirilmiştir. Teknoloji ve maliyet açısından da minimumdur (+).

TABLO 1.2. G.BAŞLANGICA DÖNÜŞ VEYA ATIK OLUŞUMU

Yapılar fonksiyonları değiştiği zaman, servis ömürleri bittiğinde, rant sağlamak amacıyla veya doğal afetlerle yıkılırlar. Yapıların yıkılması ile yok edilemeyen çok miktarda katı atık meydana gelir. Bazı yapı malzemeleri ise rejeneri edilebilirler, yani kullanılabilir malzemeye dönüştürülebilirler. Kerpiç duvar malzemesi diğer duvar malzemelerinde rastlanmayacak şekilde tabiata geri döner veya yine duvar malzemesi olarak kullanılabilir.

G1-Başlangıca dönüş / Kullanıcı sağlığı

Kerpiç duvar, yıkım sırasında işlemi yapanlara zarar vermez, asbestli inşaatlarda olduğu gibi söküm sırasında sağlık önlemi alınması gerekmez (+).

G2-Başlangıca dönüş / Enerjinin korunması

Kerpiç duvarın yıkılması bu günkü inşaat makinaları kullanıldığında çok az enerji gerektirir (+).

F5- Maintenance + Renovation / Affordability

It is reduced after stabilization due to maintenance and renovation in wall and its coverings. It is minimum in terms of technology and costs (+).

TABLE 1.2. G.RETURNING TO THE BEGINNING OR WASTE

Buildings are demolished when their functions change and their service life is over or to provide profit or due to natural disasters. Large amounts of nonperishable solid wastes emerge with the demolition of buildings. Some construction materials can be regenerated; in other words, can be transformed into usable materials. Adobe material returns to nature more than other wall materials and can be used as wall material once again.

G1-Returning to the Beginning / Occupant Health

Adobe wall does not give damage to person performing demolition transaction. It is not necessary that health measures be taken during disassembly as in asbestos construction (+).

G2-Returning to the Beginning / Protection of energy

Demolition of adobe wall requires hardly any energy when current construction machines are used (+).

G3-Başlangıca dönüş / Çevrenin korunması

Kerpiç duvar malzemesi yıkıldıktan sonra tamamen doğaya döner veya istenirse yapı malzemesi yapılabilir (+).

G3-Returning to the Beginning / Protection of environment

Adobe material returns completely to nature after demolition or can be transformed into construction material, if preferred (+).

G4-Başlangıca dönüş / Zehirli- lerin ve zararlıların azaltılması

Yapının yıkım aşamasında zehirli veya zararlı yoktur (+).

G4-Returning to the Beginning/ Minimizing toxic and harmful materials

There are no toxic or harmful materials during the demolition of adobe wall (+).

G5-Başlangıca dönüş / Yapılabilirlik

Kerpiç duvarın başlangıca dönüştürülmesi karmaşık teknoloji gerektirmez, maliyeti düşüktür (+).

G5-Returning to the Beginning / Affordability

Returning adobe wall to the beginning does not require complex technologies and its cost is low (+).

Matris incelemesinde görülmektedir ki, kerpiç yapı bugün ve gelecekteki konutlaşma beklentilerine uygun bir yapı malzemesi ve sistemidir. Bu değerlendirmeyi taşıyıcısı betonarme, tuğla, ahşap, çelik olan konut yapıları için tekrarlayacak olursak bu kadar olumlu sonuçlara ulaşamayız.

It can be seen in the matrix examination that adobe building is an appropriate construction material and system for current and future housing expectations. If this evaluation is to be conducted for buildings whose load bearing material is reinforced concrete, brick, timber or steel, such positive results cannot be obtained.

Günümüzde konut yapma hedefleri insan ve çevre kriterlerine ağırlık vermiştir. Kerpiç yapının insan sağlığı ve çevreye yararları göz önünde bulundurulurken 622 no'lu araştırma ile kerpicin işlenebilirliği iyileştirilmiş, toplu konut sektörünün yararlanmasına sunulmuştur.

Current housing targets attach importance to human and environment. Considering benefits of adobe building for human health and environment, the research number 622 has improved workability of adobe and it is offered to the utilization of mass housing.

1.4 KERPIÇ YAPILARIN İYİLEŞTİRME ALANLARI

Kerpiç yapı teknolojisini toplu konutta yararlı hale getirebilmek için, dünyada en çok kullanılan bu yapı malzemesinin neden dünyada ve yurdumuzda yerini endüstriyel yapı malzemelerine terk ettiği konusunda gerekçeleri teşhis etmelidir.

İnsanlar endüstriyel yapı malzemeleri ile inşa edilen yapılarda daha iyi yaşanacağını zannetmektedirler [6].

Ancak biliyoruz ki yüksek teknoloji ile üretilen yapı malzemeleri dahi elemana dönüştükleri zaman elemanın yüklenmesi gereken bütün görevleri yerine getiremezler.

Bir çok malzemeden oluşan katmanların detaylanması gerekmektedir. Mesala betonarme perde ile oluşturulmuş bir mekanda, mekan ısısının korunması; ayrıca duvar iç yüzey sıcaklığının yeterli ve gerekli düzeyde olması için duvar izolasyonu ilave edilmelidir.

Bu ise ayrı bir malzeme ve işçilik maliyetini beraberinde getirir. Bu ilavelerden sonra mekanda bağıl nem dengesi bozulur. Çünkü ısı izolasyonu, yalıtım değerini kaybetmemesi için, buhar geçirimsiz bir katman ile mekan yönünde korunmalıdır.

Bu durumda “taşiyıcı betonarme duvar + ısı izolasyon malzemesi ve işçiliği + buhar geçirimsiz katman ve işçiliği” yan yana kullanılmış olmakla beraber

1.4 THE IMPROVEMENT FIELDS OF ADOBE BUILDINGS

In order to make adobe building technology applicable for the mass housing, it must be determined why this most used construction material was replaced by industrial construction materials in the world and in our country.

It is assumed that people live more comfortably in buildings constructed by industrial materials[6].

But we know that, even construction elements produced by appropriate technology cannot fulfill all duties that elements should undertake.

Layers, which are composed of many materials, must be detailed. For instance, in a space formed by reinforced concrete wall, in order to maintain thermal value of the space and to keep temperature of interior surface of the wall at an adequate and required level, wall isolation must be added.

This brings together an extra cost of material and labor. After these additions, relative humidity balance in the space is spoiled. Since heat isolation must be maintained in the direction of the space, together with a vapor barrier layer so as not to lose its isolation value.

In this case, although “load bearing reinforced concrete wall + heat isolation material and workmanship + vapor impermeable layer and workmanship” will

mekandaki bağıl nemin konfor düzeyinde tutulamayacağı görülmektedir. Kerpiç duvar ise “taşıyıcılık + ısı yalıtımı + ısı depolama + buhar difüzyon değeri” ile yapının taşıyıcılık ve koruyuculuk görevlerini, konfor şartlarını dahi sağlayarak, tek başına yerine getirir.

Ancak geleneksel kerpicingin zayıf olduğu noktalar bu malzemenin gözden düşmesine sebep olmaktadır. Tablo 1.3 da kerpicingin zayıf olduğu “sınırlayıcı özellikler”, araştırmalar (MAG505 ve TEZ’84) ile sağlanan “iyileştirilmiş özellikler” ile karşılaştırılmıştır.

Yapı performansı bölümünde (sayfa.130) kerpiç yapının özellikleri daha geniş incelenmiştir. Kerpiç yapının bugün kısıtlı kullanılmasının nedenleri ve iyileştirme yönleri aşağıdaki başlıklar altında derlenebilir:

be used altogether; it is seen that the relative humidity in the space will rise over the comfort level. However, adobe wall with “load-bearing + heat insulation + heat conservation + vapor diffusion value”, provides the load-bearing and protection tasks and even comfort conditions of the building alone.

Still, inadequate aspects of traditional adobe have resulted in disfavor of this material. “Limiting characteristics” and “improved characteristics” of adobe, which have been obtained as a result of researches (MAG505 and TEZ’84), are compared in Table 1.

Characteristics of adobe construction have been examined in further detail in the section regarding building performance (see page.130). The reasons why adobe construction is used limitedly and improvement methods can be compiled under the following headings:

SINIRLAYICI ÖZELLİKLER <i>LIMITING CHARACTERISTICS</i>		
Geleneksel Kerpiç Yapı <i>Traditional Adobe Building</i>	Alker-MAG 505 ; TEZ'84 ve 622'95 <i>Gypsum MAG 505 ; TEZ'84 and 622'95</i>	
1	Su ile karşılaşınca şişme,dağılma <i>Swelling and dispersing when meets water</i>	Servis ömrü içinde tesisat kaçağından dahi dağılmamıştır <i>It hasn't dispersed within the service life even from the installation leakage.</i>
2	Düşük mukavemet <i>Low Resistance</i>	2,8-4,5 N/mm² (sınır 2 N/mm²) <i>2,8-4,5 N/mm² (Standards 2 N/mm²)</i>
3	Yüzey tozlanması,bozulma <i>Surface dusting, spoiling</i>	Tozlanmayan, dayanıklı yüzey <i>No dusting, enduring surface</i>
4	Ömrünün kısa olması,bakım istemesi <i>Short duration,needs maintenance</i>	8 sene sonra 1 cephe sıva istedi <i>8 years of plaster duration</i>
5	Rötre problemi <i>Shrinkage problem</i>	%1,5'e indirilmiştir <i>Reduced to %1,5</i>
6	Kerpiç kesme :yağışsız-yaz <i>Adobe production :not in rainy seasons</i>	4 mevsim üretim <i>Not limited by the seasons</i>
7	Kerpiç kurutma :yağışsız-yaz <i>Adobe drying :No rain-early in summer</i>	yok <i>No drying process</i>
8	İnşaat dönemi :yağışsız-yaz <i>Construction period :No rain-summer</i>	4 mevsim üretim <i>Not limited by the seasons</i>
9	Kerpiç kesme : uzun işçilik <i>Adobe production : long term workmanship</i>	Tokmaktama veya kesme <i>Tamping or feathering processes</i>
	Kerpiç kurutma : uzun işçilik <i>Adobe drying : long term workmanship</i>	yok <i>No drying process</i>
11	Duvar örme : uzun işçilik <i>Masonry : long term workmanship</i>	İşi yok <i>No work</i>
	Çamur hazırlama geniş alan <i>Mud preparing broad area</i>	yok <i>No mud preparing process</i>
	Kerpiç kesme geniş alan <i>Adobe production broad area</i>	Duvara döküm <i>Casting on the wall</i>
	Kurutma işleri için geniş alan <i>For drying process broad area</i>	yok <i>No drying process</i>
	Özel killi toprak bulunması <i>Special clayey earth</i>	özel killi toprak gerekmez <i>No clayey earth required</i>
	Blok yapımında geometrik kararsızlık <i>Geometric instability in block production</i>	Geometrik kararlılık <i>Geometric stability</i>
	Duvarın dışı yağıştan korunmalı <i>Exterior wall must be protected from rain</i>	Açık bırakılabilir <i>May be left open</i>

Tablo 1.3 Kerpiç Yapının İnsan ve Çevre Yükü Açısından Uygunluğunun Değerlendirilmesi
Table. 1.3 Evaluation of Adobe Building in relation to Humans and Environmental Load

1.4.1 TEKNOLOJİK

Yapı teknolojisi malzeme, işçilik, araç - gereç ve ayrıca yapının inşaatını sağlayan bilgi ve diğer katkıları içerir. Yapının iki ana görevi vardır; taşıyıcılık ve koruyuculuk. Bu iki görev kendi içlerinde ikiye ayrılırlar. 1.cisi, kendini ve insan ihtiyaçlarından doğan şeyleri güvenilir şekilde taşımak, 2.cisi ise yapı sağlığı ve insan faktörü ile ilgili sağlıklı mekanlar yaratmaktır. Teknolojinin yapıya katkısı ise, günün imkanları ile yapının bu iki görevi başarıyla yerine getirmesini sağlamaktır. Mimarlık Fakültesi'nde yapılan kerpiç teknolojisi çalışmalarının amacı; kerpiç yapının taşıyıcılık ve koruyuculuk görevlerini, günün ihtiyaçlarını karşılayacak seviyede çözmesine katkıda bulunmaktadır.

1.4.1 SOSYOLOJİK

Kerpiç yapı bir yandan avantajlı olması, diğer yandan teknolojik gelişmelerine rağmen, konut sektöründeki yerini alamamaktadır. Bunu toplumdaki sosyo-ekonomik gelişmelere bağlayabiliriz.

Yapı kurallarının unutulması

Para kazanmak için kırsal kesimden şehire gelenler inşaatlarda çalışırlar. Memleketlerine geri döndükleri zaman çalıştıkları inşaatın bilgisi ile, yani betonarme iskelet ve ince tuğla duvarlı evler yaparlar. Böylelikle kendi kültürlerinin sağlıklı yapılarına ait yapı kuralları yeni nesillere aktarılmaz.

1.4.1 TECHNOLOGICAL

Construction technology covers information about material, workmanship, tools and instruments as well as and other aspects that provide construction of a building. The building has two main functions: carrying and protection. These two functions also divide into two groups. The first is to carry reliably itself and things resulting from human requirements and the second is to create spaces for building health and human factor. Technology's contribution to the building is to ensure that the building fulfils these functions successfully with current opportunities. The aim of researches conducted in Faculty of Architecture is to contribute to adobe building to overcome carrying and protection functions at a level where current requirements are met.

1.4.2 SOCIOLOGICAL

Despite adobe construction's advantages and its technological developments, it does not hold a place in housing sector that it deserves. This can be associated with socio-economic developments in society.

Forgetting construction rules

Those coming from rural areas to urban areas in order to earn money usually work in constructions. When they return to their hometown, they build houses by using information they have obtained from construction; in other words, they build houses with reinforced concrete framework and walls made of thin brick. Thus, construction rules of healthy buildings pertaining to their own culture cannot be conveyed to new generations.

Yapı modası

Kırsal kesim insanı, şehirde endüstriyel malzemelerle yapılan yapıların içinde daha iyi yaşandığını zannederler; şehir modasına uymak veya diğer komşularına üstünlük sağlamak amacıyla binalarını kolon kiriş sisteminde yaparlar. Ancak binaların taşıma ve koruma görevleri kurallara uygun olmadığı gibi yeterli de değildir.

Kerpiçin sanayi ürünü olmayışı

Kerpiç yapı malzemesi piyasa şartlarını sağlayamadığı için “talep” konusu olmamaktadır. Bilindiği gibi sanayi ürününün “piyasa tutması”, onun ihtiyaç sahiplerine tanıtılması ile başlar. Tanıtım günümüzde bütçesi sağlanmış reklam kampanyası ile yapılabilir. Bu bütçenin reklamdan rant yapacak bir yatırımcısı olmalıdır. Bütün bu mekanizma, kerpiç yapı malzemesi sanayi ürünü ve yatırımcısı olmadığı için gerçekleşmemektedir. Toplumun bireyelerine, ülke ekonomisine ve dünya ekolojisine katkısı düşünülerek kerpiç yapının tanıtma görevini araştırmacılar yüklenmişlerdir. Bu davranış esasen “teknolojik gelişmeler” sürecinin bir halkasıdır. Çalışma, birçok dış ülkede temsil edilmiş ve yayınlara alınmıştır. Ülkemizde de uygulayıcılar için tanıtma toplantısı ve eğitim seminerleri yapılacaktır.

Construction fashion

Rural people think that they can live more comfortably in buildings made of industrial materials in cities. They build their houses in pillar-joist system so as to keep pace with urban fashion and to provide superiority over their neighbours. However, carrying and protection functions of buildings are not in compliance with rules and are inadequate.

Since adobe is not an industrial material

Adobe construction material is not in brisk “demand” since it cannot satisfy market conditions. As known, industrial material can “be in demand in the market” when it is introduced to those who need it. Introduction can be realized with advertising campaigns whose budget is provided. This budget should have an investor who will get profit from this advertising campaign. All of this mechanism cannot be materialized since adobe construction material is not an industrial material and does not have an investor. The duty of introducing adobe construction is assumed by researchers who consider the contribution of adobe to individuals of society, national economy and world ecology. This behavior is basically is a part of “technological developments” process. The research has been represented and published in many countries. Introductory meeting and education seminars will be held for applicators in our country.

1.4.3 İDARI

Kerpiç yapı uzun dönem “yöresel yapı kültürünün tekniğinden” ve “çağdaş araştırmaların güvencesinden” yararlanamamıştır. Böylelikle rastgele yapılan binalar bir yandan senelelerin tahribatına diğer yandan, (alanının %92’sinde deprem riski olan ülkemizde) deprem tahribatı ile güvenilirliğini kaybetmiştir. Üniversitemizde ulaşılan teknolojik düzeyde, kerpiç yapının üretilebilmesi için resmi makamlar tarafından ihtiyaç duyulan;

Yönetmelik

Alçılı kerpiç malzeme ile bireysel ve toplu konut yapılmak istendiğinde, kontrol ve onayları ile ilgili yönetmeliklerin hazırlanmış olması gerekir.

Standart

Kerpiç yapı teknolojisi alanında ham madde temini, malzeme ve eleman üretimi, yapının inşaatı, işçilikleri, ayrıca araç ve gereçlerini değiştiren INTAG TOKİ 622, için uygun standartın oluşturulmalıdır. Bu çalışmanın dördüncü bölümünde standartlaşmaya katkı ifade edilmiştir.

Topluma örnek sunmak

Tanımlanan sebeplerle itibarını kaybeden kerpiç yapı malzemesinin tekrar konut sektörüne kazandırılması için kerpiç yapının taşıyıcılık ve koruyuculuk görevlerini yerine getirdiğini topluma kanıtlamak gerekir [6]. Bu amaçla

1.4.3 ADMINISTRATIVE

Adobe construction has not benefited from “technique of regional building culture” and “assurance of contemporary researches” for a long time. Thus, buildings constructed randomly have lost their reliability due to damage of years as well as destruction caused by earthquake (92% of the total area of our country is under the risk of earthquake).

Regulation

When individual and mass housings are to be built with gypsum stabilized adobe material, it is necessary that regulations regarding its control and approval be prepared.

Standard

Proper standards must be established for INTAG TOKİ 622, which has changed raw material procurement, material and element productions, building construction and tools and instruments. In the 4th section of this research, the contribution to standardization will be mentioned.

Setting an example for the society

It is necessary to prove to society that adobe construction fulfils carrying and protection functions so as to bring adobe construction material back to housing sector, which has lost its reliability due to the abovementioned

araştırma grubu TEZ'84 ile 1.Deneme Yapısını INTAG TOKİ 622'95 ile 2. Deneme Yapısını hayata kazandırmıştır. 1.Deneme Yapısı 9 sene süre ile İTÜ. Rektörlüğü Ayazağa kampüsünün Ana Okulu olarak kullanılmıştır.

reasons [6]. To this end, the research group materialized 1st Case-Research Building together with TEZ'84 and 2nd Case-Research Building with INTAG TOKİ 622'95. 1st Case-Research Building was used as Kindergarten of Ayazağa Campus of ITU for 9 years.



Resim 1.1.Osmaneli Yöresi Kerpiç Konut (Kültür Mirası)
Picture 1.1. Adobe Houses in Osmaneli District (Cultural Heritage)

1.4.4 KÜLTÜR MİRASI

Yöresel yapı kültürü

Tarihteki kilometre taşları “mimari” veya “anonim mimari” eserlerdir. Bu eserler, dönemlerine ait gelişmeleri açık kütüphane gibi topluma aktarırlar; bölgesel özellikleri ile bölgenin kişiliğini yaşatırlar. Bölgelerin yapısal özelliklerini korumak kültür mirasının, bölge kimliğinin korunması demektir.

1.4.4 CULTURAL HERITAGE

Regional building culture

Milestones of the history are “architectural” and “anonymous architectural” works. These works convey the developments in their era (such as open library) to society and keep region’s identity alive thanks to their regional characteristics. Protecting structural characteristics of regions means protecting cultural heritage and regional identity.

“Globalleşme” veya “Avrupa Topluluğu” felsefesi içerisinde bu gün insanlar daha çok birbirlerine benzeceklerini zannederken, yürütülen en büyük savaş “kimlik savaşı”dır. Kimlik savaşı kültür parametrelerinin üstünlüğünü kapsar; mesela bir ülkenin lisanı veya müziği veya para biriminin diğerlerine üstün gelmesini planlar.

Her ülkenin kültür kimliğine ihtiyacı vardır. ABD'liler kızıldenizlilerden kendilerine miras kalan kerpiç yapıları, ülkenin başlangıç kültürü olarak kabul etmişler ve korumak için araştırma merkezlerini kurmuşlardır [7]. Yeni kerpiç yapıları için ise, güncel (1982) kerpiç yapı yönetmelikleri vardır. Kültür kimliğimiz ve kültür mirasımız olan “zengin kerpiç yapı varlığımız”ın korunması bir görevdir. (Resim 1.1-1.2).

Yöresel yaşama kültürü

Ülkemizde bölgelere, şehir ve kırsal kesimlere göre değişik yaşama kültürü vardır. Yaşama kültürü, özellikle insanların hayatlarını kazandıkları faaliyetten etkilenirler. Şehirde masa başı çalışması yapan insan ile kırsal kesimde sulamalı ziraat yapan çiftçinin konuttan beklemedikleri birbirinden farklıdır. Konut projelendirileceği zaman kesinlikle kullanıcı ihtiyaçlarının anketinden ve analizinden hareket edilmelidir. Kırsal kesim insanının öncelikli ihtiyacı düz-ayak bir yapı, günlük kullandığı araç gereç deposu, kışlık erzak için

While people assume that they will resemble each other more within the framework of “Globalization” and “European Community”, the greatest war is actually “identity war”. Identity war involves superiority of cultural parameters. For example, it arranges that language or music or currency unit of a country becomes superior to others.

Each country requires cultural identity. Americans acknowledged adobe buildings, which are inherited from Indians, as initial culture of the country and established research centres to protect them [7]. Contemporary adobe construction regulations exist for new adobe buildings (1982). It is a responsibility to protect “our rich adobe construction entities” which is our cultural identity and cultural heritage (Figure 1.1, Figure 1.2).

Regional living culture

Different living cultures exist in our country according to regions, urban and rural areas. Living culture is affected especially from the activity from which people earn their incomes. The expectations of a person who does desk work are different from the expectations of a farmer who performs irrigated agricultural labour in rural areas. When a house is to be designed, survey and analysis of occupant requirements should certainly be considered. Primary requirements of people in rural area are houses with plain foundations and

kiler, hayvan için ahır gibi fonksiyon alanlarıdır. Bütün bu fonksiyonları yurdumuzun her köşesinde gördüğümüz 4 katlı betonarme, toplu konutlara yerleştirmemiz akıllı bir davranış olmaz (Resim 1.5).

which also include a storage room for tools and instruments that they use, a cellar for dry food for winter and a barn for animals. Adding all of these functions to 4-storey reinforced mass housings, which we encounter in every corner of our country, will not be rational (Figure1.5).



Resim 1.2. Ege Yöresi Konut
Picture 1.2. Houses in Aegean Region



Resim 1.3. Toplumun Konut İhtiyacı (Ankara Yöresi)
Picture 1.3. Housing Requirement of Society (AnkaraRegion)



Resim 1.4. Topluma Sunulan Konut
Picture 1.4. Housing Presented to the Society



Resim 1.5. Toplu Konut Örneği
Picture 1.5. Mass Housing Example

1.5 ÇALIŞMANIN YÖNTEMİ

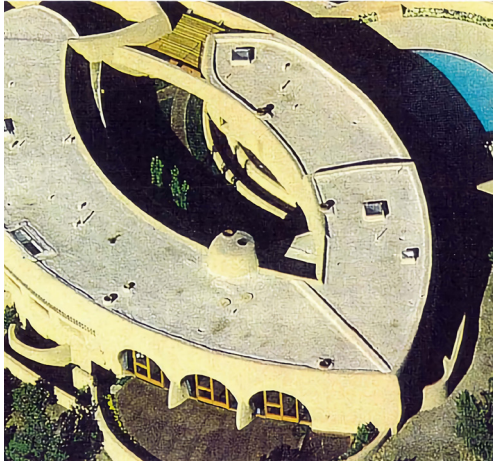
Teknoloji, kuramsal yönden gelişme yerine, ilkelerin uygulanmasına önem vermek anlamına gelir [9]. Teknoloji araştırmaları şu aşamalardan geçmelidir [10]:

- 1) Temel araştırma
- 2) Deneylerle araştırma
- 3) Uygulanarak araştırma
- 4) Deneylerle geliştirme
- 5) Demo, pilot, referans veya model yapılması
- 6) Üretim şartları araştırması
- 7) Piyasa, maliyet, kalite, standartlaştırmanın araştırması
- 8) Alıcı ve uygulayıcı şartlarının araştırılması

1.5 METHODOLOGY

Technology means attaching importance to the application of principles instead of theoretical development [9]. Technology researches should follow these stages [10]:

- 1) Basic research
- 2) Research through experiments
- 3) Research by application
- 4) Development through experiments
- 5) Creation of demo, pilot, reference or models
- 6) Determination of production conditions
- 7) Researching the market, costs, quality and standardization
- 8) Researching conditions of purchaser and applicator



Resim 1.6. Frank Llyod Wright ,Santa Fe, 1959, “Pottery House” Pueblo Revival Architecture dönemi [8]

Resim 1.7. A.B.D. de Kızılderili Yapı Kültürüne Dayanan Pueblo, Kerpiç Yapı [8]



Picture 1.6. Frank Llyod Wright, Santa Fe, 1959, “Pottery House” Pueblo Revival Architecture Era

Picture 1.7. Pueblo Adobe Building based on Red Indian Construction Culture in the USA



Resim 1.8.1.Deneme Yapısı (Dış)
Picture 1.8.1st Case-Study Building (Exterior)



Resim 1.9.1.Deneme Yapısı (iç)
Picture 1.9.1st Case-Study Building (Interior)

İTÜ Mimarlık Fakültesi'ndeki kerpiç teknolojisi araştırması 1978'den bu yana kesintisiz devam etmektedir [Ek1]. Temel araştırma aşamasında, 1980'de TÜBİTAK MAG 505 [11] ile alçılı kerpiç yapı malzemesinin özellikleri tamamlanmıştır. "Referans çalışmaları" aşamasında 1983'te yüksek lisans tez konusu olarak 1.Deneme yapısı inşa edilmiştir [12] (Resim 1.8-1.9). "Teknoloji araştırmaları" sistemi içerisinde INTAG TOKI 622 'nin yeri "Üretim şartlarının belirlenmesi" aşamasıdır. Çalışmanın yöntemi kısaca;

Adobe technology research has continued uninterruptedly in Faculty of Architecture, ITU since 1978 [Annex-1]. At basic research stage, properties of gypsum stabilized construction material are defined in 1980 through TUBITAK MAG 505 [11]. At the stage of "reference researches", 1st Case-Research Building was constructed in 1983 as the subject of postgraduate thesis [12] (Figure 1.8-1.9). The place of INTAG TOKI 622 within "technological researches" is "determination of production conditions" stage. In brief, methodology of the research is as follows:

- 1) Önceki çalışmaların incelenmesi ve sunulması,
- 2) Laboratuvar deneyleri ile malzemelerin işlenebilirliklerinin düzeltilmesi,
- 3) Şantiyede mekanizasyona uygun denemelerin yapılması ve araştırma yapısının inşaatının yapılmasıdır.

- 1) *Examination and presentation of previous studies,*
- 2) *Modification of workability of materials through laboratory experiments,*
- 3) *Conducting experiments appropriate for mechanization in site and construction of case-research building.*

1.6 SONUÇ

Konut sektörü günümüzde “sağlıklı yapı” üretimini hedef olarak kabul etmiştir. Sağlıklı yapılar dönemi bir yandan günümüzün gerçeği olan insan ve çevre sağlığını gözetmeli, diğer yandan rasyonalizasyondan vazgeçmemelidir. Kerpiç yapı sağlıklı ortam şartları yarattığı için konut olarak kullanılmaya elverişlidir. Yapı malzemesi üretimi ve yapı kullanımı aşamalarında, dünyanın ekolojik dengesini koruyan ve ülkenin enerji bütçesine katkısı olan yapı türüdür.

Konut yapımında kerpiçin tekrardan kullanılabilmesi için sosyolojik, idari, teknolojik iyileştirmelere ihtiyaç vardır. İNTAG TOKİ 622 no’lu çalışma, yapının teknolojisi alanında,

- a) Kendi konutunu yapan
- b) Toplu konut sektörü
- c) Kerpiç yapı projelendiren
- d) Kerpiç yapı onaylayan
- e) Ülke bütçesini, kültür mirasını, ekolojisini korumakla görevli yöneticiler için alçılı kerpiç yapıya uygun mekanizasyon şartlarını araştırmıştır.

1.6 CONCLUSION

Today, housing sector aims at construction of “healthy buildings”. Healthy buildings should not only consider human health and environment but also do not give up rationalization. Since adobe building creates healthy conditions, it is suitable for housing. At stages of construction material production and building occupancy, it is the construction type that protects ecology balance of world and makes contributions to national energy budget.

Sociological, administrative, technological improvements are required for reuse of adobe in housing construction. İNTAG TOKİ 622 research has researched mechanization conditions suitable for gypsum stabilized adobe construction for;

- a) Those building their own houses,*
- b) Mass housing sector,*
- c) Those designing adobe construction,*
- d) Those approving adobe construction,*
- e) Managers who are responsible for protecting national budget, cultural heritage, national ecology.*



Resim 1.10. Emlak Bankası İstanbul 1. Levent Evi
Picture 1.10. Emlak Bankası İstanbul 1. Levent House



Resim 1.11. İNTAG TOKİ 622 Kerpiç Yapı
Picture 1.11. İNTAG TOKİ 622 Adobe Building

2

ALÇI KATKILI KERPİCİN MEKANİK VE FİZİKSEL ÖZELLİKLERİ

**MECHANICAL AND
PHYSICAL PROPERTIES
OF GYPSUM STABILIZED**

2.1 GİRİŞ

Bu bölümde, alçı ile stabilize edilmiş toprak yapı malzemesinin mekanizasyona uygun işlenebilirliği incelenmiştir. Alçı ile stabilize edilmiş toprak yapı malzemesinin (Alker) “karışım türü” İTÜ Mimarlık Fakültesi kerpiç araştırmacılarının [Ek1] önceki çalışmalarından alınmıştır [11] [12].

Önceki çalışmalarda alçı oranında değişiklik yapılarak mekanik ve fiziksel özellikler geniş bir şekilde incelenmiş, bunların arasında %10 alçı katkısının iyi sonuç verdiği görülmüştür. Bu çalışmada da yeni toprak, alçı ve kireç kullanıldığı gözönünde bulundurularak alçı oranı incelemesi, daraltılmış örnekleme yoluyla tekrar yapılmış ve sonuçların paralelliği gözlenmiştir. Dolayısıyla laboratuvar ve alan çalışmalarında kullanılan toprağın kuru ağırlığının %10’u kadar alçı katkılı stabilizasyon esas alınmıştır.

2.1 INTRODUCTION

In this section, workability of gypsum stabilized adobe construction material in relation to mechanization is examined. “Mixture type” of gypsum stabilized adobe construction material (Alker) has been obtained from previous studies of ITU Faculty of Architecture [Annex-1] [11, 12].

Mechanical and physical properties have been comprehensively examined by changing gypsum rate in previous studies and it has been observed that 10% gypsum admixture gives the best result. In this research, analysis of gypsum rate of new soil is performed through limited sampling by considering that gypsum and lime are used and similarity between the results is observed. Thus, gypsum added stabilization, which is 10% of the dry weight of soil used in laboratory and field researches, is taken as the basis.

İlk aşamada; araştırmada kullanılacak olan alçı katkılı kerpiç yapı malzemesini oluşturan toprak, alçı ve kirecin özellikleri, hem daha önceki çalışmalarda hem de bu araştırmadaki saptamaları verecek şekilde özetlenmiştir.

İkinci aşamada; toprak, alçı ve kirecin oluşturduğu karışımın özelliklerine ilişkin saptamalar, gene önceki çalışmalar ve araştırma bulguları ile birarada verilmiştir. Ayrıca, nasıl bir teknoloji ile bu malzemedan en verimli sonuç alınabileceğine ilişkin belirlemeler yapılmıştır.

Sonuç bölümünde ise; deneysel çalışmalar sonucunda gerek malzemeye gerekse inşaat teknolojisine ilişkin bulgular birarada değerlendirilerek, uygulamaya yönelik bazı belirlemeler yapılmıştır.

At the first stage, properties of soil, gypsum and lime, which compose gypsum stabilized adobe construction material to be used in the research are summarized in a way to provide assignments both in previous studies and in this research.

At the second stage, assignments regarding properties of the mixture composed of soil; gypsum and lime are presented together with the results of previous studies and this research. Besides, determinations to learn with what kind of technology the best results will be obtained are made.

In conclusion section, results regarding both material and construction technology as a result of experimental researches are evaluated together and some determinations towards application are made.

2.2 HAM MALZEME DENEYLERİ 2.2 RAW MATERIAL EXPERIMENTS

Alçı katkılı kerpiç üretiminde, kullanılan malzemelere ilişkin özelliklerin belirlenmesi yapıdan beklenen performansın artırılabilmesi açısından önem taşır. Bu nedenle; çalışmanın aşamalarında kullanılan toprak, alçı ve kirece ilişkin özellikler, malzemedan olumlu sonuç elde etmek amacıyla araştırılmıştır. Daha önce bu alanda yapılmış olan çalışmalarda ve bu araştırmada elde edilen bulgular aşağıda açıklanmaktadır.

Determination of properties of materials used in gypsum stabilized adobe production are important for increasing performance expected from building. Thus, properties of soil, gypsum and lime used in the research are examined in order to obtain positive results from material. The results obtained from previous studies in this field and this research are explained below.

2.2.1 DURUMUN BELİRLENMESİ (DAHA ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE BULGULARI)

Kerpiç, pek çok kaynakta, şekillen-
dirilmiş killi toprağın havada kurutul-
ması sonucu elde edilen zayıf basınç
dayanımına sahip, suya karşı duyarlı
bir malzeme olarak tanımlanır. Yapılan
araştırmalarda ise; kerpicin gösterdiği
dayanıklılığın sadece kilin kurumması ile
sağlanmadığı, toprağın fiziksel ve kim-
yasal yapısının da kerpicin özelliklerini
önemli ölçüde etkilediği görülmüştür.

Mineral ve organik maddelerle su
ve havadan oluşan toprakta, değişik bü-
yüklükteki daneler toprağın katı kısmını
oluştururlar. Çakıl, kum, kil ve siltten
meydana gelen bu kısım “Tekstürel Par-
çalar” olarak adlandırılır [11]. Bu par-
çalar, dane büyüklüklerine bağlı olarak
1912 yılında İsveçli toprak bilgini Atter-
berg tarafından Tablo 2.1’de görüldüğü
gibi;

2.2.1 DETERMINATION OF THE SITUATION (PREVIOUS STUDIES AND RESULTS)

*Gypsum is generally defined as a wa-
ter sensitive material having low com-
pressive strength due to drying shaped
clayed soil in the air. It has been seen in
the researches conducted that strength of
adobe results not only from dehydration
of lime but also from physical and chem-
ical structure of soil.*

*Grains in various sizes within soil,
which is composed of mineral and or-
ganic materials as well as water and
air, form solid part of soil. This part is
composed of gravels, sand, clay and silt,
which are called “Structural Particles”
[11]. These particles are classified by
Swedish soil expert Atterberg in 1912
according to their particle sizes as in Ta-
ble 2.1:*

Malzeme <i>Material</i>	Çakıl Sınırları (mm) <i>Diameter Limits (mm)</i>
Çakıl <i>Gravel</i>	20,00 - 2,00
Kaba Kum <i>Coarse Sand</i>	2,00 - 0,20
İnce Kum <i>Fine Sand</i>	0,20 - 0,02
Silt <i>Silt</i>	0,02 - 0,002

Tablo 2.1. Tekstürel Parçaların Sınıflandırılması [11]
Table 2.1. Classification of Structural Particles [11]

Toprağı oluşturan çakıl, kum, silt ve kil oranlarının belirlenerek dane büyüklükleri oranının ayarlanması sonucu, kerpiç kalitesi iyileştirilebilmektedir. Bu amaçla, Arizona Üniversitesi'nde H. C. Schwalen'in yapmış olduğu [13] "zemin dokusunun kerpicin fiziksel özelliklerine etkisi" adlı çalışma ile; kerpiç tuğlasında kullanılabilir toprak türlerinin alt ve üst sınırlarını belirleyen eğriler ve ideal granülometri eğrisi ortaya konulmuştur (Şekil 2.1).

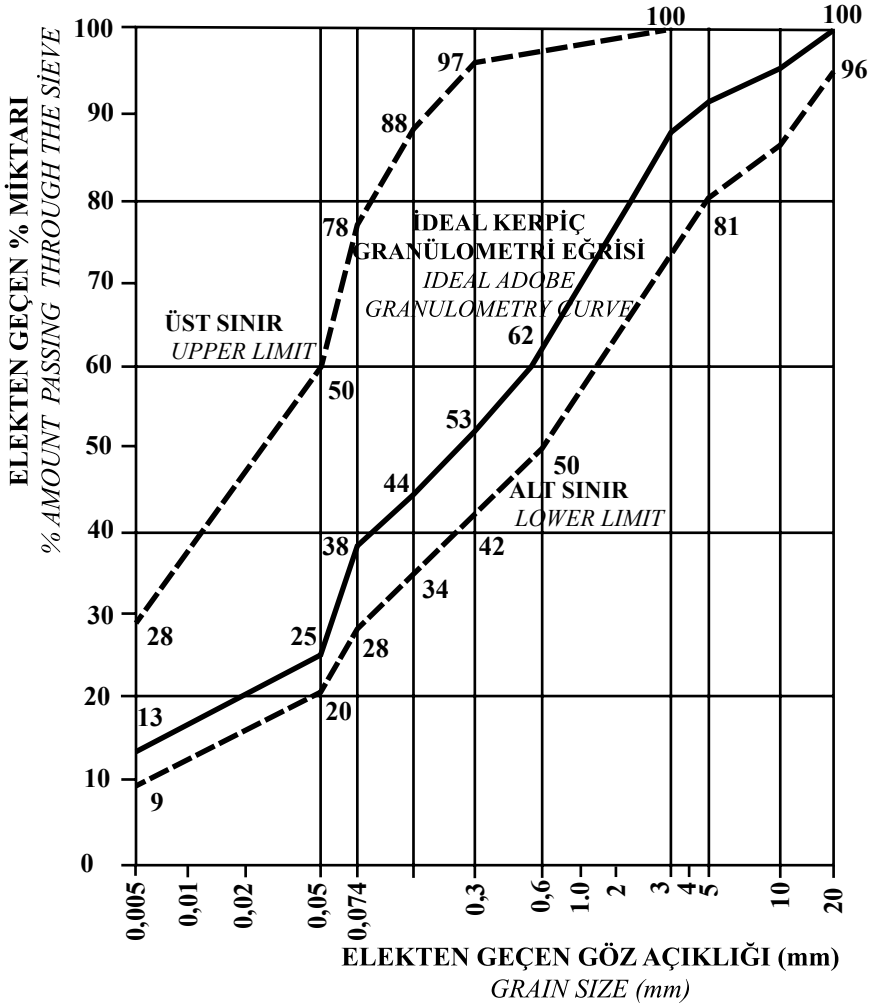
Herhangi bir toprak türünün granülometrik yapı yönünden blok kerpiç yapımına uygun olup olmadığı, Şekil 2.1'deki ideal eğriye olan yakınlık derecesine göre değerlendirilebilir. Toprağın granülometri eğrisinin ideal eğriye yaklaşması, o toprak türünün kerpiç yapmaya elverişli olduğunu göstermektedir. Ancak yerinde tokmaklanmış kerpiç yapımında, toprağın granülometrik yapısının ideale uygun hale getirilmesi şart değildir. Nitekim, ülkenin kerpiç yapı kültürünü inceleyen E. Kömürçüoğlu (1962) [14], toprak yapı malzemesinin işlem görmeden, ocaktan çıktığı şekilde tokmaklama yöntemi ile kullanılabilmesini belirtmiştir. Ancak bu metodta; itinalı çalışılmasının gerekli olduğuna, aksi takdirde beklenmedik hasarlar olabileceğine dikkati çekmiştir.

Tekstürel parçalardan kil ve silt gibi ince daneler çakıl, kum boyutundaki iri daneleri birbirine bağlayarak rijitliği sağlarlar, diğer bir deyişle kil betonu (geobeton [15]) oluştururlar. Ayrıca kimyasal maddelerle reaksiyona girerek stabilize

Adobe quality can be improved by the adjustment of particle sizes of gravel, sand, silt and lime, which compose soil. To this end, curves and ideal size distribution (granulometry) curve determining upper and lower limit of soil types, which can be used in adobe brick, are put forward with the research "effect of ground fabric on physical properties of adobe" by H.C. Schwalen from Arizona University (Figure.2.1).

Whether any soil type is appropriate for adobe block construction in terms of its granulometric structure can be evaluated according to its proximity to ideal curve in Figure.2.1. Proximity of granulometric curve of soil to ideal curve indicates that that soil type is suitable for adobe production. However, it is not a condition in rammed earth production that granulometric structure of soil is adapted to ideal state. E. Kömürçüoğlu (1962) [14], who has examined adobe construction culture of the country, has stated that earth construction material can be used without being processed; namely, as it comes out of oven by ramming technique. However, he points out that this method requires due diligence or unexpected damages may occur.

Fine grains such as clay and silt, which are among structural particles, can provide rigidity by attaching coarse grains of sand size to each other; in other words, they compose clay concrete (geconcrete [15]). Besides, materials being



Şekil 2.1. Dane Boyutuna Bağlı Olarak Kullanılabilir Toprak Türlerinin Limitleri, Arizona Üniversitesi, 1935 [13]

Figure 2.1. Limits Of Soil Types Useable According To Grain Size, Arizona University, 1935 [13]

olan maddeler de yine kil ve silttir. Dolayısıyla, topraktaki killi malzemenin türü ve bulunma oranı yapı malzemesinin özelliklerinin büyük ölçüde değişmesine neden olmaktadır.

stabilized by undergoing a reaction with chemicals are clay and silt. Thus, type of clay material and its rate within soil cause properties of construction material to change considerably.

Bunların yanı sıra, killeri içerisindeki inorganik maddelerin (kuvars, feldspat, mika v.b.) renk verme ve rötre azaltma gibi birtakım fiziksel özelliklere, organik maddelerin ise kil zerreleri arasında organik moleküller halinde tutunarak kimyasal özelliklere etki etmesi [11]; toprak içerisindeki bu maddelerin belirlenmesini gerektirir. Özellikle, toprağın fazla miktarda organik madde içermesi, kimyasal özelliklere etkisi bakımından sakıncalıdır. Eriyici tuzların (kalsiyum karbonat...) %2'den fazla olması ise yapının ömrünü kısaltır [16].

Çalışmada toprağın stabilizasyonunda kullanılan alçı ve kirece ilişkin özelliklerin de belirlenmesi gerekmektedir. "Alçının ham maddesi olan alçıtaşı, jips minerallerinden oluşan bir tortul taştır. Alçı, kimyasal bileşimi $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ olan jipsin, yaklaşık olarak yarım molekül kristal suyu kalacak şekilde kızdırılarak suyunun uçurulması ve öğütülmesi ile elde edilen ve su ile karıştırılınca, tekrar hidrasyon sırasında bağlayıcılık özelliği kazanan bir yapı malzemesidir." [17].

Alçının su ile karşılaşınca kısa zamanda katılaşması (5-8 dakika), alçı katkılı kerpiç yapı malzemesi ile çalışacak süreyi kısaltır. Bu nedenle, priz süresi olarak adlandırılan bu katılaşma süresinin kontrol altına alınması gerekmektedir. Alçı hamurunun su/alçı oranı ile ilgili olan bu süre, vicat iğnesi yardımıyla ölçülmektedir. Şekil 2.2 'de %80 su / alçı oranı için priz süresi eğrisi gösterilmiştir

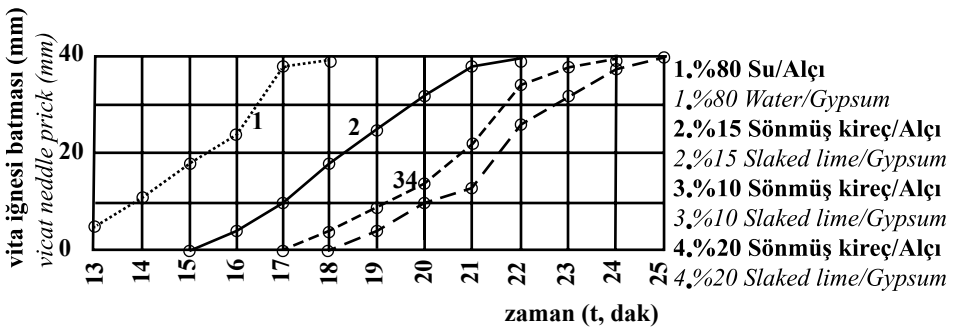
In addition, since inorganic materials within clay (such as quartz, feldspar, mica etc.) affect certain physical properties such as tingeing and reducing shrinkage and since organic materials affect chemical properties by holding as organic molecules among clay particles, these materials within soil should be determined. Especially, high amounts of organic materials within soil are disadvantageous in terms of their effect on chemical properties. Solvable salts (such as calcium carbonate), whose rate is above 2%, shorten building life [16].

Properties of gypsum and lime used in soil stabilization in the research should also be known. Gypsum stone, raw material of gypsum, is a sedimentary stone composed of gypsum minerals. "Gypsum is obtained when water is removed from gypsum, whose chemical compound is $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, by heating until approximately half-molecule crystal water remains and later is grinded. This construction material attains binding characteristics during hydration when it is mixed with water" [17].

Since gypsum hardens in a short time (5-8 min) when mixed with water, working period of gypsum stabilized construction material decreases. Thus, it is necessary that this hardening period, which is called as setting time, be taken under control. This period, which is also related to water/gypsum content of gypsum paste, is calculated through vicat needle. Figure.2.2 demonstrate setting time curve for 80% water/ gypsum rate [11].

Aynı grafik üzerinde, alçının priz süresini geciktirmek amacıyla karışıma katılan değişik oranlardaki kireç katkısının etkisi de gösterilmiştir. Örneğin %10 kireç katılması halinde alçı prizi 4 dakika gecikmektedir. Böylece priz (12-13) dakika sonra başlar.

Effect of lime admixture added to the mixture in various amounts to delay setting time of gypsum is demonstrated on the same graphic. For example, in cases where 10% lime is added, gypsum setting time delays for 4 minutes. Thus, setting starts 12-13 minutes later.



Şekil 2.2. Alçıya Kireç Katmanın Priz Süresi Üzerine Etkisi [11].
Figure 2.2. Effect Of Lime Addition To Gypsum On Setting Time [11]

2.2.2 ARAŞTIRMANIN DENEYSSEL KATKISI

Bitmiş yapının özelliği, inşaatta kullanılan yapı malzemesi ve onun uygulanma metodu ile sınırlanır. Bu çalışmada kullanılan malzeme ve uygulama metodu önceki çalışmalar ölçek kabul edilerek irdelenmiştir. Kireç ve alçı sanayi ürünü olduklarından, araştırmanın deneysel kısmında toprağa ait fiziksel ve mekanik özellikleri belirleyen deneylere ağırlık verilmiştir.

2.2.2 EXPERIMENTAL CONTRIBUTION OF THE RESEARCH

Characteristic of finished building is limited to construction material used in the construction and its application method. Materials and application method used in this research are explicated based on previous studies. Since lime and gypsum are industrial materials, experiments determining physical and mechanical properties of soil are focused on in experiments section of the research.

2.2.2.1 TOPRAK İLE İLGİLİ ANALİZLER

İşlenebilirlik ve mekanizasyonun incelenmesi amacıyla inşa edilen araştırma binası İTÜ Ayazağa Kampüsü'nde yer almaktadır. İnşaatta kullanılan toprakta aynı kampüs arazisinden temin edilmiştir. Arazinin birkaç yöresinden sağlanan örnekler üzerinde elek analizi, kıvam limiti, birim ağırlık, pH değeri, minerolojik analiz, organik madde analizi gibi incelemeler yapılmıştır.

2.2.2.1 ANALYSES REGARDING SOIL

The case-study building constructed in order to examine workability and mechanization is located at ITU Ayazağa Campus. Soil used in the construction is provided from the same campus area. Examinations such as sieve analysis, consistency limit, unit weight, pH value, mineralogical analysis, organic material analyses are performed upon samples obtained from several parts of the area.

2.2.2.1.1 ELEK VE HİDROMETRE ANALİZLERİ

Topraktaki tekstürel parçaların oranlarının belirlendiği bu analizlerden elek analizi kaba daneli malzeme dağılımını, hidrometre analizi ise çapı 0.074 mm'den küçük olan danelerin dağılımlarını, bir diğer deyişle silt ve kil oranlarının belirlenmesini sağlar.

2.2.2.1.1 SIEVE AND HYDROMETER ANALYSES

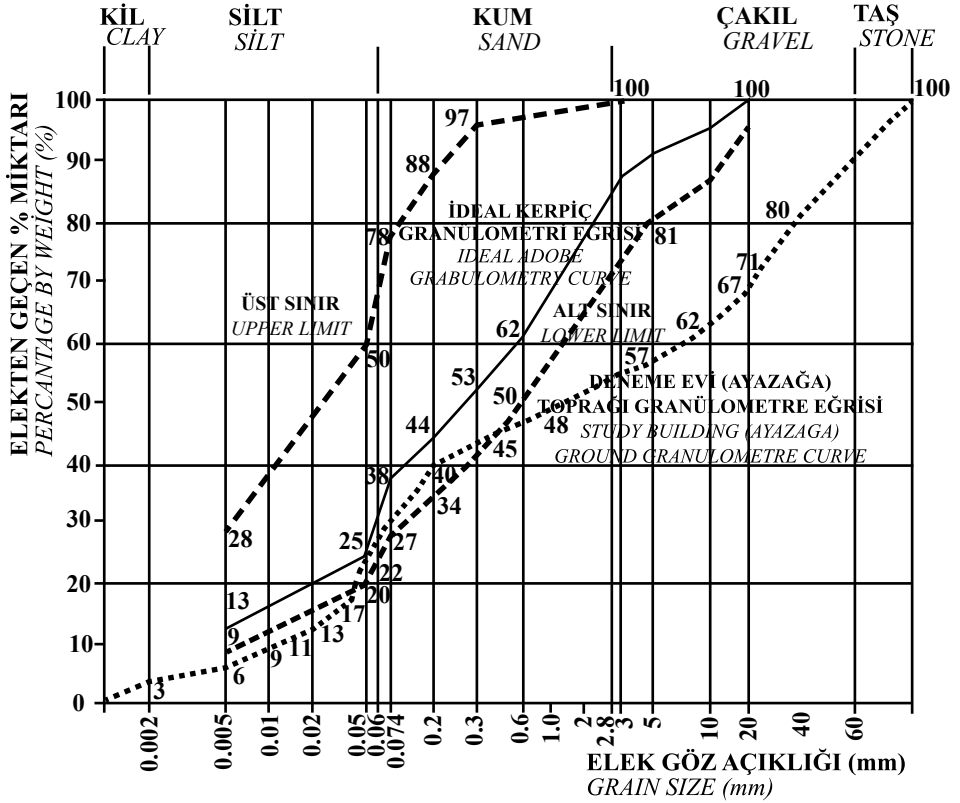
Sieve analysis from these two analyses, where rates of structural particles in soil are determined, is used for determining coarse grained material distribution and hydrometer analysis determines distribution of grains whose diameter is smaller than 0.074mm; in other words, rates of silt and clay.

İTÜ İnşaat Fakültesi Zemin Mekanik Laboratuvarı'nda yapılan analizler sonucunda; araştırmada kullanılan Ayazağa toprağı için değerler %49 çakıl, %23 kum, %20 silt ve %8 kil olarak bulunmuştur.

Values for Ayazaga soil used in the research are determined to be as 49% gravel, 32% sand, 20% silt and 8% clay as result of analyses conducted in ITU Faculty of Architecture Soil Mechanics Laboratory.

Şekil 2.3'deki grafikte; daha önce bahsedilen ideal granülometri eğrisi ile Ayazağa toprağının granülometrik yapısını belirleyen eğri bir arada görülmektedir.

The granulometry curve mentioned before and the curve determining granulometry structure of Ayazaga soil can be seen together in Figure 2.3.



Şekil 2.3. Araştırmada Kullanılan Ayazaga Toprağının Granülometrik Eğrisi
 Figure 2.3. Granulometric Curve Of Ayazaga Soil Used In The

Granülometrik yapısı ocaktan alındığı gibi kullanılan toprak yapı malzemesi;

- a - iri taneli harcın daha az karıştırma suyu istemesi,
- b - az su kullanılan harçta rötreinin az olması,
- c - az su kullanılan malzemede mukavemetin artması,
- d - inşaat sürecinde malzemenin elek işlemi ve süresinden tasarruf edilmesi avantajlarını getirir.

Adobe construction material, whose granulometric structure can be used as it comes out of oven, provides the following advantages:

- a-Coarse grained mortar requires less mixing water;
- b-Shrinkage is less where less water is used in mortar;
- c-Strength increases in materials where less water is used,
- d-Savings in sieving process and period during construction.

Alçılı kerpiç çalışmasında ise bağlayıcılık, kilden başka

- a) tokmaktama ile yerleştirme
- b) alçı ile stabilizasyon
- c) kireç ile işlenebilirlik

sistemi ile güçlendirilmiş ve yapı hasar vermeyecek hale getirilmiştir.

Binding in gypsum stabilized adobe research is strengthened through

- a) *Placing by ramming,*
- b) *Gypsum stabilization*
- c) *Workability with lime*

And the building becomes to a point where it will not cause damage.

2.2.2.1.2 KIVAM LİMİTLERİ

Toprağın su muhtevasındaki değişimi ile kıvamı arasındaki ilişkinin belirlenmesi, malzemenin işlenebilirliği açısından önem taşır. Bu nedenle plastiklik limit, likit limit ve rötire limiti olarak belirlenmiş olan kıvam limitleri, araştırmada kullanılan Ayazağa toprağı için belirlenmiştir.

İTÜ İnşaat Fakültesi Zemin Mekanikliği Laboratuvarı'nda yapılan deneyler sonucunda; malzemenin işlenebilmesi için gereken minimum su miktarı olarak tanımlanan plastiklik limit %20, malzemenin sıvı özelliğı gösterdiği en az su miktarı olarak tanımlanan likit limit %29, daha fazla su kaybının hacimde bir azalmaya neden olmadığı andaki su miktarı olarak tanımlanabilecek olan rötire limiti ise %7 olarak bulunmuştur.

Kıvam limitlerinin belirlenmesi, karışımın nasıl bir yerleştirme yöntemine uygun olacağı konusunda bilgi verir. Şekil 2.4'de Atterberg tarafından [18] plas-

2.2.2.1.2 CONSISTENCY LIMITS

Determination of the relation between change in water content of soil and its consistency is important for workability of material. Thus, consistency limits defined as plasticity limit, liquid limit and shrinkage limit are determined for Ayazaga soil.

As a result of experiments conducted in ITU Faculty of Architecture Soil Mechanics Laboratory, plasticity limit, defined as minimum water amount required for the workability of material, is determined as 20%. Liquid limit, defined as minimum water amount where material exhibit liquid characteristic, is 29%. Shrinkage limit, which can be defined as water level, which will not result in further decrease in volume, is 7%.

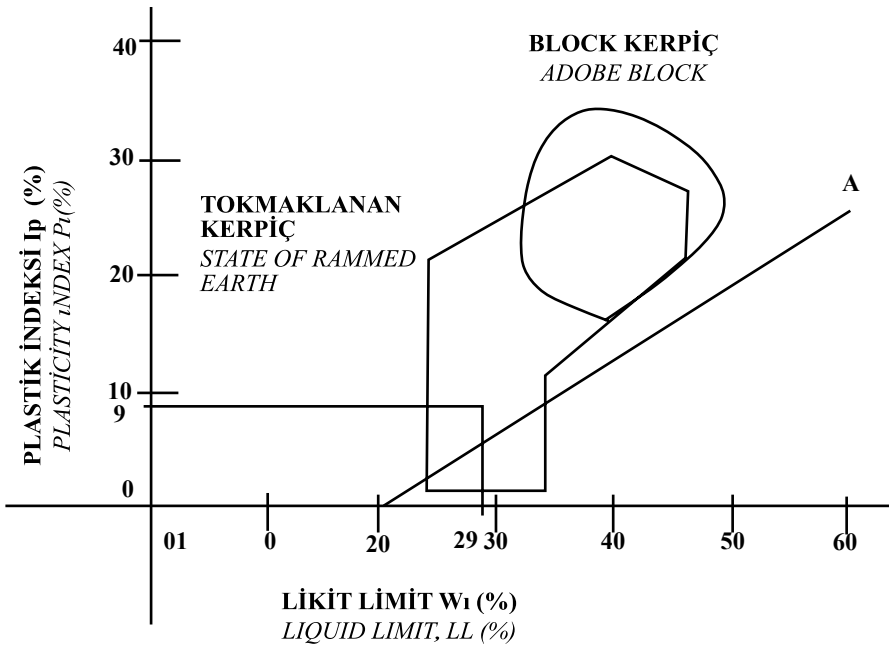
Determination of consistency limits provides information about for which placing method the mixture will be suitable. State of rammed earth [19, 20] and

tik indeksi ve likit limit ilişkisinin gösterildiği grafikte [18]; tokmaklanan kerpiç [19], [20] ve blok kerpiçin [19] durumu ifade edilmiştir.

Aynı grafik üzerinde, araştırmada kullanılan Ayazağa toprağına ait kıvam limitlerinin hangi sınırlar içerisinde kaldığı da görülmektedir. Buna göre, araştırmada kullanılan toprak tokmaklanmış kerpiç yapımı için uygundur.

adobe blocks [21] is demonstrated in the graph by Atterberg [18] where the relation between plastic index and liquid limit is presented in Figure 2.4.

In which intervals consistency limits of Ayazaga soil used in the research are located is also demonstrated in the same graph. In line with this, soil used in the research is suitable for rammed earth production.



Şekil 2.4. Plastisite Diyagramı [19]

Figure 2.4. Plasticity Diagram [19]

2.2.2.1.3 BİRİM AĞIRLIK

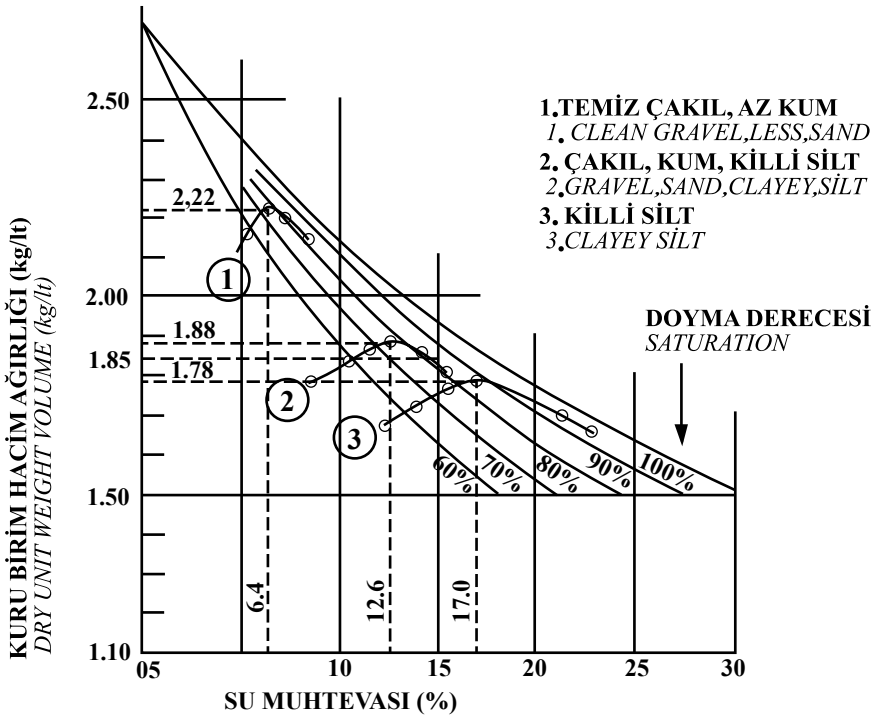
Toprağın birim ağırlığının saptanması, katkılı toprak malzemede birim ağırlığın ne şekilde değişim gösterdiğini belirleyebilmek açısından önemlidir. Böylelikle, alçı katkılı kerpiç malzeme için ısı iletkenlik katsayısı değerlerinin ve ses hızının birim ağırlığa bağlı olarak değişimi incelenebilir.

İTÜ İnşaat Fakültesi Zemin Mekaniği Laboratuvar'ında yapılan Proctor deneyi sırasında, Ayazağa toprağı için %15 su muhtevasına göre birim ağırlık değeri 1850 kg/m^3 olarak bulunmuştur.

2.2.2.1.3 UNIT WEIGHT

Determination of soil's unit weight is important for determining in which way unit weight in gypsum stabilized adobe material changes. Thus, change in heat conductance coefficient values and sound speed depending on unit weight can be examined for gypsum stabilized adobe material.

During Proctor experiment conducted in ITU Faculty of Construction Soil Mechanics Laboratory, unit weight value is determined as 1850 kg/m^3 according to 15% water content for Ayazaga soil.



Şekil 2.5. Proctor Eğrileri [21]

Figure 2.5. Proctor Curves [21]

Şekil 2.5’de İsviçre Karayolları Birliği (VSS)’nin, su muhtevasına bağlı olarak kuru birim hacim ağırlık değerlerinin değişimini farklı toprak türlerine göre belirlediği proctor eğrileri görülmektedir [21]. Bu eğrilere göre; Ayazağa toprağı, 2 rakamı ile ifade edilmiş olan “çakıl, kum, killi silt” türündeki toprakla benzerlik göstermektedir.

In Figure 2.5, proctor curves by Swiss Highway Association (VSS), where changes in dry unit weight volume values according to water content are determined for different types of soil, can be seen [21]. According to these curves, Ayazaga soil shows resemblance to the soil of “gravel, sand, clayey, silt” type, which is defined with number 2.

2.2.2.1.4 PH DENEYİ

Stabilizasyon için harca katılan alçının priz süresi asit ortamında yavaşlar. Bu tür etkinin ortaya çıkma ihtimaline karşılık kullanılacak toprağın ortam özelliğı incelenmiştir.

Toprağın pH değerini belirlemek amacıyla, TS 3263 [22]’e göre; 200 gr toprak etüvde kurutularak desilatöre konulmuştur. Yaklaşık 24 saat kadar bekletildikten sonra alınıp 0.1 mg duyarlıklı METTLER aleti ile 30 gr tartılmış ve 75 mililitre su içersine konulmuş, daha sonra SPIN-MASTER aleti ile bu karışım 1 dakika kadar karıştırılmıştır. Sonuçta pH değeri olarak 6.6 okunmuştur. Bu değer toprağın hemen hemen nötr özellikte olduğunu göstermektedir (Tablo2.2)[6]. Daha sonra karışım pH değeri 24 saat sonra yeniden ölçülmek üzere tekrar SPIN-MASTER aletine konulmuştur. Bu süre sonunda, toprak belli bir doygunluğa erişmiş durumdayken PH değerinin 7.6 olduğu gözlenmiştir. Bu değer, toprağın belli bir doygunluğa eriştikten sonra bazik karakter kazandığını gösterir.

2.2.2.1.4 PH TEST

Setting time of gypsum added to the mortar for stabilization slows down in acid. In case such effect, environmental characteristics of the soil to be used are examined.

200gr soil is dried in drying oven and placed into desolator in accordance with TS 3263 [22] in order to determine pH value of soil. After waited approximately for 24 hours, it is placed into 75mm water and this mixture is mixed for about 1min with 0.1mg sensitive METTLER tool. Finally pH value is determined to be 6.6. This value indicates that soil is almost neuter (Table 2.2) [6]. The mixture is placed into SPIN-MASTER after 24 hours to measure its pH value once again. At the end of this time, it is observed that pH value is 7.6 when soil. This value demonstrates that after soil reaches a certain degree of saturation, it gains alkaline characteristic.

pH DEĞERİ <i>pH Value</i>	ORTAM ÖZELLİĞİ <i>Environment Characteristic</i>
5,5	Yüksek Asit <i>High acid</i>
5,5 - 6,5	Düşük Asit <i>Low acid</i>
6,5 - 7,0	Nötr <i>Neuter</i>
7,0 - 8,0	Düşük Baz <i>Low Base</i>

Tablo 2.2. Ayazağa Toprağının pH Ortam Özelliği.
Table 2.2. pH Environment Characteristic of Ayazaga Soil

2.2.2.1.5 MİNERAL BİLEŞİMİ

Toprağın katı kısmını oluşturan çakıl, kum, kil ve silt karışımından kil ve siltin daneler arasında bağlayıcılık karakteri taşıması ve kimyasal maddelerle reaksiyona girmeleri nedeniyle, bu maddelerin tür ve miktarlarının belirlenmesi gerektiğinden bahsedilmiştir (Bkz. sayfa.39).

Bu amaçla, araştırmada kullanılan toprağın mineral bileşimi İTÜ Maden Fakültesi Optik Mineraloji Laboratuvarı'nda belirlenmiştir. Önce kesitleri alınarak mineral bileşimi, tane boyutu ile de dönüşüm mineralleri saptanmıştır. Ayrıca aynı Ana Bilim Dalındaki x-ışınları laboratuvarında, kil minerallerinin tayini için "x-ışınları toz yöntemi" ile kil mineral bileşimleri saptanmıştır. Polarizan mikroskopla yapılan incelemelerde,

2.2.2.1.5 MINERAL COMPOSITION

Since clay and silt, which take place in gravel, sand, clay and silt mixture composing solid part of the soil, have binding characteristic for grains and undergo a reaction with chemicals, it has been mentioned that amount and types of these materials should be determined (see page.39).

To this end, mineral composition of soil used in this research is determined in ITU Faculty of Mines Optic Mineralogy Laboratory. Initially, by taking cross section, its mineral composition is determined and its mineral transformation is determined through grain size. Besides, clay mineral composition is determined through "x-ray dust scattering" in Main Department x-ray laboratory to deter-

MİNERAL TÜRLERİ <i>MINERAL TYPES</i>	MİNERAL BİLEŞİMİ % <i>MİNERAL COMPOSITION %</i>	DANE BOYUTU(mm) <i>GRAIN SIZE(mm)</i>	DOKU ÖZELLİĞİ <i>CHARACTERISTICS OF TISSUE</i>
Kuvars <i>Quartz</i>	22	0,06 - 0,09	İri-ince taneli,yuvarlak şekilli,kırıklı <i>Coarse-fine grains, round and broken</i>
Feldspat <i>Feldspar</i>	14	0,3	Kenarları opaklı malz. ile çevrelenmiş <i>Its edges are surrounded by opaque material</i>
Plajiyoklas <i>Plajioclaste</i>	7	0,3 - 0,6	Öz şekilli, kırıklı, polisentetik ikizli <i>Euhedral, broken, polysynthetic double</i>
Biotit (siyah mika) <i>Biotite (Black mica)</i>	7	0,3	Yerel olarak opaklanmış ince iğne şekilli <i>Locally opaque, thin prick shaped</i>
Müskovit (beyaz mika) <i>Muscovite (White mica)</i>	3	0,3	İnce taneli, lifsel, iğne şekilli <i>Fine-grained, fibrous, needle-shaped</i>

Tablo 2.3. Ayazağa Toprağı İçerisindeki Mineral Türleri ve Bileşimleri
Table 2.3. Mineral Types and Components of Ayazaga Soil

katı doğal kayaç tanımı, buna ait mineral bileşimleri ve modal oranları ile tane boyutları belirlenmiştir (Tablo 2.3). Örnek kayalarda detritik taneli minerallerin oranları %30-35 arasında değişirken, kil boyutlu mineraller başta mika olmak üzere ayrışım cisimi olarak bol demirli (demiroksit, hematit-limonit) kaolin-illit türündedir. Diğer tarafta, eriyen tuz türüne örneğin karbonat (CAC03), kalsit'e rastlanmamıştır.

mine clay minerals. Solid natural rock determination, its mineral composition, model rates as well as grain sizes are determined in examinations carried out with polarization microscope (Table.2.3). While rates of detritic-grained minerals in sample rocks vary between 30-35%, clay sized minerals, such as mica, are ferrous (iron oxide, hematite-limonite) caoline- illite type. On the other hand, solvable salts such as carbonate (CACO3), calcite are not found.

2.2.2.1.6 ORGANİK MADDE ANALİZİ

Killer içerisindeki organik maddeler (kuvars, feldspat, mika v.b.) sadece fiziksel özelliklere (renk verme, rötre azaltma gibi) etki ederler. Oysaki organik maddeler, kil zerrelere arasında organik moleküller halinde tutunarak kimyasal özelliklere etki ederler. Bu nedenle, yapı malzemesi olarak kullanılacak toprağın fazlası ile organik madde içermesi sakıncalıdır, mukavemet ve durabiliteyi kötü yönde etkiler.

Kullanılan toprağın organik madde içerip içermediğini belirlemek amacıyla, TS 3673'e göre [23]; NaOH içersine toprak konulmuş ve karışımın sarı renk aldığı, toprağın üstünde tortu olmadığı görülmüştür. Bu bulgu, toprakta organik madde miktarı yönünden bir sakınca olmadığını göstermektedir.

2.2.2.2 ALÇI

Araştırmada kullanılmak üzere ABS Alçı Sanayi ve ENTEGRE Harç Sanayi ve A.Ş.'den sağlayan katkı (geciktirici olarak monohidrat sitrik asit) ve katkısız alçıların priz süresi vicat iğnesi yardımıyla ölçülmüştür.

Katkılı alçıda %60 su/alçı oranındaki bir hamur için priz başlangıcı 5 dakika, priz sonu ise 12 dakika olarak belirlenmiştir. Katkılı alçıda ise, bu değerler sırasıyla 25 dakika ve 8 dakikadır.

2.2.2.1.6 ORGANIC MATERIAL ANALYSIS

Organic materials within clay (quartz, feldspar, mica) affect only physical properties (such as colouring, reducing shrinkage). However, organic materials affect chemical properties by hanging on among clay particles as organic molecules. Thus, it is disadvantageous that soil to be used as construction material includes organic materials abundantly since they affect strength and durability negatively.

According to TS 3673 [23], soil is placed into NaOH to determine whether soil used includes organic materials and it is observed that the mixture becomes yellow and sediment does not occur upon the soil. This finding indicates that there is not a disadvantage in relation to organic material in soil.

2.2.2.2 GYPSUM

Setting times of gypsum with admixture (monohydrate citric acid as retarder) and without admixture, which are supplied by ABS Alçı Sanayi and ENTEGRE Harç Sanayi ve A.Ş., are calculated through vicat needle.

Start of setting for mortar with 60% water/ gypsum content in gypsum with admixture is determined as 5min and the end of setting as 12min. These values in gypsum without admixture are 2,5 min and 8 min, respectively.

Görüldüğü gibi, katkılı alçıda priz in başlangıç ve bitiş süreleri katkısız alçıya nazaran daha uzundur. Buna rağmen toprakla karıştırılması halinde her iki tür alçı da, işlenebilirlik süresi tanımayacak kadar hızlı priz yapmıştır. Sürenin uzatılması amaç ıyla bir geciktirici ilave edilmesi gündeme gelince, katkısız (ham ya da baz) alçının kullanılması tercih edilmiştir. Çünkü katkısız alçı, fabrikada olduğu gibi bölgesel ocaklarda da üretilebilir. Üretim maliyeti ve ulaşım maliyeti düşüktür. Türkiye'nin her bölgesinde alçıtaşı kolaylıkla bulunmaktadır.

2.2.2.3 KİREÇ

Araştırmada ENTEGRE Harç Sanayi ve A.Ş.'den sağlanan söndürülmüş kalker kireci, alçının priz süresini geciktirmek (Bkz. Şekil 2.2) amacıyla kullanılmıştır.

2.3 ALÇILI KERPIÇ DENEYLERİ

Uygun granülometrideki toprak içersine belirli oranlarda alçı ve I veya kireç katılarak suyla yoğrulması ile elde edilen karışıma alçılı kerpiç çamuru, bu çamurdan çeşitli döküm yöntemleri ile elde edilen malzemeye de ALÇILI KERPIÇ (Alker) denir [12].

Bu araştırmada yerinde tokmaklama yöntemi ile alçılı kerpiç yapı yapma teknolojisine yönelik birtakım standartların belirlenmesi amaçlandığı için; kullanılacak malzemenin mekanik ve fiziksel özelliklerinin belirlenmesi öngörülmüştür. Öncelikle, daha önce alçılı kerpiç konusunda yapılmış olan çalışmalardan bahsedilecektir.

As can be seen, start and end of setting in gypsum with admixture are longer than gypsum without admixture. However; both gypsum types set so rapid if mixed with soil that workability is not possible. When it is considered to add retarder to extend the period, gypsum without admixture (i.e. raw or base) has been preferred. Production and transportation costs are low. Gypsum stone is easily available in every part of Turkey.

2.2.2.3 LIME

Hydra lime from chalk supplied by ENTEGRE Harç Sanayi ve A.Ş. for the research is used to retard setting time of gypsum (Figure.2.2).

2.3 GYPSUM STABILIZED EARTH EXPERIMENTS

The mixture obtained by adding certain amount of gypsum and/ or lime to soil with proper granulometry and by kneading with water is called gypsum stabilized earth mud and material obtained from this mud through various casting methods is called gypsum earth (Alker) [12].

Since certain standards are aimed to be established in this research for gypsum stabilized earth construction through in-situ tamping method, it is provided for that mechanical and physical properties of the material to be used are determined. Initially; previous studies conducted on gypsum stabilized earth will be dwelled upon.

2.3.1 DURUMUN BELİRLENMESİ (DAHA ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR VE BULGULARI)

Alçılı kerpicing diğer katkılara göre maliyetinin daha az olduğu (alçı üretiminin kırsal kesimlerde geleneksel yöntemlerle yapılabilmesi nedeniyle) bilinmektedir. Bununla birlikte, kerpiç özelliklerinin alçı katılması yoluyla iyileştirilmesi konusunda bugüne kadar çok fazla çalışma yapılmamıştır. Bu alanda yapılmış en önemli çalışmalardan biri olan TÜBİTAK MAG 505 projesi ile; blok biçiminde üretilecek alçılı kerpiç malzemenin özellikleri belirlenmiştir.

Bu çalışmanın deney sonuçlarına göre; toprağa katılan alçı, karışım daha kurumaya başlamadan, malzeme içerisinde bir iskelet oluşturur. Bu iskelet, kuruma sırasında birbirine yaklaşmaya çalışan kil zerreciklerinin hareketlerini azaltır. Sonuçta, malzeme bünyesinde bir iç gerilme oluşarak rötre azalır. Şekil 2.6'da farklı toprak türleri için, alçı katkısı arttıkça rötrenin nasıl bir değişim gösterdiği görülmektedir.

Eğrilerin incelenmesi ile görülebileceği gibi, %10'a kadar alçı katkısı rötrede büyük ölçüde azalmaya neden olmaktadır. Katkı oranının %20'ye çıkartılması halinde ise; katkı rötreye daha az etki etmektedir.

Bu konuda, New Mexico'da Eyre tarafından yapılmış bir çalışmada da; %10 alçı katkısı halinde normal kerpice oranla rötre azalmasının yeniden arttığı belirlenmiştir [24].

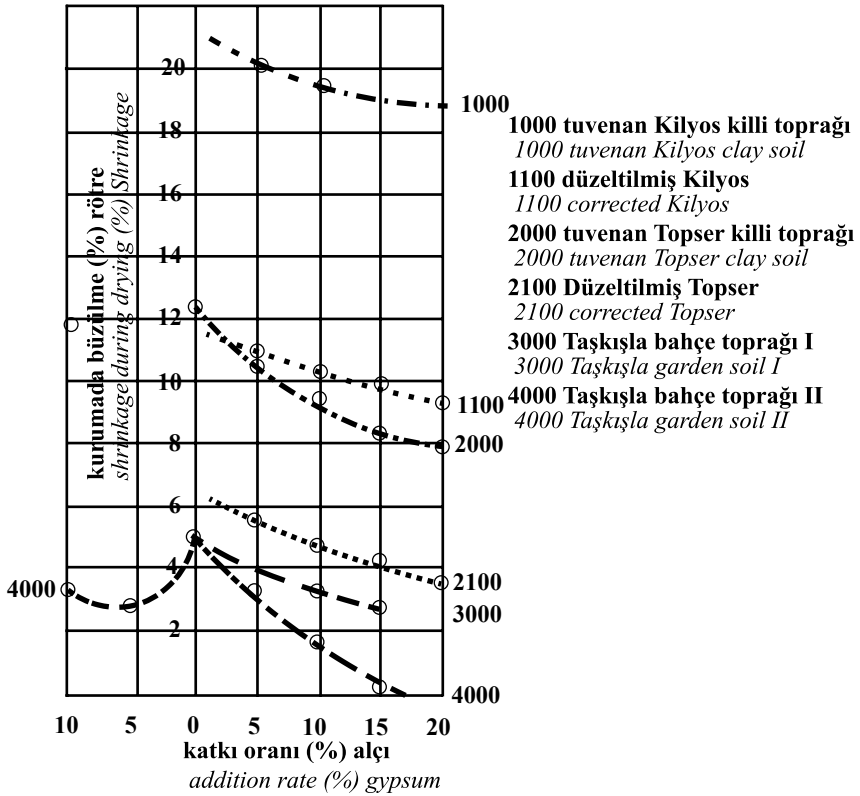
2.3.1 DETERMINATION OF THE SITUATION (PREVIOUS STUDIES AND FINDINGS)

It is known that cost of gypsum stabilized earth is lower than other admixtures (since gypsum production can be made in rural areas through traditional methods). However, there has not been much research on improving properties of earth by adding gypsum. One of the most important researches conducted in this field, TUBITAK MAG 505 project, has determined properties of gypsum stabilized earth material to be produced in blocks.

According to the results of the project, gypsum added to the soil forms a framework within material before even starts to dry. This framework reduces movement of clay particles, which try to get closer to each other during drying. In conclusion, shrinkage reduces since an inner tension occurs within the material. What kind of change shrinkage displays as gypsum admixture increases can be seen in Figure 2.6 for different soil types.

As can be seen when the curves are examined, gypsum admixture up to 10% result in high decrease in shrinkage. When admixture rate is increased to 20%, admixture affects shrinkage less.

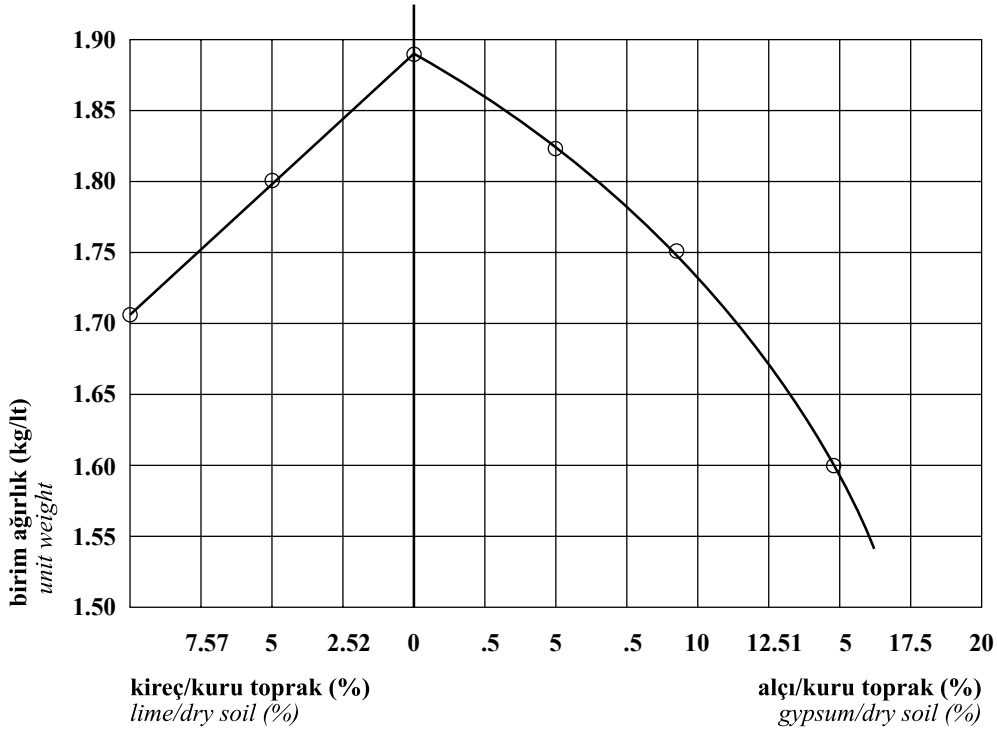
It has been determined in a research conducted by Eyre in New Mexico that in case of 10% gypsum admixture, shrinkage reduction increases again compared to normal earth [24].



Şekil 2.6. Farklı Toprak Türlerinin Alçı-Kireç Oranlarına Bağlı Olarak Rötre Değişimleri [11]
 Figure 2.6. Shrinkage Changes of Different Soil Types According to Gypsum- Lime Rates [11]

Toprağa katılan alçı rötreği engellediği için, kuruma sırasında karışım içerisinde bulunan suyun buharlaşması sonucu hava boşlukları oluşur. Böylece, poröz ve katkısız kerpice nazaran birim ağırlığı daha az, fakat su içerisinde dağılmayan yüzeyleri son derece düzgün, toz üretmeyen bir malzeme elde edilmektedir. Şekil 2.7’de alçı katkı oranının artmasına bağlı olarak birim ağırlığının değişimi görülmektedir. Buna göre, katkı oranı arttıkça birim ağırlık düşmektedir.

Since gypsum added to the soil prevents shrinkage, air gaps occur in the mixture due to evaporation during drying. Thus, a material whose unit weight is lighter than porous and unadulterated earth but which do not disperse in water and whose surfaces are very smooth and does not result in dust can be obtained. In Figure 2.7, the change in unit weight according to the increase in gypsum rate can be seen. Accordingly, as admixture rate increases, unit weight decreases.



Şekil 2.7. Bahçe Toprağından Üretilmiş Kerpiçlerin Alçı ve Kireç Katkılara Bağlı Olarak Birim Ağırlık Değişimi [11]

Figure 2.7. Unit Weight Change Of Adobes Produced From Garden Soil According To Gypsum And Lime Additions [11]

Malzemenin birim ağırlığının düşmesi, ısı iletkenlik değerinin (λ) küçülmesini (Tablo 2.4 [25]), dolayısıyla soğuk ve sıcak dönemlerde enerjiden tasarruf edilmesini sağlar.

Granülometrisi uygun bir toprağa %10 alçı katılarak üretilmiş alçılı kerpiç malzemenin basınç dayanımı 4-5 N/mm² olmaktadır. Geleneksel kerpiçte ise, 0.8-1 N/mm² lik bir dayanım [26] yeterlidir.

Decrease in material's unit weight leads to the decrease in thermal conductance value (λ) (Table 24 [25]) and enables energy savings in cold and hot seasons.

Compressive strength of gypsum stabilized earth produced by adding 10% gypsum to soil with proper granulometry is 4-5. On the other hand, compressive strength of 0.8-1 N/mm² [26] is sufficient in traditional earth.

Malzeme <i>Material</i>	ρ (kg/ lt)	λ (kcal/ mhc)
Kerpiç (Çimento,saman katkılı) <i>Adobe (cement, straw admixture)</i>	>1,70	0,8
Tuğla <i>Brick</i>	1,8	0,7
Bims beton <i>Bims concrete</i>	1,8	0,75
Gaz beton <i>Aerated concrete</i>	0,8	0,23
Kireç kum taşı <i>Lime sandstone</i>	1,8	0,85

Tablo 2.4. Birim Ağırlığa Göre Isı İletkenlik Katsayıları [25]

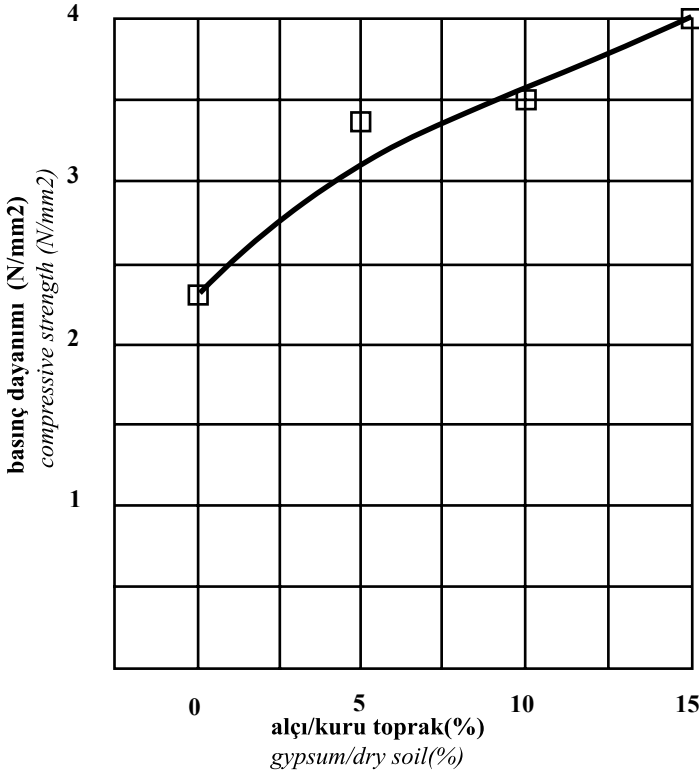
Table 2.4. Thermal Conductance Coefficients According to Unit Weight [25]

E.Özkan, M.S.Al-Herbish tarafından “çimento, kireç, alçı ve bitüm katkısının kerpiç tuğlaların fiziksel ve mekanik özelliklere etkisi” nin incelendiği bir araştırmada ise; %10 alçı katkılı kerpiç tuğlada 2.95 N/mm²’lik, %20 alçı katkılı kerpiç tuğlada da 3.57 N/mm²’lik bir basınç dayanımı elde edilmiştir [27].

Alçı katkı oranına bağlı olarak basınç dayanımı değişiminin gösterildiği Şekil 2.8’deki grafikte, katkı oranı arttıkça dayanımın arttığı görülmektedir. Ancak %10’dan fazla alçı katılması halinde basınç dayanımı alçı miktarının artması oranında artmamaktadır. Dolayısıyla %10’dan fazla alçı katılmasıyla elde edilen dayanım, malzemeden beklenen değeri karşıladığı için (Bkz. sayfa.76), alçı oranını arttırmak sadece maliyet artışına neden olacaktır. Buna karşılık %10’dan

In a research where “effects of cement, lime, gypsum and bitumen on physical and mechanical properties of adobe bricks” are examined by E.Özkan and M.S.Al-Herbish, compressive strength of 2.95 N/mm² is obtained in adobe brick with 10% gypsum admixture and compressive strength of 3.57 N/mm² is obtained in adobe brick with 20% gypsum admixture [27].

It is seen in the graph in Figure 2.8, where change in compressive strength according to gypsum admixture amount is presented, that compressive strength increases as admixture amount increases. However, in cases where gypsum is added more than 10%, compressive strength does not increase as much as gypsum amount increases. Thus, since strength obtained with gypsum above 10% satisfies the value expected from material (see page.76), increasing



Şekil 2.8.Bahçe Toprağından Üretilmiş Numunelerin Alçı Katkı Oranına Bağlı Olarak Basınç Dayanımı Değişimi [11].

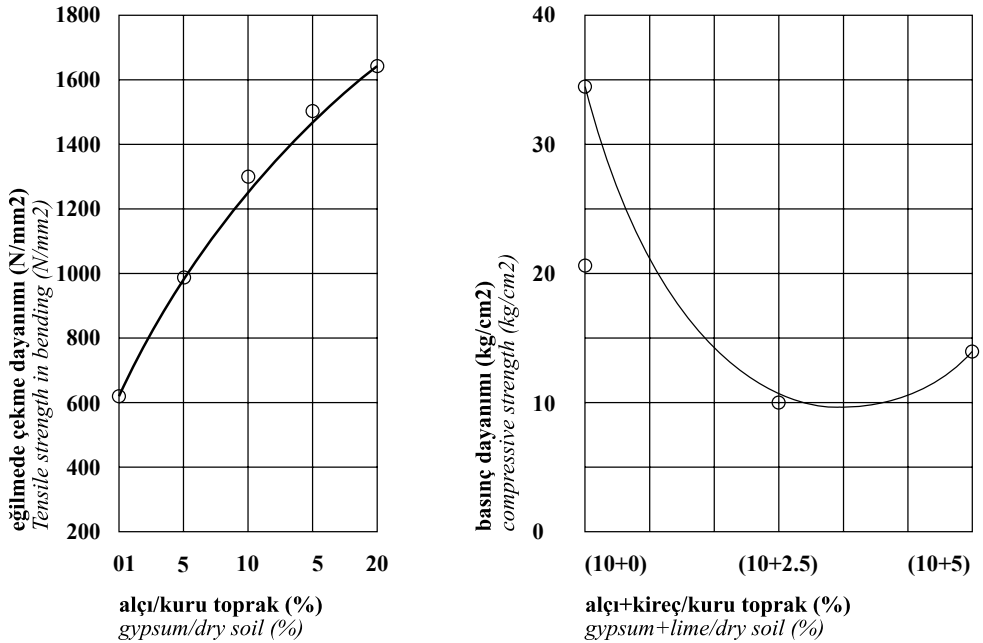
Figure 2.8.Compressive Strength Change of Samples Produced From Garden Soil According to Gypsum Addition Rate [11].

daha az alçı katılması halinde ise, alçı kerpiç içerisinde yeterli bir iskelet oluşturamaz. Böylelikle rötre artar, mukavemet düşer.

gypsum rate will only result in higher costs. However, in case gypsum below 10% is added to soil, gypsum cannot form a sufficient framework within earth. Thus, shrinkage increases and strength decreases.

Alçı katkı, malzemenin eğilmede çekme dayanımını arttırarak duvarın statik ve dinamik, yüklere dayanımında rol oynar. Şekil 2.9’da alçı katkı artışına bağlı olarak eğilmede çekme dayanımının arttığı görülmektedir.

Gypsum admixture plays a role in load (static and dynamic) resistance of material by increasing tensile strength during bending. In Figure 2.9, it is seen that tensile strength in bending increases due to the increase in gypsum additive.



Şekil 2.9. Bahçe Toprağından Üretilmiş Numunelerin (A) Alçı Katkı Oranına Bağlı Eğilmede Çekme Dayanımı Değişimi (B) %10 Alçı Katkılı Bahçe Toprağına Katılan Kireç Oranına Bağlı Olarak Basınç Dayanım Değişimi [12]

Figure 2.9. (A) Bending Tensile Strength Change of Samples Produced From Garden Soil, (B) Compressive Strength Change of These Samples According to Lime Added to 10% Gypsum Added Garden Soil [12]

Alçılı kerpiç içerisine kireç katkısı; alçının priz süresini geciktirmekte (Bkz. Şekil 2), rötreği azaltmakta (Bkz. Şekil 2.6), birim ağırlığının düşmesine (Bkz. Şekil 2.7) neden olmakta, nem ve yağmur etkisine dayanıklılığı arttırmaktadır. Bu olumlu özelliklerinin yanı sıra, basınç dayanımı azaltıcı etkisi (Bkz. Şekil 2.8) nedeniyle karışıma katkı oranı düşük tutulmalıdır. Kuru toprak ağırlığının %2.5-3'ü kadar katılması halinde, dayanım taşıma sınırının üzerinde kalmaktadır [12].

Lime admixture to gypsum stabilized earth retards setting time of gypsum (Figure.2), decreases shrinkage (Figure.2.6), results in unit weight decrease and increase resistance against moisture and rain. In addition to these positive characteristics, the amount of admixture within the mixture should be low due to its effect on reducing compressive strength (Figure.2.8). If it is added as much as 2.5-3% of dry soil weight, strength is above bearing level [12].

Ayrıca, Balasubramaniam ve Buensuceso (1989) tarafından yapılan "yumuşak killere kireç katkısı etkisi"nin araştırıldığı çalışmaya göre, kireç ilavesi daneler arası sürtünme özelliğini, dolayısıyla uzun vadeli stabiliteyi ve taşıma kapasitesini arttırmaktadır [28].

According to the study by Balasubramaniam and Buensuceso, where "effect of lime admixture to soft clays" is examined, lime admixture increases friction characteristic among grains and thus, long-term stability and bearing capacity increase [28].

2.3.2 ARAŞTIRMANIN KATKISI

Alçı katkılı kerpiç yapı malzemesine uygun mekanize inşaat teknolojisinin ve standartlarının belirlenmesi amacıyla yapılan bu araştırmada; üretimde kullanılacak karışımın mekanizasyona uygun hale getirilmesi gerekmektedir. Bu amaçla, öncelikle harcın karıştırma, taşınma, kalıba yerleştirme kıvam ve yöntemine karar verilmiş; daha sonra en uygun bulunan sonuçlara göre numuneler hazırlanıp deneyler yapılmıştır.

2.3.2 THE CONTRIBUTION OF THE RESEARCH

In this research conducted in order to determine mechanized construction technology suitable for and to establish standards for gypsum stabilized adobe construction material, it is necessary that the mixture to be used in production is made suitable for mechanization. To this end, initially, consistency and method for mixing, transporting, placing mortar into mould are determined and then samples are prepared and experiments are performed in accordance with the most suitable results.

2.3.2.1 İŞLENEBİLİRLİK

İşlenebilirlik, taze harcın özelliklerini ve bu özelliklere ne sebeple önem verildiğini açıklar [29]. Harcın taşınma, akma ve yerleşme davranışlarını etkileyen metodlar ve malzeme değişikliklerini kapsar. Harcın davranışlarını aşağıdaki gibi özetleyebiliriz:

2.3.2.1 WORKABILITY

Workability explains properties of fresh mortar and why importance is attached to these properties [29]. It covers methods and material changes affecting transportation, fluidity and placement behaviors of mortar. Mortar behaviors can be summarized as follow:

a) Taşıma: Kova, kürek, el arabası, bant konveyör hortumlu taşıma gibi ekipman ve sistemlere uygunluk,

b) Akışkanlık: Mikserdeki hareketi , kalıp içi hareketi gibi ekipman içi hareketlerde uygunluk,

c) Yerleştirme: Mukavemet, su emme özelliklerini iyileştirmek amacıyla; vibrasyon, tokmaktama işlerine uygunluk,

d) Bitirme kalitesi: Homojenliğin bozulması, segregasyon, yüzey görünüşü, rötre ile boyut değiştirme ve çatlakların oluşması gibi olumsuzlukların önlenmesi.

Harcın performansı sertleştikten sonra biçim, mukavemet, porozite, geçirgenlik, ömür, geometrik doğruluk, yüzey kalitesi gibi özellikleri ile tanımlanır. Bu performansı sağlayabilmek amacıyla a) uygulanan harcın kıvamı ilgili b) uygulanan yerleştirme yöntemleri ile ilgili c) bunların standartlarını gösteren çalışmalar yapılmalıdır.

Bu araştırmada; harcın taşıma, akışkanlık, yerleştirme, bitirme kalitesi özelliklerine dikkat edilerek kıvam, priz süresi ve yerleştirme yöntemi geliştirilmiş; harç mekanizasyona uygun hale getirilmiştir.

a) Transportation: Suitability for equipments and systems such as bucket, spade, hand chart, band conveyor, transport hose,

b) Fluidity: Suitability for movements in equipment such as movement within mixer, movement within mould,

c) Placement: Suitability for vibration, tamping to improve strength, water absorption characteristics,

d) Finishing Quality: Prevention of homogeneity corruption, segregation, surface view, and dimension change due to shrinkage.

After hardens, mortar performance is defined with characteristics such as form, strength, porosity, permeability, life, geometric accuracy, surface quality. To achieve this performance, studies on a) mortar consistency, b) placement methods and c) standards indicating these should be conducted.

Considering transportation, fluidity and placement and finishing quality characteristics of mortar, consistency, setting time and placement methods are developed in this research and mortar is made suitable for mechanization.

2.3.2.1.1 KARIŞIMIN KIVAMI (KONSISTENS) VE İŞLEME SUYU

Kerpiç malzeme üretiminde; harca katılan suyun oranı malzemenin işlenebilirliğini belirler. Bu araştırmada toprak, ağırlığına %10 alçı ve %2 kireç ile stabilize edildiğinden küçük dane oranı artmaktadır. Bilindiği gibi, küçük danelerin artması harcın su ihtiyacını artırır. Bu varsayımlara dayanarak, toplam katı malzemeye oranla %16'dan %25'e kadar su katkısı değişimleri denenmiştir.

Sonuçta, %16 oranında su bulunan harçların bu araştırmanın yöntemleri ile işlenemeyecek kadar kuru oldukları, %18-20 oranında su bulunan harçların plastik kıvamda ve tokmaklanabilir oldukları, %20-22 oranında su içerenlerin vibrasyon yoluyla yerleşebildikleri, %25'den daha fazla su içermesi halinde ise; iri danelerin karışım içerisinde asılı kalamayarak, yerçekimi ile dibe çöktükleri (segregasyon) görülmüştür. Bulunan bu değerler, kıvam limitleri analizi sonucu belirlenmiş olan değerlerle paralellik göstermektedirler (Bkz. Bölüm 2.2.2.1.2).

Karışıma işlenebilirlik için katılan su, toprakta bulunan sudan da etkilenir. Toprağın ocak neminde olduğu varsayılmalıdır. Daha kuru (yaz sıcaklığında) ve daha nemli (yağmur sonrası) ihzarattan kullanılan topraklar için; kıvam denemesi yapılarak yeni su oranları belirlenmelidir.

2.3.2.1.1 MIXTURE CONSISTENCY AND PROCESS WATER

Water amount added to the mortar determines workability of material in adobe production. Since soil is stabilized with 10% gypsum and 2% lime according to soil weight in this research, small grain rate increases. As known, increase in small grains also increases water requirement of mortar. Based on these assumption, 16-25% water admixture changes according to total solid material are tested.

In conclusion, it is observed that mortars with 16% water are too dry to be processed with methods of this research, mortars with 18-20% water have plastic consistency and can be tamped, mortars with 20-22% can be placed through vibration and that in mortars with 25% and above water, coarse grains do not hang on in the mixture and subside due to gravity (segregation). These obtained values display resemblance to the values determined as a result of consistency limit analyses (Section 2.2.2.1.2.).

Water added to the mixture for workability is also affected from water existing in soil. It should be assumed that soil is at the level of oven moisture. New water rates should be determined for soils obtained in drier (in summer heat) and wetter (after rain) areas by performing consistency experiment.

2.3.2.1.2 PRİZ SÜRESİ

Daha önce de açıklandığı gibi, alçının priz süresinin kısa oluşu karışımın işlenebilirliğini zorlaştırmaktadır. Ancak kireç katkısı ile bu süre kontrol altına alınabilmektedir. Şekil 2.2'deki grafikte alçının priz süresinin gecikmesinde kireç katkısının etkisi incelenmiştir. Karışım öncesi 3-8 dakika olan priz başlangıcı alçıya oranla %10 kireç katılması halinde bu süreyi 4-5 dakika geciktirir. Böylelikle yeni priz başlama süresi 12-13 dakikaya ulaşır. İşlenebilirlik süresi ise 25 dakika kabul edilebilir. Bununla birlikte, kireç malzemenin basınç mukavemetini düşürdüğü için karışıma katılma oranı düşük tutulmalıdır. Böylelikle, hem basınç dayanımı yönünden hem de işlenebilirlik yönünden uygun bir karışım elde edilmiş olur.

2.3.2.1.3 YERLEŞTİRME YÖNTEMİ

Kalıplanarak üretilen yapı elemanlarına taze harç döneminde yerleştirme işleminin uygulanmasının amacı, eleman kalıptan çıktıktan sonra elemanı meydana getiren malzeme özelliklerini iyileştirmektir; diğer bir deyişle elemanın deformasyona karşı mukavemetini yükseltmek, hava boşluklarını aza indirmek, homojenliğe katkıda bulunmaktır. Bu gelişmeler aynı zamanda düzgün yüzey ve görünüş sağlar.

Malzemenin beklenen performansa ulaşması için aşağıdaki araç ve yöntemlerden biri kullanılır.

2.3.2.1.2 SETTING TIME

As explained before, since setting time of gypsum is short, workability of the mixture gets harder. However, this process can be taken under control through lime admixture. In the graph in Figure 2.2, effect of lime admixture on retarding setting time of gypsum has been examined. Start of setting time prior to the mixture, which is 3-8min, retards this period 4-5min if 10% lime in proportion to gypsum is added. Thus, new setting time starts 12-13min later. Workability period can be accepted as 25min. However, since lime reduces compressive strength of the material, amount to be added to the mixture should be low. In this way, a suitable material in terms of both compressive strength and workability is obtained.

2.3.2.1.3 ADJUSTMENT METHOD

The aim of application of placement process to construction materials produced by moulding during fresh mortar period is to improve properties of material compromising the element after the element is removed from the mould; in other words, to increase its strength against element deformation, minimize air gaps, to contribute to homogeneity. These developments also provide smooth surfaces and good view.

One of the following devices and methods is used to achieve the performance expected from the material.

- 1) Şişleme
- 2) Tokmaktama, kompaksiyon
- 3) Sarsma tablası ile vibrasyon, masa vibratörü
- 4) Şişe vibrasyonu v.b.

Yerleştirme yöntemlerinden birinin seçimi; yerleştirilecek malzemenin işlenebilirliği ve içindeki agrega büyüklüğü gibi özelliklere, ayrıca kullanılacak kalıbın boyut ve diğer özelliklerine bağlıdır.

Toprak (zemin); su + dane + boşluktan meydana gelir. Daneler arası sürtünme zeminin mukavemetini meydana getirir. Vibrasyon veya kompaksiyon ile daneler arası sürtünme geçici olarak kaldırılır ve boşluklar dolar.

Yerleştirme sistemi olarak vibrasyonun seçilmesi halinde, gözönünde bulundurulacak husus; vibrasyonun frekansı ile agrega büyüklüğü arasındaki ilişkidir. Kısaca özetlenecek olursa, iri daneli agregası olan karışımlar düşük frekansla, küçük daneli agregası olan karışımlar ise yüksek frekansla hareket ederler [30].

Araştırmada ocak toprağı doğal granülometrisi ile kullanılmaktadır (Bkz. Şekil 2.3). Burada 2-7 cm. çapındaki çakıl ve taşlar da bulunmaktadır. Karışım oluşturulurken; bazılarında toprağın kuru ağırlığına %10 alçı katılarak, bazılarında ise %10 alçı + %2 kireç katılarak harç meydana getirilmiştir.

Hem ince hem de iri daneleri olan karışıma, yerleştirme yöntemlerinin hepsi uygulanmıştır. Tokmaktama yönteminde

- 1) *Skewering*
- 2) *Tamping, compacting*
- 3) *Vibration with shaking table, table vibrator*
- 4) *Flask vibration etc.*

Selection of one of the placement methods depends on workability of the material to be placed, aggregate size within it as well as size of mould to be used and other features.

Soil (ground) is composed of water + grains + gaps. Friction among grains forms strength of the ground. Friction among grains is temporarily removed by vibration or compaction and gaps are filled.

If vibration is selected as placement system, the point to be considered is the relation between vibration frequency and aggregate size. In brief, mixtures having coarse aggregates move with low frequency and mixtures having small aggregates move with high frequency [30].

Oven soil is used with its natural granulometry in the research (Figure.2.3). Here are gravels and stones with 2-7cm diameter. While the mixture is being prepared, by adding 10% gypsum according to soil to some and 10% gypsum + 2% lime to others mortars are prepared.

All placement methods are applied to the mixture with both fine and coarse grains. Consistency for tamping and for

kıvam kuru plastik, vibrasyonlarda ise akıcı plastik olmalıdır.

Sarsma tablası ile vibrasyon yönteminde, numune kalıbına harç (toprak + %10 alçı) yerleştirilmiştir. Karışıma sarsma tablası üzerinde 30 sn. süre ile 5000 frekanslı vibrasyon uygulanmıştır. Bu yerleştirme yöntemi ile karışımın kalıp içersine boşluk kalmayacak şekilde yerleşmesi mümkün olmuştur. Yüzeyler ise çok düzgün elde edilmiştir. Labaratuvar düzeni içerisinde karıştırma ve yerleştirme süreleri kısa olduğundan priz süresi içinde işlem tamamlanamamaktadır. İşleme suyu arttırılarak akıcı kıvamda uygulanan bu yöntemde, rötrenin büyük çıkması kerpiç tuğla üretimi ve örme yapılar için sakınca teşkil etmez. Mukavemetin yükselmesi ise faydalıdır.

Akıcı kıvamda uygulanan şişe vibratör ile yerleştirmede de, işlemler priz süresi içinde tamamlanamamıştır. Sertleşmiş karışım üzerine şişe vibratör uygulanmış, bazı örnek kalıplarında harcın kristalleri kırıldığından kimyasal bağ bozulmuş ve malzeme sulanmıştır.

Katı plastik kıvamda ise; yeterli yerleşme kalıp köşelerinde, yüzeylerinde ve bütün kesit içinde sağlanabilmiştir.

Sonuç olarak, toprak + alçı harcı ile denenmiş olan tokmaktama, sarsma tablası ile vibrasyon, şişe vibrasyonu yöntemleri aşamasında; priz süresinin yerleştirme süresine yeterli olamayacağı görülmüştür. Şantiye sürecinde, yerleştirme işlemlerinin

vibration should be dry plastic and fluid plastic, respectively.

Mortar (soil + 10% gypsum) is placed into sample mould in vibration method through shaking table. Vibration with 5000 frequencies is applied to the mixture upon shaking table for 30sec. It is possible to place the mixture into the mould through this placement method so that no gaps remain. Surfaces are very smooth. Since mixing and placement periods within laboratory system are short, the process cannot be completed within setting time. In this method, which is applied at fluid consistency by purifying process water, shrinkage that may be found to be big, does not constitute an obstacle for adobe brick production and masonry constructions. Increase in strength is beneficial.

In placing through spud vibrator applied at fluid consistency, process cannot be completed within setting time. Spud vibrator is applied to hardened mixture and since crystals of mortar are broken down in some sample moulds, chemical bond is disrupted and material becomes watery.

In solid plastic consistency, sufficient placement can be materialized in mould edges, surfaces and the whole cross-section.

In conclusion, it is seen in tamping, which is tested with soil + gypsum mortar; vibration with flask table, flask vibration methods that setting time is not sufficient for placement period. During construction site phase, it is decided that lime is

priz süresi içinde kalması amacıyla karışıma kireç katılmasına karar verilmiştir. Mekanik ve fiziksel deneyler her iki karışım kullanılarak, tokmıklama ve masa vibratörü yardımı ile kalıplara yerleştirilen numuneler üzerinde yapılmıştır.

added to the mixture so that placement transactions can be performed within setting time. Mechanical and physical experiments are conducted upon samples placed into the mould through tamping and table vibrator by using both mortars.

2.3.2.1.4 KARIŞIMIN BELİRLENMESİ

Alçı katkılı kerpiç ile üretilecek duvar malzemesi için, farklı alçı oranlarının (%6.5, %8, %10) denenmesi ile hazırlanan numune özelliklerine (işlenebilirlik, fiziksel ve mekanik özellikler) bağlı olarak en uygun alçı oranı ağırlıkça %10 olarak kabul edilmiştir (TÜBİTAK MAG 505 çalışmasında da uygulama açısından ağırlıkça alçı oranı %10 olarak belirlenmiştir).

2.3.2.1.4 DETERMINATION OF THE MIXTURE

The most suitable gypsum rate is accepted as 10% depending on sample characteristics (workability, physical and mechanic characteristics) prepared through testing different gypsum rates (6.5%, 8%, 10%) for wall material to be produced with gypsum stabilized adobe. (Gypsum rate in TUBITAK MAG 505 research has been determined as 10% according to soil weight in relation to application).

Karışıma giren su oranının belirlenmesi amacıyla yapılan kıvam çalışmaları sonucunda ise, % 20 oranında su içeren plastik kıvamda bir karışım hazırlanmasına karar verilmiştir.

As a result of consistency studies conducted to determine water rate to be added to the mixture, a mixture at plastic consistency with 20% water content is decided to be determined.

Bunların yanısıra, alçı katkısı ile karışımın hızla katılaşıp kalıba zorlukla yerleştirilmesi, içersine kireç katılmasını zorunlu kılmıştır (Bkz. sayfa.63). Kireç katkısının belirlenen karışımın özellikleri üzerindeki etkisini incelemek için, değişen oranlarda kireç katkısının (%0.5, %1, %1.5, %2 ve %25) etkisi araştırılmıştır.

In addition, since placement of the mixture into the mould is difficult as it hardens rapidly due to gypsum admixture, lime addition is necessitated (see page.63). To examine effect of lime admixture on characteristics of mixture, effect of lime admixture in different rates (0.5%, 1%, 1.5%, 2% and 2.5%) is observed.

2.3.2.2 SEÇİLEN KARIŞIMIN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

2.3.2.2 DETERMINATION OF CHARACTERISTICS OF THE SELECTED MIXTURE

2.3.2.2.1 Deney Numunelerinin Hazırlanması

2.3.2.2.1 Preparation of Experiment Samples

Karışımın işlenebilirliğini belirleme konusunda yapılan ön çalışmalardan ve TÜBİTAK MAG 505 çalışmalarından elde edilen bulgulara dayanılarak, %10 katkılı alçı ile 6 farklı karışım hazırlanmış ve her karışımdan 6 adet olmak üzere toplam 36 adet numune üretilmiştir. 10x10x50'lik çelik kalıplarda hazırlanan bu numunelerde, karışıma katılan %10 alçı ve %20 su oranları sabit tutularak %0.5, %1, %2, %2.5 oranlarında kireç katmak yoluyla optimum kireç miktarı araştırılmıştır.

Based on preliminary studies and TUBITAK MAG 505 research conducted on workability of the mixture, six different mixtures are prepared with 10% gypsum and six samples from each mixture, i.e. totally 36 samples are produced. By maintaining 10% gypsum and 20% water rates added to the mixture constant in these samples prepared in 10x10x50 steel moulds, optimum lime amount is researched through adding lime at the rates of 0.5%, 1%, 2%, 2.5%.

Numunelerin tümünün hazırlanmasında aynı yöntem izlenmiş, karışım kalıba döküldükten sonra 20 dakika içinde kalıplar sökülmüş ve 24 saatte bir rötre değerleri ölçülmüştür. Rötre süresi numunelerin tümünde 15 gün olarak sabit tutulmuştur. Daha sonra, rötresini tamamlayan numuneler üzerinde deneyler yapılmıştır.

The same method is followed in preparation of all of the samples and 20 min after the mixture is poured into moulds, moulds are removed and shrinkage values are measured in every 24h. Shrinkage period is determined as 15min for all samples. Experiments are conducted on samples, which have completed their shrinkage.

2.3.2.2.2 Fiziksel Deneyler

Numunelerin hazırlanması sırasında, toprağa hem katkılı (ham ya da baz) hem de katkısız alçı katılmış; böylelikle elde edilen deney sonuçlarına dayanılarak hangi alçı türünün kullanılacağına karar verilmiştir.

Bu amaçla, 11 % 10 katkılı alçı + kireç 11 ve 11 %10 katkısız alçı + kireç 11 olmak üzere iki farklı türde karışım esas alınarak hazırlanan numuneler üzerinde;

- 1) Rötire
- 2) Birim ağırlık
- 3) Kılcallık (suyun zamana bağlı olarak yükselmesi) deneyleri yapılarak, bulgular değerlendirilmiştir.

2.3.2.2.2.1 Rötire

Numunelerin boyutları 24 saat aralıklarla kumpas ile ölçülerek (Resim 2.1), ilk ve son ölçüm arasındaki farka bağlı olarak rötire yüzdeleri hesaplanmıştır. Şekil 2.10'da; %10 alçı oranının sabit tutularak kireç katkısı etkisinin araştırıldığı numunelere ait rötire değişimi eğrisi, SIA standartlarında [19] kil türlerine göre belirlenmiş olan rötire sınırları içerisinde gösterilmiştir. Bu numunelerde kullanılan alçı, katkılı alçıdır. Eğriden de anlaşılacağı gibi, kireç katkısı nedeniyle rötirede alçı katkısının etkisine benzer bir durum (Bkz. Şekil 2.6) söz konusudur.

2.3.2.2.2 Physical Experiments

During preparation of samples, gypsum with and without admixture (raw or base) are added to soil and thereby, which gypsum type will be used is determined based on the obtained experiment results.

To this end, the following experiments are conducted on samples predicated on two different mixtures, which are "with 10% gypsum and lime" and "without 10% gypsum and lime":

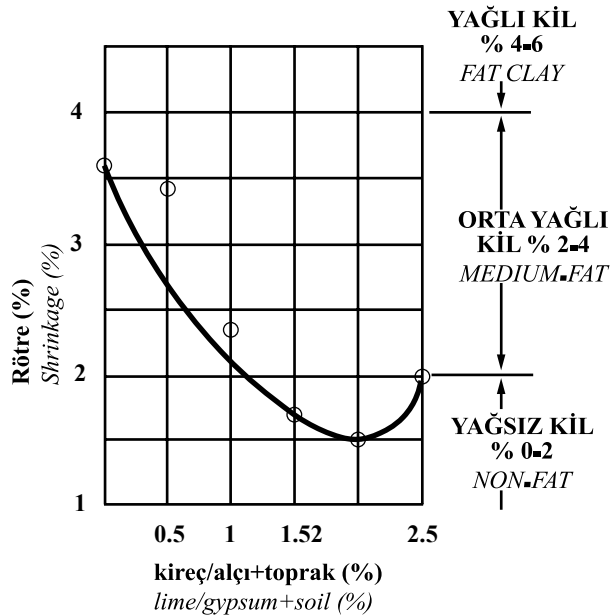
- 1) *Shrinkage*
- 2) *Unit Weight*
- 3) *Capillarity (water increase within time) and the findings are evaluated.*

2.3.2.2.2.1 Shrinkage

Sample sizes are measured in every 24h with composing stick (Figure.2.1) and shrinkage rates are calculated based on the difference between first and last measurement. In Figure 2.10, the shrinkage change curve of samples on which effect of lime admixture is examined by maintaining 10% gypsum rate constant is between shrinkage limits defined by SIA Standards [19] for clay types. Gypsum used in these samples is with admixture. As can be understood from the curve, an effect similar to that of gypsum admixture can be observed in shrinkage due to lime admixture (Figure 2.6).



Resim 2.1. Osmaneli Yöresi Kerpiç Konut (Kültür Mirası)
Picture 2.1. Shrinkage Measurement



Şekil 2.10. %10 Katkılı Alçı İle Hazırlanan Numunelerde Kireç Katkısı Oranına Bağlı Olarak Rötire Değişimi.

Figure 2.10. Shrinkage Change According to Lime Addition to Samples Prepared with 10% Gypsum

2.3.2.2.2 Birim Ağırlık

Boyutları ölçülerek hacimleri hesaplanan tüm deney numuneleri maksimum 30 kg. kapasiteli OMEGA marka terazi ile tartılarak ağırlıkları bulunmuş ve bu iki ölçüme dayalı olarak birim ağırlıkları hesaplanmıştır. Şekil 2.11’de %10 katkılı alçı ile hazırlanmış numunelerde, kireç katkısı oranına bağlı olarak birim ağırlık değişimi görülmektedir.

Eğrinin incelenmesi ile, kireç katkısının birim ağırlığının azalmasına neden olduğu söylenebilir. Nitekim %2 kireç etkisiyle birim ağırlık %9 kadar düşmektedir. Bu grafik, kireç katkısı oranına bağlı olarak birim ağırlık değişiminin gösterildiği Şekil 2.7’deki grafikte paralellik göstermektedir.

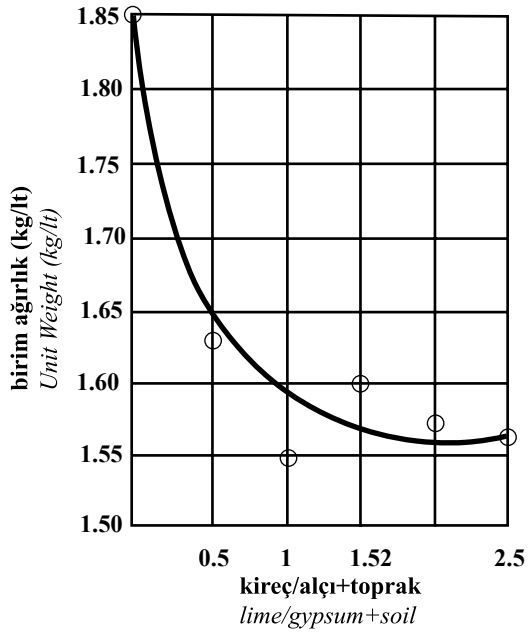
%10 katkısız (ham) alçı ile hazırlanan numunelerde ise, %0.5 kireç etkisinde 1.768 kg / it , %2 kireç etkisinde ise 1.744 kg / it birim ağırlık değerleri bulunmuştur.

2.3.2.2.2 Unit Weight

Experiment samples, whose dimensions are measured and volumes are calculated, are weighed by OMEGA balance with maximum 30kg capacity and their unit weights are calculated basing on these two measurements. In Figure 2.11, change in unit weight depending on lime admixture rate in samples prepared with 10% gypsum with admixture can be seen.

When the curve is examined, it can be said that lime admixture leads to decrease in unit weight. In fact, unit weight decreases down to 9% with 2% lime effect. This graphic displays resemblance to the graphic in Figure 2.7, where change in unit weight depending on lime admixture rate is demonstrated.

In samples prepared with 10% gypsum without admixture (raw), in case of 0.5% lime, unit weight value is found to be 1,768kg/lit and in case of 2% lime, unit weight value is found to be 1,744kg/lit.



Şekil 2.11. %10 Katkılı Alçı İle Hazırlanan Numunelerde Kireç Katkısı Oranına Bağlı Olarak Birim Ağırlık Değişimi.

Figure 2.11. Unit Weight Change According to Lime Addition to Samples Prepared with 10% Gypsum

2.3.2.2.3 Kılcallık Deneyi (Suyun Zamana Bağlı Olarak Yükselmesi)

Rötresini tamamlamış numuneler, yan yüzeyleri parafinlenerek cam çubuklar üzerinde su dolu bir kap içersine sadece alt yüzeyleri suya temas edecek şekilde yerleştirilmişlerdir (Resim 2.2). Bu düzenekte 1 saat zaman aralıklarıyla suyun yükselmesi izlenmiştir. 24 saatlik gözlem sonunda %10 alçı katlılı numunede suyun 4cm. kadar yükseldiği (Resim 2.3), %10 alçı + kireç katlılı numunede ise suyun yaklaşık 17cm. kadar yükseldiği, ancak herhangi bir dağılma olmadığı gözlenmiştir (Resim 2.4). Kireç katkısıyla suyu daha fazla yükselmesi, kirecin hidratasyonunun alçıya nazaran daha uzun sürede gerçekleşmesi nedeniyledir. Ancak uzun vadede hidratasyon [31] gerçekleştikten sonra, kireç katkısının neme ve suya dayanıklılığı arttırdığı bilinmektedir.

2.3.2.2.3 Capillarity Experiment (Water Increase Within Time)

Samples having completed their shrinkage are placed into a container with water above glass sticks and by having their lateral surfaces covered with paraffin in such a way that bottom surface touches water (Figure.2.2). Water increase is followed in every 1 hour in this mechanism. It is observed that after 24h, water increases approximately 4cm in the sample with 10% gypsum (Figure 2.3) and approximately 17cm in the sample with 10% gypsum + lime, however, scattering is not observed (Figure 2.4). Increase in water due to lime admixture results from the fact that hydration of lime occurs in a longer time than gypsum. It is known that lime admixture increases resistance against moisture and water after hydration occurs in long-term [31].

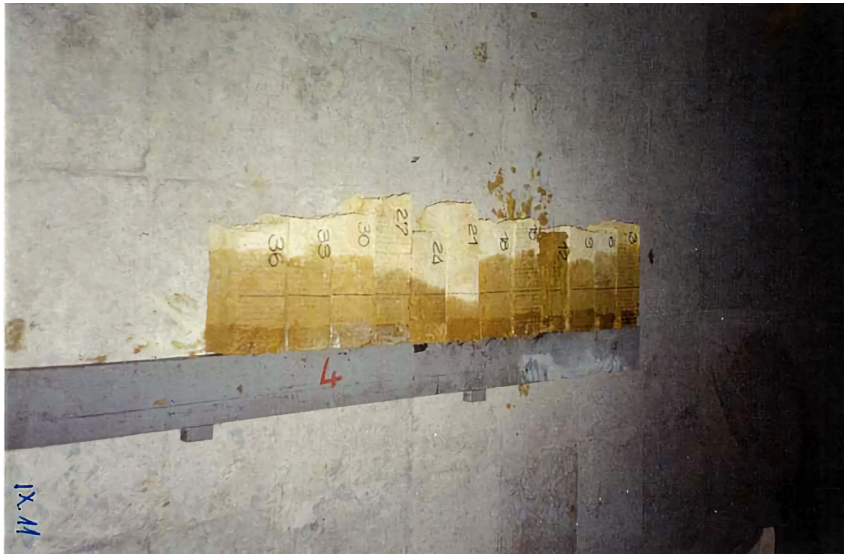


Resim 2.2. Kılcallık Deneyi
Picture 2.2. Capillarity Experiment



Resim 2.3. %10 Katkılı Alçı İle Hazırlanan Numunelerde 24 Saat Sonunda Suyun Yükselme Miktarları

Picture 2.3. Water Increase Amount in Samples Prepared with 10% Gypsum Addition after 24 hours



Resim 2.4. %10 Katkılı Alçı + %2 Kireç İle Hazırlanan Numunelerde 24 Saat Sonunda Suyun Yükselme Miktarları

Picture 2.4. Water Increase Amount in Samples Prepared with 10% Gypsum + 2% Lime

2.3.2.2.3 MEKANİK DENEYLER

2.3.2.2.3 MECHANICAL EXPERIMENTS

2.3.2.2.3.1 Eğilmede Çekme Dayanımı

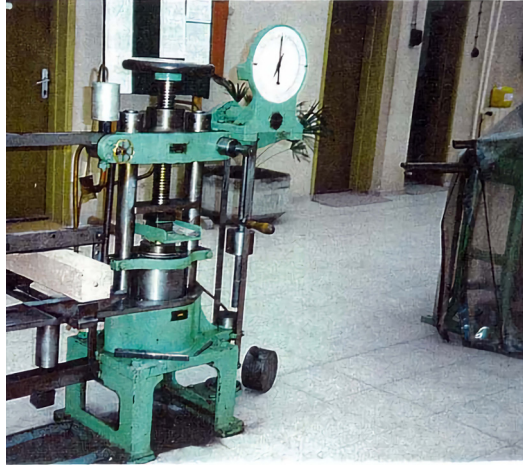
2.3.2.2.3.1 Bending Tensile Strength

Genellikle eğilmede çekme dayanımı alçı katkı oranının artmasına bağlı olarak artmaktadır (Bkz. Şekil 2.9). Bunun yanı sıra, kireç katkısı dayanımı düşürmektedir. Bu düşme miktarının hazırlanan numunelerde ne şekilde gerçekleştiğini belirlemek amacıyla, TS 3286'ya [32] göre gerçekleştirilen eğilme deneyinde; Amsler marka 2000 kg-f max kapasiteli eğilme aleti kullanılmıştır (Resim2.5).

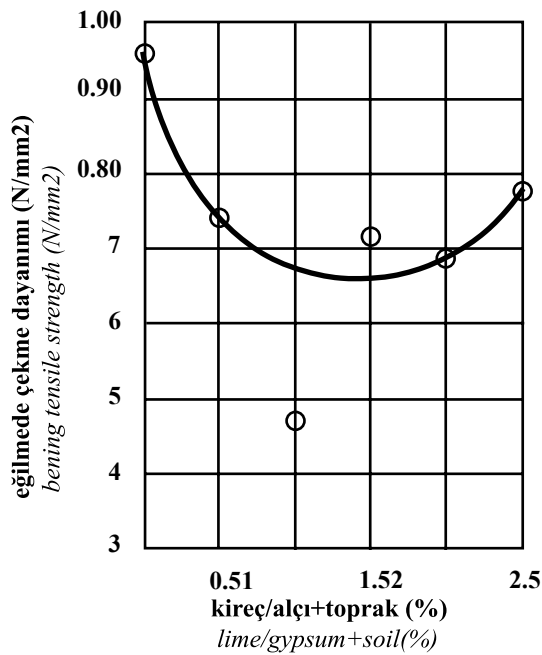
Generally, bending tensile strength increases depending on the increase in gypsum addition rate (Figure 2.9). In addition, lime admixture decreases strength. In bending experiment performed according to TS 3286 [32] in order to determine how this decrease will occur in prepared samples, Amsler bending machine with maximum 2000kg-f capacity is used (Figure 2.5).

%10 katkılı alçı ile hazırlanan numunelerde bulunan eğilme dayanımı sonuçlarına göre (Şekil 2.12); kireç katılmadan önce 0.96 N/mm^2 olan dayanım, %2 kireç katkısı ile 0.63 N/mm^2 'ye düşmektedir. % 10 katkısız alçı ile hazırlanan numunelerde ise; %0.5 kireç katkısı ile 0.91 N/mm^2 , %2 kireç katkısı ile de 0.84 N/mm^2 eğilme dayanımı elde edilmektedir. Bulunan bu değerler; SIA standartları ile birim ağırlığı $1.60-2.20 \text{ kg/it}$ olan blok kerpiçler için belirlenmiş 0.3 N/mm^2 'lik minimum eğilme dayanımı değerinden yüksektir [19].

According to the bending strength results obtained from samples prepared with 10% gypsum with admixture (Figure 2.12), strength, which is 0.96 N/mm^2 prior to lime admixture, decreases to 0.63 N/mm^2 with 2% lime admixture. In samples prepared with 10% gypsum without admixture, 0.91 N/mm^2 bending strength is obtained with 0.5% lime admixture, while 0.84 N/mm^2 bending strength is obtained with 2% lime admixture. These obtained values are higher than 0.3 N/mm^2 bending strength defined by SIA Standards for earthen blocks whose unit weight is $1.60-2.20 \text{ kg/l}$ [19].



Resim 2.5. Eğilmede Çekme Dayanımı Deneyi
Picture 2.5. Bending Tensile Strength Experiment



Şekil 2.12. % 10 Katkılı Alçı İle Hazırlanan Numunelerde Kireç Katkısı Oranına Bağlı Olarak Eğilmede Çekme Dayanımı Değişimi.
Figure 2.12. Bending Tensile Strength Change in Samples Prepared with 10% Gypsum According to Lime Addition

2.3.2.2.3.2 Basınç Dayanımı

Basınç deneylerinde Amsler marka 10000kg-f max. kapasiteli basınç presi kullanılmıştır (Resim 2.6). Eğilme deneyi sonucu 2 parçaya ayrılmış olan numunelerin her bir parçası 10x10 cm boyutlu çelik plakalar kullanmak suretiyle basınç deneyine tabi tutulmuşlardır.

%10 katkılı alçı ile hazırlanan numuneler için elde edilen sonuçlar Şekil 2.13 'deki grafikte gösterilmişlerdir. Örneğin, kireç katılmadan önce 3.14 N/mm² olan basınç dayanımı, %2 kireç katkısı ile 2.21 N/mm²'ye düşmektedir.

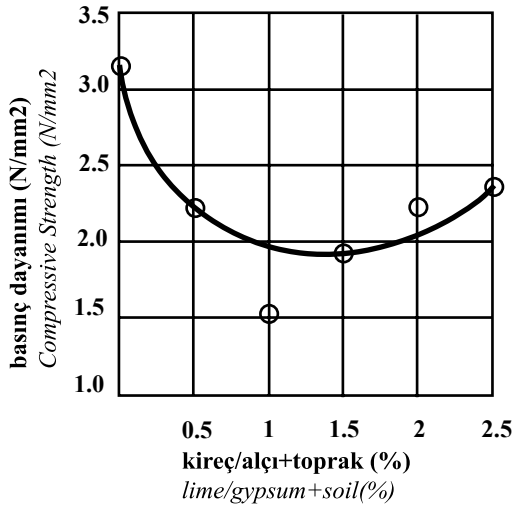
2.3.2.2.3.2 Compressive Strength

Amsler compressive press with maximum 10,000 kg-f capacities is used in compressive experiments (Figure.2.6). Each part of samples, which are divided into two as a result of bending experiment, is subject to compressive experiment where 10x10cm steel plates are used.

The results obtained for samples prepared with 10% gypsum with admixture are demonstrated in the graph in Figure 2.13. For example, compressive strength, which is 3.14 N/mm² before lime is added, decreases to 2.21 N/mm² with 2% lime admixture.



Resim 2.6. Basınç Dayanımı Deneyi
Picture 2.6. Compressive Strength Experiment



Şekil 2.13. % 10 Katkılı Alçı İle Hazırlanan Numunelerde Kireç Katkısı Oranına Bağlı Olarak Eğilmede Basınç Dayanımı Değişimi.

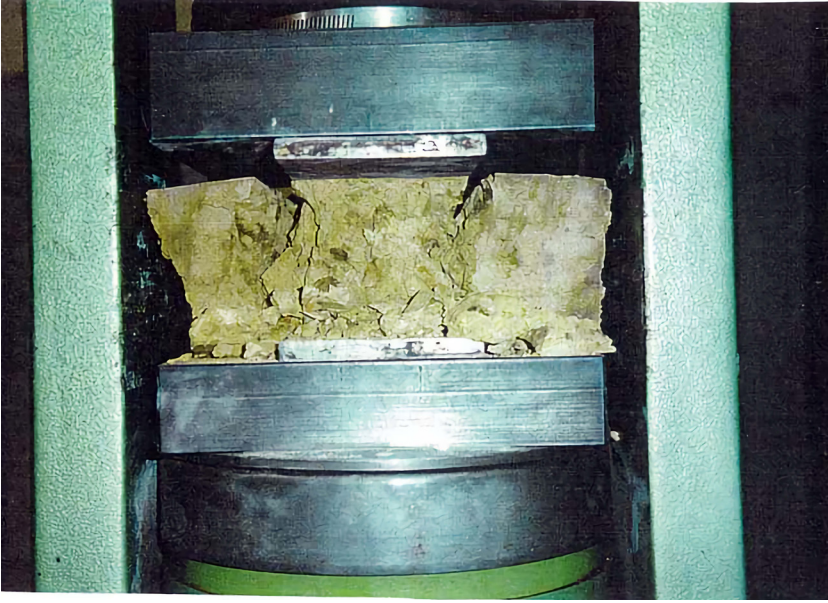
Figure 2.13. Bending Tensile Strength Change in Samples Prepared with 10% Gypsum According to Lime Addition

%10 katkısız alçı ile hazırlanan numunelerde ise; %0.5 kireç katkısı ile 4.02 N/mm²’lik ve %2 kireç katkısı ile 3.63 N/mm²’lik basınç dayanımı elde edilmiştir. Bu değerler; SIA [19], CRA-Terre [33] tarafından blok kerpiçler için önerilen 2.0 N/mm²’lik ve New Mexico Kerpiç Yönetmeliği’nde [16] belirtilmiş olan 250 pounds/inç² (1.75 N/mm²)’lik minimum basınç dayanımı değerlerinden yüksektir.

Gerek katkılı gerekse katkısız alçı ile hazırlanan bu numunelerin basınç deneyi sonucunda kırılma kesitlerine bakıldığında -betonda olduğu gibi- üçgen prizma şeklinde oldukları görülür (Resim 2.7 ve Resim 2.8). Buna dayanarak malzemenin hemen hemen beton karakterinde olduğu söylenebilir.

In samples prepared with 10% gypsum without admixture, compressive strength of 4.02 N/mm² is obtained with 0.5% lime admixture and compressive strength of 3.63% N/mm² is obtained with 2% lime admixture. These values are higher than the minimum compressive strength value suggested by SIA [19], CRA-Terre [33] for adobe blocks, which is 2.0 N/mm², and by New Mexico Adobe Regulation [16], which is 250 pounds/inch² (1.75 N/mm²).

When fracture sections of these samples (as in concrete) prepared with gypsum with and without admixture due to compressive experiment are examined, it is seen that they are triangular prism (Figure.2.7 and Figure.2.8). It can be said that material has almost concrete’s characteristics.



Resim 2.7. Basınç Presindeki Numune
Picture 2.7. The Sample in Compressive Press



Resim 2.8. Basınç Deneyi Sonrası Numunenin Kırılma Kesiti.
Picture 2.8. Cross-Section of Fracture After Compressive Experiment

2.4 SONUÇ

Bu bölümde; deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular özetlenerek mekanizasyona uygun malzeme kararlarına varılmıştır.

Ocaktan alındığı gibi taşlı, çakıllı haliyle kullanılacak olan toprağın mekanik ve fiziksel özelliklerinin iyileştirilmesi için ağırlıkça %10 alçı ilave edilmiştir. Alçının priz süresinin şantiyede çalışmak için yeterli olabilmesi amacıyla, karışıma %2 kireç katılmıştır. Priz süresi ile ilgili olan kireç katkısı düşük oranlarda da yeterli olabilmektedir.

Deneyler sonucunda elde edilen bulgular ışığında, uygulamaya yönelik olarak aşağıdaki belirlemeler yapılmıştır.

*Karışım içerisine girecek alçı oranı hem mekanik dayanım hem de maliyet yönünden ağırlıkça %10 olarak kabul edilmiştir.

*Karışıma katılacak su oranının belirlenmesi amacıyla yapılan ön çalışmalar sonucunda, ağırlıkça %18-20 oranında su ilavesi ile elde edilen plastik kıvamdaki karışımın işlenebilirlik yönünden en uygun karışım olduğuna karar verilmiştir.

* Alçının priz süresini geciktirmek amacıyla kullanılan kireç, önce harç suyuna katılmalıdır. Kireç + su karışımını içerisine alçı katılarak elde edilen kireçli alçı, toprak + su karışımına ilave edilerek homojen karışım sağlanmıştır.

2.4 CONCLUSION

In this section, findings obtained as a result of experimental studies are summarized and material decisions suitable for mechanization are made.

To improve mechanical and physical properties of stony and pebbly soil to be used as taken out of oven, 10% gypsum is added. To extend setting time of gypsum so that time is sufficient for working in site, 2% lime is added to the mixture. Lime admixture, which is related to setting time, can also be sufficient at low rates.

The following conclusions are made for application in line with the findings obtained as a result of experiments:

** The rate of lime to be added to the mixture is accepted as 10% by weight in terms of both mechanical strength and cost.*

** As a result of preliminary studies conducted to determine water rate to be added to the mixture, it is decided that the mixture obtained at plastic consistency due to water addition at 18-20% is the most suitable mixture in terms of workability.*

** Firstly, lime used to retard setting time of gypsum should be added to mortar water. Limed gypsum obtained by adding gypsum to lime + water mixture is added to soil + water mixture and thus, homogenous mixture is obtained.*

* Duvar yapımı için endüstriyel kalıplara yerinde döküm tekniği kabul edilmiş, karışımın tokmaktama yoluyla yerleştirilmesine karar verilmiştir.

* Duvar oluşturulduktan sonra, kurumaya başlamadan önce, içindeki alçı prizini tamamlamaktadır. Kuruma döneminde kilin büzülme davranışı, alçının priz sonucu oluşturduğu iskelet ile önlenir. Böylelikle rötre küçülmekte, poröz bir bünye elde edilmektedir. Birim ağırlığın azalması ise, ısı iletkenlik değerinin küçülmesine neden olur. Bunların tümü, bu malzeme ile inşa edilen yapılarda ısınma enerjisinin azalmasına katkı sağlayacaktır.

* Karışıma katılan alçı malzemenin suya dayanıklılığını arttırmaktadır. Böylelikle, malzeme boşluklu yapısıyla su emmesine rağmen dağılmamaktadır.

* Alçının malzeme içerisinde oluşturduğu iskelet eğilme ve basınç dayanımını arttırmaktadır. Basınç deneyi ile kırılan numunelerin beton ile aynı karakteri göstererek üçgen prizma şeklinde kırıldıkları görülmüştür.

** Casting into industrial moulds method is accepted for wall formation and the mixture is placed through tamping method.*

** After the wall is formed and before it dries, gypsum inside completes its setting. The framework formed by gypsum due to setting prevents shrinkage behaviour of clay during drying. Thus, shrinkage decreases and a porous structure is obtained. Decrease in unit weight results in decrease in thermal conductance value. All of these will contribute to the decrease in heating energy in buildings constructed with this material.*

** Gypsum added to the mixture increases material's resistance against water. Thus, material does not scatter although it absorbs water due to its porous structure.*

** The framework formed by gypsum within the material increases bending and compressive strength. It is observed that samples broken during compressive test display the same characteristic with concrete and when they are broken, their shape is triangular prism.*

3

**ALÇILI KERPİCE UYGUN
MEKANİZE İNŞAAT**

**MECHANIZED
CONSTRUCTION**

3.1 GİRİŞ

Alçılı kerpiç malzemenin laboratuvar düzeyinde fiziksel ve mekanik özellikleri iyileştirilmiş, deney bazında işlenebilirliği arttırılmıştır.

Özellikleri standart aşamasına getirilmiş malzemenin yapı üretim aşamasında uygulanabilirliği ve şantiye mekanizasyonu için arazide bir konut inşaatı gerçekleştirilmiştir. Brüt alanı yaklaşık 100 m² olan her türlü konfor ihtiyacına cevap veren tek katlı müstakil bir konut inşa edilmiştir. Söz konusu şantiyenin organizasyonu ve mekanizasyonu açısından gerek Avrupa gerek ülkemizde uygulanmış örneklerle kıyaslandığında iş gücü, süre, arazi kullanımı, çevre şartları açısından inşaat teknolojisi, kalıp seçimi ve mekanizasyon konularında olumlu sonuçlar alınmıştır.

3.1 INTRODUCTION

The physical and mechanical characteristics of gypsum stabilized adobe material have been improved in the laboratory level and its experimental treatment has been increased.

A building construction has taken place on the soil for the building site mechanization and applicability of the material whose characteristics have been brought to a standard degree. A single storied, detached house with 100 m² gross area, which meets all the comfort requirements, has been built. When the organization and mechanization of the building site in question are compared with examples applied either in Europe or in our country, positive results are obtained in construction technology, mould selection and mechanization in terms of workmanship, period, land use and environmental conditions.

3.2 İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

Kerpiç yapının toplu konuta uygulanabilirliğini inceleyen bu bölümde inşaat teknolojisi geliştirmek için beton teknolojisinden yararlanılmıştır. Diğer bir deyişle beton teknolojisinde harç hazırlanması, duvar boyutunda kalıp kullanılması, harcın kalıba yerleştirilmesi, makina ile üretim yöntemlerinin uygunluğuna bakılmıştır. Bu amaçla üniversal yatay eksenli betoniyer , “PERI Hand - Set” endüstriyel kalıp, vibratör, sarsma tablası, “WACKER” kompaktör, balyoz (tokmak) kullanılmıştır. Bu şekilde üniversal inşaat makinaları kullanılması uluslararası literatür ve gözlemlerde (Almanya, Fransa, ABD, Endonezya) daha önce rastlanmamış bir uygulamadır. Böylelikle Birleşmiş Milletler’in, iskan çalışmalarında dahi önerilen “özel” ve kullanılması “lisans” anlaşması gerektirebilen kerpiç blok üretme makinaları (Ek 1) ve tekniklerine gerek kalmamaktadır.

Önceki araştırmalarda (örn.MAG 505) malzemenin alçı + kireç ile stabilizasyonu sağlanmıştır [11]. Atılması gereken ikinci adım ise beton teknolojisinin mekanik özelliklerinden yararlanarak kerpiç yapı malzemesine uygun bir inşaat teknolojisi geliştirmektir [12].

3.2 CONSTRUCTION TECHNOLOGY

In this section, which studies the applicability of adobe building to mass housing, concrete technology has been used in order to develop the construction technology. In other words, appropriateness of mortar preparation; use of cast form in the wall dimensions; placing the mortar into the mould and production with the machine in concrete technology have been studied. In this respect, universal horizontal-axis concrete mixer, “PERI Hand-Set” industrial mould, vibrator, shaking panel, “WACKER” compactor and sledge-hammer (tamper) are used. Such use of universal construction machines has never been applied in international literature and researches (German, France, U.S.A., Indonesia). Thus, the “special” adobe block production machines and techniques recommended by the United Nations even for housing studies, for which “licensee agreements” are required, are not needed anymore.

In the previous studies (i.e. MAG 505), the gypsum +lime stabilization of the material has been obtained. The second step is the development of a construction technology suitable to the adobe construction material with the help of the mechanic characteristics of the concrete technology.

3.2.1 DURUMUN BELİRLENMESİ

Kerpiç yapı için geliştirilen inşaat teknolojileri her ülke ve toplum için değişiklikler göstermektedir. Durumu belirlemek için uygulanan bazı teknolojileri incelemekte yarar görülmüştür.

3.2.1 DETERMINATION OF THE SITUATION

The construction technologies developed for the adobe buildings vary from country to country and from community to community. To determine the situation, it will be worthwhile to scan some technologies.

A. GELENEKSEL (ANADOLU) [34]

Zaman seçimi İlkbahar - Yaz başı

Toprağın seçimi

Elde sıkılarak şekillendirilen toprak hamuru yaklaşık 1.00 mt. yere bırakılınca dağılmalı sadece şekil değiştirilmelidir.

Katkı malzemesi

Bitkisel atıklar..... lifli, ağaç kökenli
Taş cinsinden katkılar kum, çakıl

Kazı

Uygun toprak olan yerde, bitki toprağı kaldırıldıktan sonra ocak açılır.

Eleme

Dane çapları 2 cm'den büyük olan agrega ve yabancı maddeler elenir.

Harç hazırlanması

Harç çukurları açılır. Toprak ıslatılıp çığnenerek plastik kıvama getirilir. Katkı maddesi eklenir.

A. TRADITIONAL (ANATOLIA) [34]

Time choice *Beginning of spring-summer*

Soil choice

When the soil paste which is shaped compressing in hand, is left from a height of 1 m, it must not scatter but only change shape.

The admixture

*Plant remains... fibrous, tree originated
The admixture in stone species ... sand, pebble*

The Digging Process

In a place where there is suitable soil, after lifting the plant soil, an excavation is opened.

Elimination

The aggregates with diameters bigger than 2 cm. and foreign materials are eliminated.

Preparation of mortar

Mortar pits are opened. By wetting and treading under soil becomes as dense as plastic. Admixture is added.

Harcın dinlendirilmesi

Harç katkı maddesi ile 1-2 gün mayalanması için dinlendirilir.

Kalıplama

Harç ahşap kalıplara dökülür. Manuel aletlerle yerleştirme yapılır.

Kurutma

Yağmurdan, sert güneşten korunur, nemlendirmek amacıyla ıslatılan kalıplar rüzgar ve gölgede kurutulur.

Koruma

Hemen kullanılmayacaksa güneş ve yağmurdan korumak için örtü altına alınır.

Taşıma

Üretim yerinin inşaat yerine uzaklığına göre el arabası, ahşap teskere ve traktör kullanılır.

Örgü

Kireç katkılı toprak harç ile örgü

Leaving the mortar to rest

The mortar with the admixture is left 1-2 days to rest for yeasting.

Shuttering (casting)

The mortar is poured in timber mould. The placement is made with manual instruments

Drying

Protected from rain and sun. For moistening, the wet moulds are left to dry in wind and shade

Protection

If not used immediately, it is taken under a cover to be protected from sun and air.

Transportation

According to the distance between the production site and the construction site, a hand - cart, a timber stretcher and a caterpillar are used.

Mesh

Meshing with lime-soil mortar.

B. FRANSA (MALİ İÇİN)**Zaman seçimi**

Blok üretimi için fabrika kuruluyor.

Toprak seçimi

İçinde laboratuvar değerleri %40 kum + %35 silt + %20 kil olan toprak uygundur.

B. FRANCE [20] (FIGURE 3.1 & 3.2)**Time choice**

A factory is constructed for block production.

Soil choice

Soil, which has lab values of 40% sand + 35% blue limestone + 20 clay is suitable.

Katkı malzemesi

Çimento

Kazı

Kazma kürek yardımıyla kazı yapılır.

Nakliye

Ocağın fabrikaya uzaklığına göre araç gereç kullanılır.

Öğütme + eleme + depo

İstenen dane büyüklüğünde elenir veya mekanik öğütme makinası ile öğütülür.

Nakliyat+dozaj+yoğurma

Basit şantiye araçları ile nakliye yapılır. Çimento + su dozajı ayarlanır. Yoğurma makinası ile karışım hazırlanır.

Pres + nakliye

Motorlu presler kullanılır.

İlk kurutma

Plastik örtü altında (3 gün) yüzey çatlaklarını önlemek amacıyla ıslatılarak kurutulur.

Nakliye + 21 günlük stok

El arabaları veya at arabaları ile yapı yerine taşıma.

Örgü

Killi toprak harcı ile örgü

The Admixture

Cement

The Digging Process

With the help of pickaxe and shovel.

Conveyance

According to the distance of the excavation area to the factory it depends which vehicle will be used.

Grinding +elimination +depot

It is eliminated in the desired dimension or is grinded in the mechanical grinding machine.

Conveyance +dosage +mixing

Conveyance is done with simple construction site vehicles. The dosage of cement + water is regulated. The mixture is made with a machine.

Press +Conveyance

Motor presses are used.

Primary drying

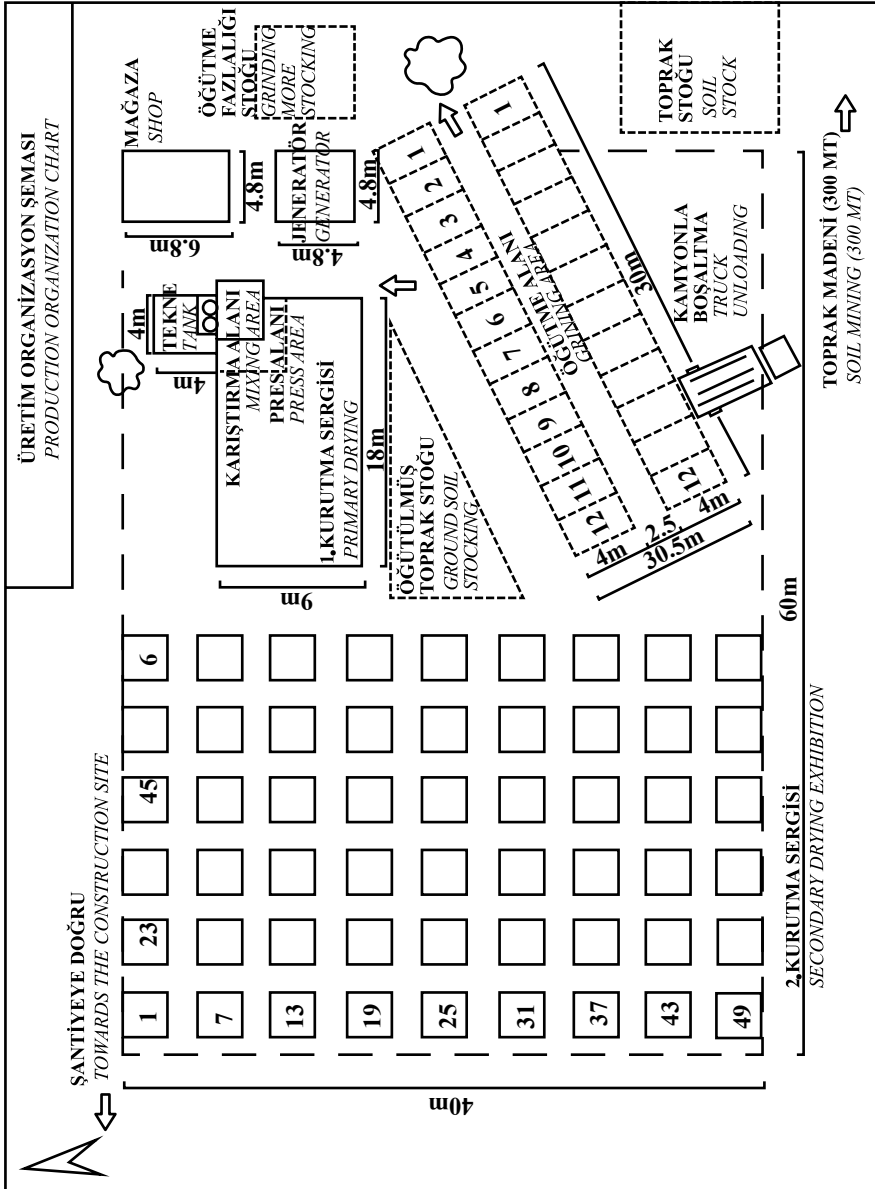
Under a plastic cover (for 3 days), it is kept moist and allowed to dry in order to prevent surface cracks.

Conveyance +Stocking for 21 days

Transport in the construction site with a hand-cart or horse-carriages.

Meshing

Meshing with clayey-earth mortar.



Şekil 3.2. Üretim Yerleşim Şeması / Fransa (Mali Cumhuriyeti-Sanon Koroba)

C. İSVİÇRE (GELENEKSEL) [35] (ŞEKİL 3.3)

Zaman seçimi Yaz ve bahar ayları

Toprak seçimi

İçinde labaratuvar değerleri %40 kum +40 silt + %5 kil bulunan toprak

Katkı malzemesi Yok

Kazı

Basit inşaat aletleri ile kazı yapılır.

Nakliye

Uzaklığa göre at kullanılır.

Toprak + Malz.stoğu

Ocağın şantiyeye olan uzaklığına göre toprak stoğu yapılır.

Eleme

Toprak manuel yöntemlerle elenir.

Karıştırma

Toprağı harç kıvamına getirmek için karıştırılır.

Dinlendirme

Karışım çukurlarda dinlendirilir.

Şekil verme

Kalıplarda şekillendirilir.

Kurutma

Malzeme güneş veya rüzgarda kurutulur.

C. SWITZERLAND (TRADITIONAL) [35] (FIGURE 3.3)

Time choice Summer and spring months.

Soil choice

Soil, which has lab values of 40% sand + 40 % blue limestone 5% clay.

The Admixture No admixture.

The Digging Process

It is made with simple construction tools.

Conveyance

According to distance, done with horse or hand-cart.

Soil +Material Stocking

According to the distance of the excavation area to the construction site soil stocking is made.

Elimination

Soil is eliminated with manual methods.

Mixing

Soil is mixed to become at mortar density.

Leaving to rest

The mixture is left to rest at pits.

Giving a shape

It is given shape at moulds.

Drying

The material is dried in sunlight or wind.

Stok

Üretim ve inşaat zamanı farklı ise bloklar stoklanır.

Nakliye

Yapı inşaat yerine gereken miktar kadar taşıma.

Örme Harçla örme yapılır.

Stocking

If the production and construction periods are different, the blocks are stocked.

Conveyance

Carrying an essential amount to the construction site.

Meshing Meshing with mort

D. U.N. (BİRLEŞMİŞ MİLLETLER) [6]

Zaman seçimi Yaz ve bahar ayları

Toprak seçimi

Basit şantiye yöntemleri (koku , renk , sıkma vb.)

Katkı malzemesi

Çimento, kireç bitüm ve emülsiyonlar,- kimyasal stabilizanlar , tokmaktama, tarımsal artıklar, doğal organik lifler ...

Kazı

Kuru , kurutulmuş toprak, Basit el aletleri ve basit makina

Eleme + öğütme

Yabancı maddelerve taş,çakıl vb. için

Harç hazırlama

Basit gereçlerle oranları ölçülür.

D. UNITED NATIONS (UN) [6]

Time Choice *Summer and spring months.*

Soil Choice

Simple construction site methods (smell, colour, compression, etc.)

The Admixture

Cement, lime bitumen emulsions, chemical stabilizers, tamping, agricultural wastes, natural organic fibers...

The Digging Process

Dry and dried soil, simple hand-tools and simple machines.

Elimination +Grinding

For foreign materials and stone, pebble, etc.

Mortar Preparation

The proportions are measured with simple tools.

Dinlendirme

Eğer stabilizan kireç ise toprağın iyice nemini alması için beklenir. Stabilizan çimento ise hidrasyona hemen başladığı için derhal üretime geçilir.

Karıştırma

Betoniyer kullanışlı bulunmadığı için basit aletlerle karıştırma yapılır.

Kalıplama

Kalıpların içinde elle şekillendirme

Kurutma

Kalıptan çıkan blok plastik poşetlerde bekletilir.

İkincil kurutma

Stabilizan çimento ise 3 hafta kurutma süresi uygulanır.

Duvar

Harç ile örme işlemi yapılır. kireç ise 4 haftalık

Leaving to rest

If the stabilizer is lime, it is left to take the moisture of the soil totally, If it is cement, as it starts immediately to hydration, production starts right away.

Mixing

As the cement-mixer is not found useful, mixing is made with simple tools.

Shuttering (casting)

Shaping with hands in the moulds.

Drying

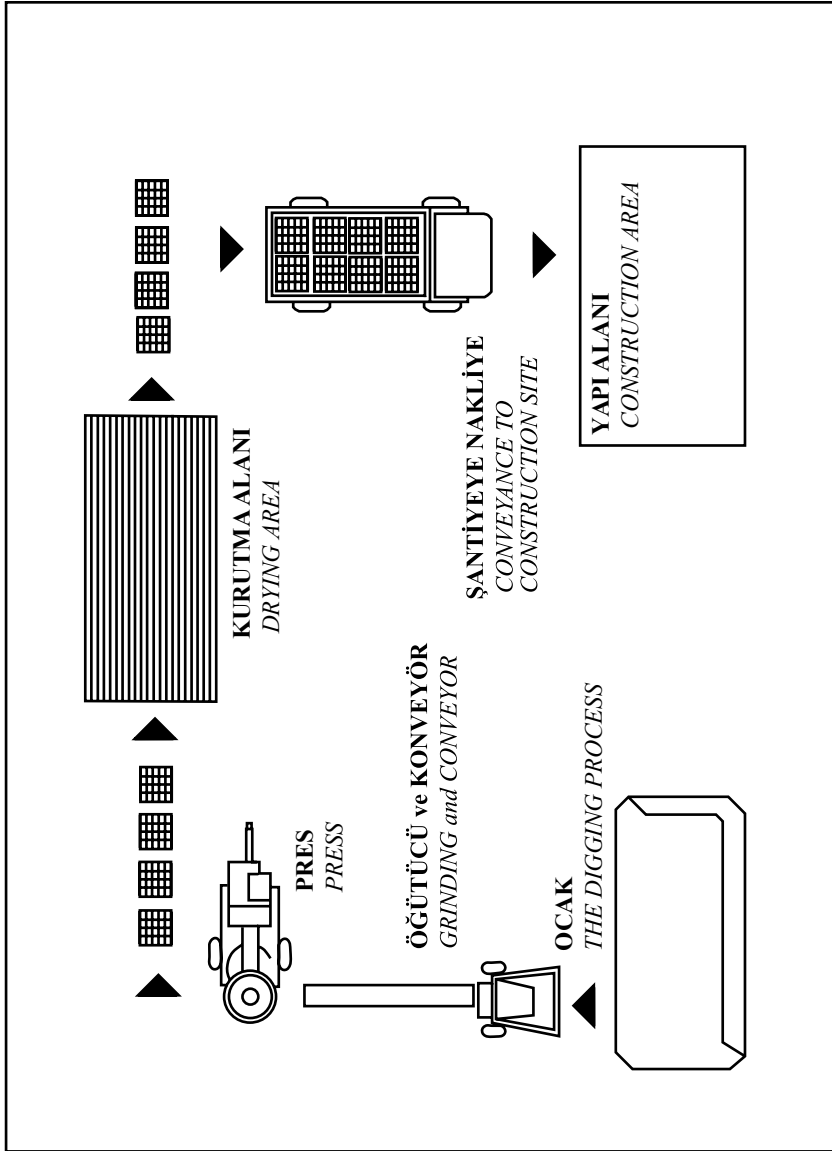
Blocks taken out of the moulds are left in plastic bags.

Secondary Drying

If the stabilizer is cement, a drying period of 3 weeks; if lime, a period of 4 weeks.

The Wall

Meshing with mortar.



Şekil 3.3. Kerpiç Tuğla Üretim Aşamaları / İsviçre
 Figure 3.3. Adobe Brick Production Stages /

3.2.2 ARAŞTIRMANIN KATKISI

Ülkemizde bugüne kadar kerpiç yapı için inşaat teknolojisi geliştirme amaçlı çok kapsamlı ve sürekli çalışmalar yapılmamıştır. 1983 yılında İTÜ bünyesinde inşa edilen alçılı kerpiç araştırma ve deneme evi doğrultusunda 1984 yılında "Alçılı Kerpiğin Üretim Olanaklarının Araştırılması" başlıklı bir yüksek lisans tezi hazırlanmıştır. Tez'de malzeme özelliklerinin iyileştirilmesi ön planda tutulmuştur.

A.TEZ ' 84 1 İTÜ [12]

Zaman seçimi İlkbahar - Sonbahar

Toprak seçimi

Basit manuel yöntemlere başvurulur. Bitki toprağı hariç killi toprak uygundur.

Kazı

Nakliye açısından ocağın şantiyeye yakınlığı istenir.

Eleme

Dane çapı 2 cm'den büyük taşlar mukavemeti düşürdüğü için eleme yapılır.

Karışım

Çamur (toprak+su) teskerede hazırlanır.Ortasına açılan çukura alçı +kireç + su karışımı konur.

3.2.2 CONTRIBUTION OF THE RESEARCH

Regular and comprehensive studies aiming at the improvement of adobe construction technology have not been conducted in our country up to day. In 1984, a high bachelor thesis with the title "The Research on the Opportunities of Gypsum Stabilized Adobe Production" concerning the gypsum stabilized adobe research and experimental house built in 1983 by I.T.U was completed. In the thesis, the improvement of the characteristics of the material was put in the foreground.

A. THESIS'84/ ITU [12]

Time choice Spring - Autumn

Soil choice

With simple manual methods. Except plant soil,clayey earth is suitable.

The Digging Process

Relevant to the conveyance, the excavation area is preferred to be close to the construction site.

Elimination

Stones with diameters bigger than 2cm are eliminated, as they reduce the resistance.

Mixing

Mud (soil + water) is prepared. Gypsum + lime +mixture is put into the hole opened in the middle of the mud mixture.

Kalıp

1. Kerpiç tuğlası kalıbı
2. Münferit yerinde döküm kalıpları
3. Sürekli yerinde döküm kalıpları

Kalıplama

Kürekle kalıplara konur. Tokmaklanır. Master ile düzeltilir.

Duvar örme

İki tür kalıpta duvar üzerine kurulur.

Mould

1. Adobe brick mould
2. Single in-situ moulds
3. Continuous in-situ moulds

Shuttering (Casting)

It is put in moulds with shovels. Tamping is made. It is smoothed with screed board.

Walling

80th the two types of moulds are set up on the wall.

B. TÜBİTAK İNTAG-TOKİ 622/**Zaman seçimi**

4 mevsim (Üniversal şantiye takvimi)

Toprak seçimi

Şantiyeye yakın ocaktan çıkan doğal killi ve çakıllı toprak kullanılır. Ön hazırlık yoktur.

Katkı Malzemesi

Toprağın ağırlıkça %10 alçı + %2 Kireç + % 19 su

Kazı

Kepçe ile ocaktan kazı yapılır. Şantiyede duvar hacminin % fazlası ile toprak stoğu hazırlanır.

B.TUBITAK İNTAG-TOKİ 622/**Time choice**

4 seasons (universal construction site calendar).

Soil choice

Natural clayey and graveled soil extracted from the excavation area close to the construction site is used. There are no beginning preparations.

The Admixture Material

10% gypsum + 2% lime + 19% water of soil weight.

The Digging Process

Digging is done from the excavation area with a ship. In the construction site, soil stock is prepared according to X%+ wall volume.

Karışım

Toprak el arabası ile betonyere konur. Nemlendirilir. %10 Alçı + %2kireç + %19 su oranlarında hazırlanan karışım eklenir.

Kalıp

Duvar boyutunda çelik konstrüksiyonlu endüstriyel kalıp duvar yerinde kurulur.

Kalıba taşıma

Toprak el arabası ile betonyere konur. Nemlendirilir.

Sıkıştırma

Tokmak veya kompaktör ile sıkıştırılır. Akıcı plastik kıvamda vibratör kullanılabilir.

Mixing

Soil is put into the cement mixer with a hard cart. It is left to moisten. The mixture is added with values of 10% gypsum + 2% lime + 19% water.

Mould


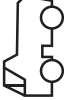















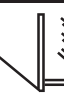














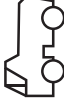




An industrial steel construction mould in the wall dimensions is set up in the place of the wall.

Conveyance to the

Suitable to carry with shovels, conveyor, mould belts, scoops and crane buckets.

Compression

With tamper and compactor. In plastic fluid phase, a vibrator can be used.

KERPİÇ ÜRETİM TEKNOLOJİLERİ SUREÇ KARŞILAŞTIRMASI COMPARISON OF ADOBE PRODUCTION PROCESS TECHNOLOGIES		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
İSVİÇRE SWITZERLAND		 OCAKTAN ÇIKARMA THE DIGGING PROCESS	 TAŞIMA TRANSPOR- TATION	 STOK STOCKING	 ELEME ÖĞÜTME ELEMINATION GRINDING	 KARIŞTIRMA MIXING	 DİNLENDİRME LEAVING TO REST	 ŞEKİL VERME GIVING A SHAPE	 KURUTMA DRYING	 STOK STOCKING	 TAŞIMA TRANSPOR- TATION	 ÖRME MESHING
FRANSA FRANCE		 OCAKTAN ÇIKARMA THE DIGGING PROCESS	 TAŞIMA TRANSPOR- TATION	 STOK STOCKING	 ELEME ÖĞÜTME ELEMINATION GRINDING	 KARIŞTIRMA MIXING		 ŞEKİL VERME GIVING A SHAPE	 KURUTMA DRYING	 STOK STOCKING	 TAŞIMA TRANSPOR- TATION	 ÖRME MESHING
ANADOLU ANATOLIA		 OCAKTAN ÇIKARMA THE DIGGING PROCESS	 TAŞIMA TRANSPOR- TATION		 ELEME ÖĞÜTME ELEMINATION GRINDING	 KARIŞTIRMA MIXING	 DİNLENDİRME LEAVING TO REST	 ŞEKİL VERME GIVING A SHAPE	 KURUTMA DRYING	 STOK STOCKING	 TAŞIMA TRANSPOR- TATION	 ÖRME MESHING
622		 OCAKTAN ÇIKARMA THE DIGGING PROCESS	 TAŞIMA TRANSPOR- TATION	 STOK STOCKING		 KARIŞTIRMA MIXING					 TAŞIMA TRANSPOR- TATION	 ÖRME MESHING

Tablo 3.1. Kerpiç Tuğla Üretim Teknolojileri Süreç Karşılaştırması (İşlem Kriterine Göre)
Table 3.1. Process Comparison of Adobe Production Technologies (According to Transaction Criteria)

3.3 KERPIÇ YAPI ŞANTİYESİ

3.3.1 DURUM BELİRLENMESİ

İncelenen araştırmalarda da görüldüğü gibi kerpiç üretimi için her ülke ihtiyaçları ve yapı kültürleri doğrultusunda inşaat teknolojileri geliştirmişlerdir. Tablo 3.1’de 4 ayrı inşaat sürecinin işlem kriterine göre karşılaştırması görülmektedir.

3.3.2 ARAŞTIRMANIN KATKISI

Bu bölümde, araştırma bünyesinde yapılan kerpiç yapı inşaatında, uygun toprak seçimi, harcın hazırlanması, kalıplama ve duvar oluşturma aşamalarındaki gelişmeler görülmektedir.

Araştırma için, İTÜ Maslak Kampüsü’nde Rektörlük tarafından inşaat alanı tahsis edilmiştir. Bu alanda; araştırma binası alanı, karışım hazırlama alanı, deney platformu, şantiye yönetim bürosu, işçi yatakhane ve yemekhanesi, malzeme stok birimlerini kapsayan bir çadır bulunmaktadır (Şekil 3.4).

Üretim sürecinin diğer örneklerden daha kısa olmasının yanı sıra, iklim şartlarından bağımsız olarak uygulanan inşaat teknolojisi özellikle kitle üretimine rasyonellik kazandırmıştır.

3.3 ADOBE CONSTRUCTION

3.3.1 DETERMINATION OF THE SITUATION

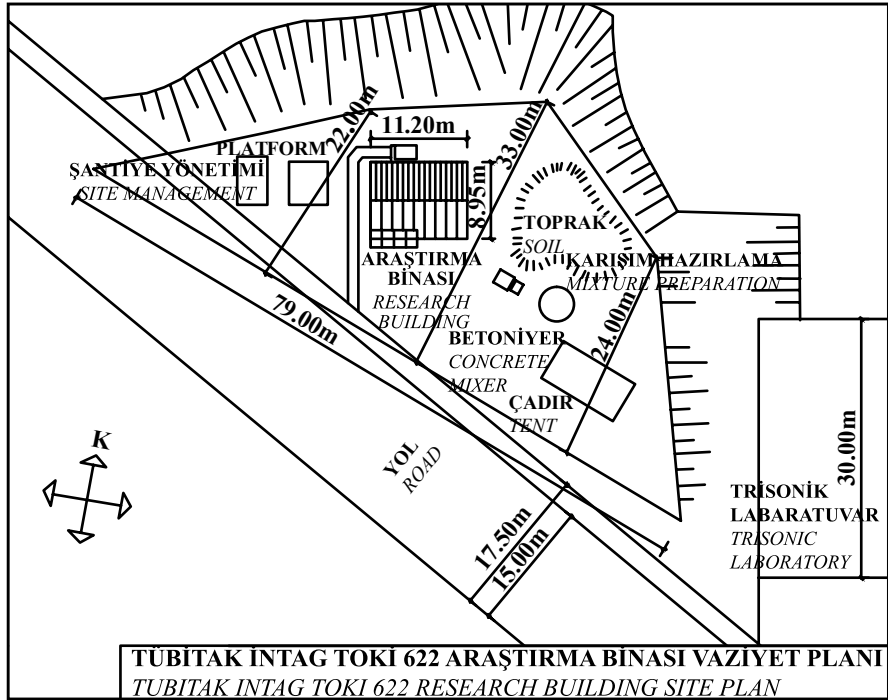
As can be seen from the scanned researches, each country has developed different construction technologies for adobe production according to their needs and construction cultures. In Table 3.1, comparison of four separate construction processes according to transaction criteria can be seen.

3.3.2 CONTRIBUTION OF THE RESEARCH

In this section, the developments at the phases of suitable soil choice, mortar preparation, casting, and wall formation in adobe construction, which has been built within the scope of the research studies, can be examined.

The construction area in I.T.U Maslak Campus was assigned by the rectorate for the research. This site consists of a research building area, mixture preparation area, experiment platform, building site administration office, a dormitory and a dining hall for the workers, and a tent that contains the material stock units (Figure 3.4).

In addition to its production period, which is shorter than the other examples, this construction technology having been applied regardless of the climate conditions has given rationalism especially to the mass production.



Şekil 3.4. İNTAG TOKİ 622 Kerpiç Yapı Projesi Vaziyet Planı (Rektörlük Tahsisi)
 Figure 3.4. Process Comparison of Adobe Production Technologies
 (According to Transaction Criteria)

3.3.2.1 UYGUN TOPRAK SEÇİMİ

Büyük kerpiç yapı şantiyelerinde uygun toprak laboratuvar deneyleri ile seçilebilir. Laboratuvar deneyleri hem zaman alıcıdır, hem de teknisyen ve ekipman ihtiyacı nedeniyle maliyeti artırır. Münferit yapı inşaatında basit deneylerle sağlıklı sonuçlar alınmaktadır.

Kerpiç yapımına en uygun toprağın açık renkli kaolinit grubu killeri muhteva eden toprak olduğu bilinmektedir [12].

3.3.2.1 SELECTION OF SUITABLE SOIL

In large scaled adobe construction sites, the suitable soil can be chosen by lab experiments. Lab experiments are both time-consuming and increase the costs due to the technician and equipment requirements. In single constructions, positive results can be achieved with simple experiments.

The most suitable soil is known to be the one including light colored chine-clay. This soil which is thought to be suit

Renginden uygun olduğu düşünölen toprağın avu içerisinde sıkılıp serbest bırakıldığında dağılmaması ya da kuruduktan sonra yaklaşık 1.00 mt. yükseklikten yere bırakılması halinde paralanmayıp, sadece büyük paralara ayrılması malzemenin alçılı kerpiç yapımında kullanılabilirliğini göstermektedir.

Toprağın uygunluğuna karar vermek için kullanılan bir metod da örnek blok yapmak ve sudan koruyacak şekilde açık havada kurutmaktır. İdeal toprak karışımı, yapılan bloklarda büyük ve tehlikeli çatlak vermeyenidir [16]. Uygun kerpiç karışımında kullanılacak kil ve kumun içinde suda çözülebilen tuzlar %2 oranından fazla olmamalıdır [19].

Araştırmada kullanılan toprak bir yandan laboratuvarda denenmiş, diğer yandan ise şantiyede blok dökölüp gözlenerek uygunluk belirlenmiştir (Resim

able due to its color proves to be useable in gypsum stabilized constructions since it does not scatter when pressed in hand and later released or is not broken into pieces but divides into large particles when it is released from 1 meter height after it has dried.

Another method used to decide the suitability of the soil is making sample block and drying it in open air in such a way that it is also protected from water. The ideal soil mixture is the one that does not result in severe and dangerous cracks in the blocks. The salts that dissolve in water and are going to be used in the suitable adobe mixture of clay and sand should not exceed 2%.

The soil used in the research has been examined in tab, and besides, casting and observing the block in the building site have determined the suitability (Fig-



Resim 3.1. Şantiyede Dökölen Numune Blok
Picture 3.1. Sample Block Casted in Construction Site

3.3.2.2 HARÇ

3.3.2.2.1 TOPRAĞIN HAZIRLANMASI

Daha önceki deney ve araştırmalarda kullanılacak toprak içerisinde dane çapları 2 cm'den büyük olan taşların kerpicingin mukavemetini düşürücü rol oynadıkları ifade edilmiştir [12]. Ancak %10 alçı oranı ile stabilize edilen kerpiç üretiminde toprağın elemesine gerek görülmemiştir. Yapılan laboratuvar deneylerinde (Bkz. Böl.2) büyük boylu agrega ile üretilen numunelerde basınç mukavemeti ortalama 2.2 N/mm²'dir.

6 cm çapındaki taşların kullanılabilirliği görüldükten sonra şantiyede toprağın elenmesi işlemi üretim sürecinden çıkarılmıştır. Malzemenin 2 cm çapında kalabilmesi için yapılacak elek veya öğütme işinde harcanan zaman ve işçilik maliyetlerinden de tasarruf edilmiştir. Dolayısıyla bu işlem için birçok ülkede değişik örneklerine rastlanan özel araç, gereçler de şantiye organizasyonu içinde yer almamıştır.

3.3.2.2.2 KARIŞIM HAZIRLANMASI

Yapılan deneylerin sonuçlarına dayanarak alçılı kerpiç karışımının hazırlanması oldukça basite indirgenmiştir. Üretim süresi, işçilik ve maliyet birimleri azaltılmıştır. Şantiyede yapılan ALKER duvar üretimi boyunca çalışma kolaylığı ve malzemenin rasyonel kullanımı açısından toprak miktarı 50 kg (yaklaşık 1 dolu el arabası) olarak belirlenmiştir. 50 kg

3.3.2.2 MORTAR

3.3.2.2.1 PREPARATION OF THE SOIL

It has been stated in the previous researches and experiments that the stones with diameters bigger than 2 cm play a resistance reducing role in the soil [12]. But in the adobe production, which has been stabilized with 10% gypsum, elimination of the soil is not necessary. It has been found in the lab experiment (see Sec.2) that the compressive strength is 2,2 N/mm² in average in the samples produced with coarse aggregate.

After it has been seen that stones with diameters of 6 cm. can be used, the stage involving the elimination of the soil in the building site is removed from the production period. The costs for the time and workmanship spent in the elimination and grinding stages to keep all the material in a diameter of 2 cm are also saved. Thus, special samples of tools and instruments used in various countries did not take place in this building site organization.

3.3.2.2.2 PREPARATION OF THE MIXTURE

Due to the results of the experiments, the preparation of gypsum adobe mixture has rather been simplified. The production period, labor and cost units have been reduced. As regards the working comfort during ALKER wall production in the building site and the rational usage of the material, the soil amount is determined to be 50 kg (approximately 1 full handcart).

toprak 1 işçi tarafından en fazla 3 dakika içinde stoktan çıkarılıp betoniye boşaltılmıştır. 250 litrelik betoniye üretim için yeterli görülmüştür (Resim 3.2).

Toprağın kuruluk oranına, hava şartlarına göre betoniye'deki toprağı nemlendirmek gerekebilir. Toprağın en kuru olduğu zamanda toplam su miktarından max. 2 kg su ilave edilmiştir. % 19 su ile elde edilen plastik kıvam için toprağın nemliliğinin yeterli olduğu günlerde bu işleme gerek kalmamıştır. Suyun toprak içinde homojen dağılmasına yetecek kadar süre -yaklaşık 1/2dk- betoniye çalıştırılmıştır. 2. işçi bu sırada 50 kg toprak için gereken kuru toprağın ağırlıkça %10'u oranındaki 5 kg baz alçı, %2'si oranındaki 1 kg kireç ve % 19 oranındaki 9kg su karışımını, 3 dakika içinde karışıma başlamak için hazır hale getirebilmektedir (Resim 3.3).

Karışımında alçının priz süresini geciktirmek için kullanılan kireç, suya alçıdan önce katılmış ve alçının prizinin başlangıcını geciktirmiştir. Uzatılan priz süresi nedeniyle işlenebilirlik süresi uzatılmıştır.

Betoniye'deki toprağa eklenen karışımın toprağın bütününde dağılımı gözle izlenmektedir. Yeterli süre sonra -ortalama 1 dk- betoniye durdurulur ve karışım el arabalarına boşaltılır (Resim 3.4).

50 kg of soil was taken out of the stock and emptied into the cement-mixer in ut-most 3 minutes. A cement-mixer of 250 lit is accepted to be sufficient for the production (Picture 3.2).

According to the dryness of the soil and the weather conditions, the soil in the cement-mixer may need to be moistened. When the soil is in the most dry form, a maximum amount of 2 kg has been added from the total water reserve. This process is not required when the soil moisture is sufficient for the plastic consistency achieved with 19% water. The cement-mixer is worked for approximately 1-2 minutes, that is the time required for the dissolving of water homogenously in the soil. During this time, the second worker can prepare 5 kg base gypsum (that is 10% of the weight of the dry soil), 1 kg lime (that is 2% of the weight) and 9 kg water mixture (that is 19% of the weight) in 3 minutes for the mixing process (Figure3.3).

The lime used to retard the setting time of gypsum in the mixture is added to the water before gypsum and it retards the initial set of gypsum. Due to the delayed setting time, the treatment period is extended.

The dissolution of the mixture added to the soil in the cement-mixer throughout the whole soil can be seen with naked eyes. After the adequate time - 1 minute in average- the cement mixer is stopped and the mixture is emptied into handcarts (Picture 3.4).



Resim 3.2. Toprağın Kreklerle Betoniyere Yerleştirilmesi
Picture 3.2. Shoveling Soil into Concrete Mixer



Resim 3.3. Ölçeklendirilmiş Kovalarda Ali + Kireçli Su Karışımının Hazırlanması
Picture 3.3. Preparation of Gypsum + Lime + Water Mixture in Scale Buckets



Resim 3.4. Betoniyerin Boşaltılması
Picture 3.4. Discharge from Concrete Mixer

Karışımındaki oranlar ve ölçekler aşağıdaki şekillerde bir düz işçinin kolayca kavrayabileceği normlara dönüştürülmüştür.

50 kg toprak = 1 dolu el arabası (0.06 m³)
 5 kg alçı = 4 dolu kürek
 1 kg kireç = 2 silme kürek
 Max 2 kg su = Toprak nemlendirilecekse.
 17 kg su = Çalışmayı kolaylaştırmak için 2 ayrı ölçekli kap kullanılmıştır (9 ve 8 kg. lık kap). Dolayısıyla alçı ve kireç de bu ölçeklere göre oranlanarak karıştırılır (Resim 3.5).

The proportions and the scales in the mixture are turned into norms that a worker can understand easily:

Figure 3.7. Discharge from Concrete Mixer
 50 kg soil = 1 full hand-cart (0,06m³)
 5 kg gypsum = 4 full shovels
 1 kg lime = 2 shovels full to the brim.
 Max. 2kg water = If the soil is to be moistened.
 17 kg water = To ease the work, 2 different scaled containers are used (containers of 8 kg and 9 kg). Thus, gypsum and lime are mixed according to these scales (Picture 3.5).



Resim 3.5. Alçı +Kireç+Su Oranları El Arabası ve Kürek Birimlerine İndirgenmesi
Picture 3.5. Turning Gypsum + Lime + Water Rates into Hand Chart and Shovel Units

3.3.2.3 KALIP

Dünya üzerinde kerpiç yapı olarak değişik inşaat teknikleri ve kalıp çeşitleri vardır. Ülkemizde ise kerpiç örme duvar ve kerpiç blok üretimi ile inşaat tekniği en çok görülendir. Tokmaklama metoduna genellikle bahçe duvarı yapımında rastlanır. Bu metot ile yapılan üretimin dayanımı konusunda kullanıcıların bazı sorunları olmuştur. Bağlayıcıların sadece kil ve toprakla olduğu kerpiç duvarda, tokmaklama iyi yapılmadığı takdirde duvarda bozulmalar görülmektedir [14].

Bu çalışmada ise stabilizasyon alçı ve kireçle yapıldığı için söz konusu sakınca ortadan kaldırılmıştır.

3.3.2.3 MOULD

There are different construction techniques and mould types for adobe construction in the world. In our country, the construction technique of adobe masonry and adobe block: production is the most available. The tamping method is generally used in garden wall construction. But the users have had some problems with the durability of this kind of production. If the tamping process is not applied successfully in the adobe wall, which has only binders of clay and soil, deformations are seen [14].

In this study, since the stabilization is performed with gypsum and lime, the drawback in question disappears.

3.3.2.3.1 KERPiÇ ÜRETİMİ İÇİN ÜLKEMİZDE KULLANILAN KALIP TİPLERİ

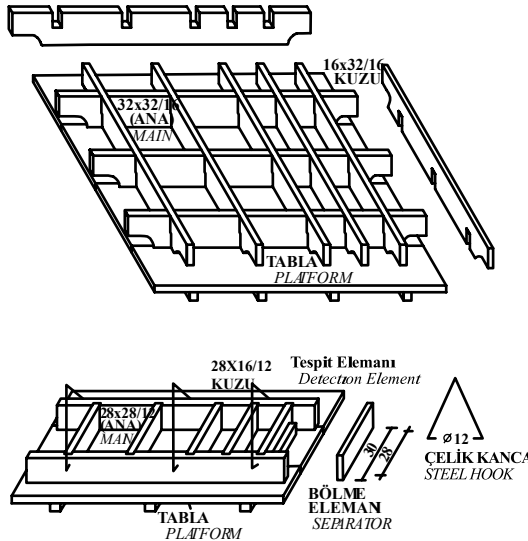
A. GELENEKSEL KERPiÇ TUĞLASI DÖKÜM KALIBI

Kalıp tahtalarının birbirine geçmesi ile rijitliği sağlanmıştır. Kullanılan en eski kalıp tipidir. Bir defada max. 4 blok üretilen kalıp tipine, elde edilen blok sayısını artırıcı yönde yapılan bir model değişikliği ile kullanım kolaylığı getirilmiştir [12] (Şekil3.5). Ancak blok üretimindeki aşamalar (kurutma, şantiyede stok, nakliye, örülme işçiliği, örülme malzemesi vb.) nedeniyle kerpiç tuğlası üretim ve inşaat aşamaları arasında zaman kaybı olmuştur. Ayrıca maliyet ve işçilik açısından üretim şartlarının iyileştirilmesi de mümkün olamamıştır.

3.3.2.3.1 MOULD TYPES TO BE USED FOR ADOBE PRODUCTION IN OUR COUNTRY

A. TRADITIONAL ADOBE BRICK CASTING MOULD

Rigidity is obtained through fitting wood pieces of mould to each other. It is the oldest mould type. For this mould type, where maximum 4 blocks can be produced at a time, ease of use can be provided through a model change so that more blocks can be produced [12] (Figure 3.5). However, due to the phases of block production (drying, stocking in site, transportation, masonry workmanship, masonry material etc.), time is lost between adobe brick production and construction phases. Besides, it is not possible to improve production conditions in terms of costs and workmanship.



Şekil 3.5. Geleneksel Kerpiç Tuğlası Döküm Kalıpları
Figure 3.5. Traditional Adobe Brick Casting Moulds

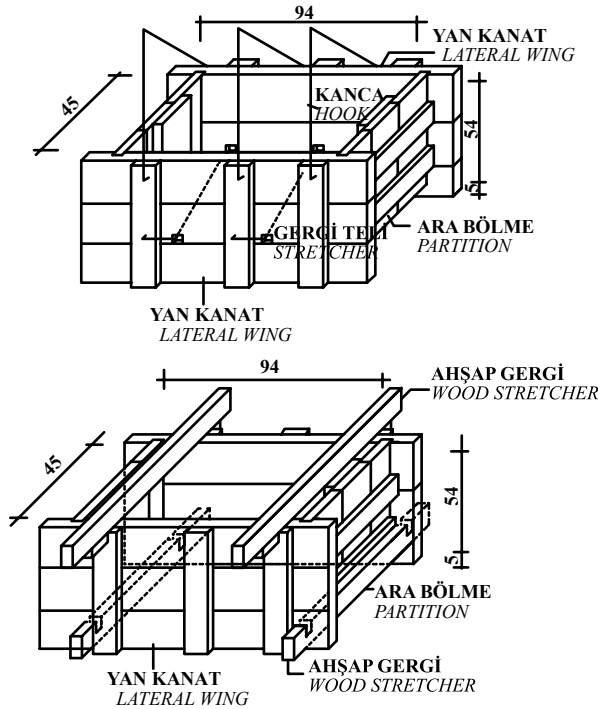
B.YERİNDE DÖKÜM KALIPLARI *B.IN-SITU CASTING MOULDS*

B1. MÜNFERİT YERİNDE DÖKÜM KALIPLARI

Duvar yerinde kurulan kalıplara harç dökülerek duvar elde edilir (Şekil 3.6). Günlük dökümlerde görülebilecek rötrenin duvara etkisini azaltmak için kalıp boşluk bırakarak ileriye yerleştirilir. Bu sistemde kalıp aktarma yerlerinde düzlem farklılıkları oluşmaktadır. Düzlem farkı fazla sıva malzemesi gerektirmektedir. Eşit yüzey üstüne eşit kalınlıktaki sıva daha ömürlü olur [36].

B1. *INDIVIDUAL IN-SITU CASTING MOULDS*

Wall is obtained by pouring mortar into moulds mounted in the place of wall (Figure 3.6). By leaving a certain distance in order to reduce the effect of shrinkage on wall, which may be encountered in daily castings, the mould is placed forward. In this system, level differences emerge in places where the mould is transferred. Plaster with equal thickness on equal surfaces will be more durable [36].



Şekil 3.6. Münferit Yerinde Döküm Kalıbı
Figure 3.6. Individual In-Situ Casting Mould

Kalıbın zayıf olduğu ve tokmaktama sırasında rijitliğini ve basınca dayanıklılığını kaybettiği görülmüştür. Kalıbın tokmaktama sırasında açılacak tahtalarına için gergi çubukları eklenerek kalıp modelinde değişiklik yapılmıştır [12]. Ancak kurma, sökme ve temizleme için harcanan süre ve işçi sayısı arttığı için üretimi olumsuz yönde etkilemiştir.

It is observed that the mould is weak and it loses rigidity and compressive strength during tamping. The mould model is modified by adding stretcher bars in order to prevent wood pieces of the mould from separating from each other during tamping [12]. However, since time and the number workers spent for mounting, demounting and cleaning increase, it affects production negatively.

B2. SÜREKLİ YERİNDE DÖKÜM KALIPLARI

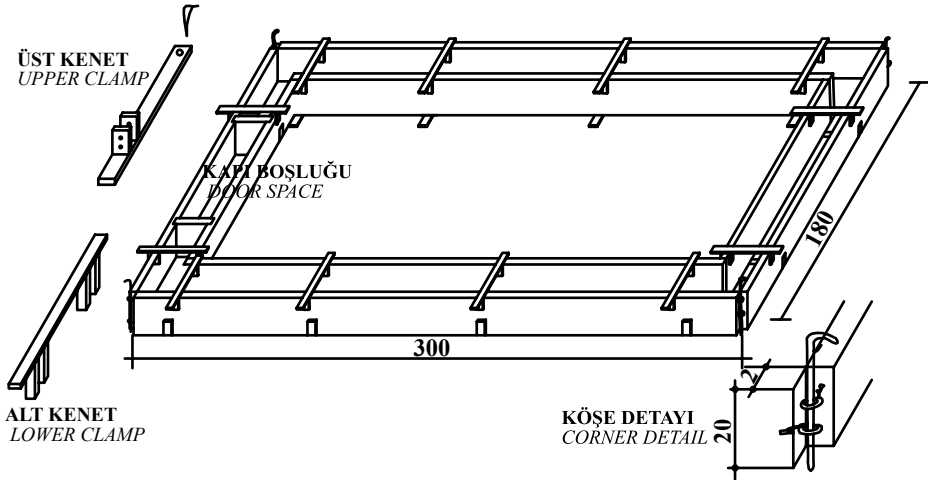
Tüm duvarlar boyunca devam eden kalıp sistemidir (Şekil 3.7). Kurma, sökme, problemleri kısmen halledilmiş olsa bile kalıp tahtalarının en az 2 cm oluşu birkaç döküm sonrasında deforme olmalarına neden olmaktadır [12]. İstenen duvar yüzeyi elde edilememektedir.

B2. PERMANENT IN-SITU CASTING MOULDS

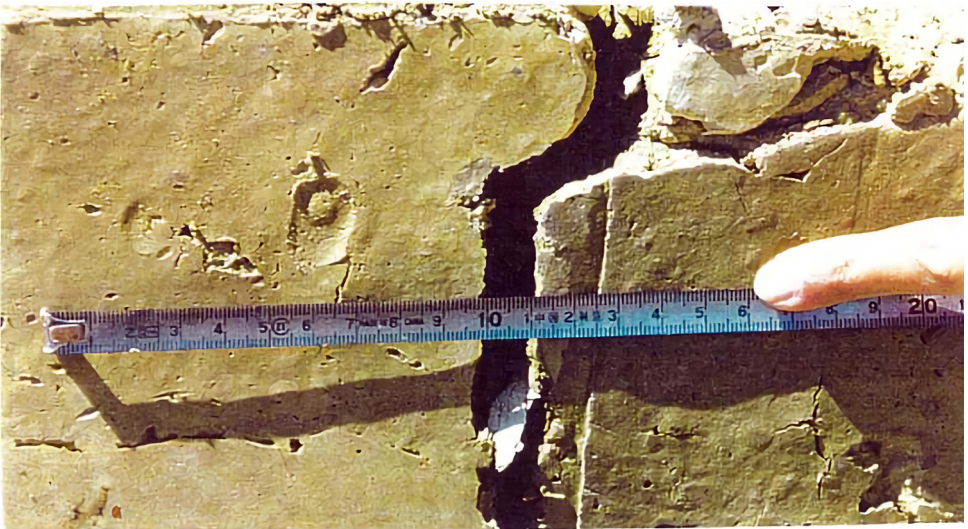
It is the mould type that continues throughout all walls (Figure 3.7). Although mounting, demounting problems can be partially overcome and since wood pieces of mould are at least 2cm, they become deformed after several castings [12]. The desired wall surface cannot be obtained.

Ayrıca karışım oranları rötre riskini azaltıcı değilse dökümün sürekli olması halinde büyük ve tehlikeli rötre çatlakları oluşabilir (Resim3.6).

Besides, if mixture rates are not sufficient to reduce shrinkage and castings are continuous, severe and dangerous shrinkage cracks may occur (Figure3.6).



Şekil 3.7.Sürekli Yerinde Döküm Kalıbı
Figure 3.7.Individual In-Situ Casting Mould



Resim 3.6. Likit Kıvamdaki Karışımın Rötire Çatlağı
Picture 3.6. Shrinkage Fracture of the Mixture in Liquid Consistency

C. GELİŞMİŞ YERİNDE DÖKÜM KALIPLARI

Araştırma şantiyesindeki duvar üretiminde kullanılan kalıplar PERI firmasının HAND-SET sistem kalıplarıdır. Bu tür kalıplar daha çok beton teknolojilerinde kullanılan kalıplardır. Her türlü yapıya uyum sağlayabilmesi, işçilik maliyetlerini en alt seviyede tutması, iş ve işçi güvenliğini sağlaması, hızlı montaj devir ve söküm olanakları, yenilenebilir ve tüm teknik sorunlara çözüm getirebilmesi, ömrünün uzun olması bu tür kalıpların ekonomik olduğunu gösterir özellikleridir.

Bu tüp kalıplar vinçten bağımsız, pano boyları 30 cm'nin katları şeklindeki modüler kalıplardır. En büyük panel olan 150x90 cm boyutundaki panelin ağırlığı 39.4 kg'dır. Panellerin hafifliği işçinin çalışma süresini daha verimli hale getirmektedir. Diğer bir avantaj da nakliye masraflarındaki azalmadır.

Beton teknolojisi için dizayn edilen bu kalıplar 50 KN/m² basınca dayanıklı olup panolara gelen hidrostatik harç basıncı kalıpları karşılıklı bağlayan her biri 9 ton çekmeye dayanımlı çelik bağlantı çubukları (tie-rod) tarafından karşılanmaktadır. Bu çubuk geçişleri için panolar üzerinde standart delikler mevcuttur. Panellerin birbirine bağlanması herhangi bir araç-gereç gerektirmeden elle kolayca takılan klipsler yapılır.

Kalıpta kullanılan 12 mm kalınlığındaki (fin-ply) kontraplağın temas yüzeyi 240g/m² fenol tabakasıyla kaplıdır. Plywood 30x30 cm'lik kafesler oluştu-

C. DEVELOPED IN-SITU CASTING MOULDS

Moulds used in wall construction in research site are HAND- SET system moulds of PERI company. These moulds are rather used in concrete technologies. These moulds have conformity with all building types, minimize workmanship costs, provide labor and worker safety as well as rapid mounting and demounting opportunities, can be renewed and provide solutions to all technical problems and are durable and all of these prove that they are economic.

Such moulds are independent from cranes and are modular moulds whose board length is 30cm and its multiples. The weight of the largest board, whose dimensions are 150x90cm, is 39.4kg. Lightness of boards makes working period of worker more efficient. Another advantage is that transportation costs are reduced.

These moulds designed for concrete technology are durable against 50 KN/m² compression and hydrostatic mortar pressure on boards are balanced by tie rods, which connect moulds to each other and are resistant to 9 tones shrinkage. There are standard holes above boards for these bar transitions. Connection of boards to each other can be easily realized with clips put manually without requiring any tools or instruments.

Contact surface of fin-ply in 12 m thickness, which is used in the mould, is covered by 240g/m² phenol plate. 30x30cm plywood cells are fixed to steel

ruhan çelik iskelete perçinlerle bağlanmıştır. Çelik iskeletin genişliği 8 cm'dir. Bu genişlik kalıpların bağlantılarını kolaylaştırmıştır. Terazi ve şakül işlemlerine rasyonellik getirilmiştir. Kalıp düzlemleri her yerde aynı olduğundan sıva için kullanılacak malzeme sarfiyatı da az olacaktır. Plywood malzemenin bir yüzü eskirse sökülerek öbür yüzü takılabilir veya gerekirse yenisiyle değiştirilebilir. Böylelikle kalıplar sınırsız sayıda kullanılabilir [37] (Resim 3.7).

framework with fasteners. The width of steel framework is 8cm. This width facilitates mould connections. Scale and plumb line works are rationalized. Since mould levels are equal in all parts, material to be used for plaster is reduced. If one face of plywood material gets old, it can be removed and the other face can be placed instead or it can be completely replaced with a new one. Thus, moulds can be used countless times (Figure 3.7).

3.3.2.3.2 KALIPLAMA - ŞEKİL VERME

Betoniyerde karışım hazırlanırken 2 işçi duvar yerine kalıp montajı yapmıştır. Kalıpların her kullanışta temizlenmesi ve iyice yağlanması, temiz, düzgün sıva yüzeyi elde edilmesini sağlamıştır (Resim 3.8).

Betoniyerden el arabaları ile getirilen karışım küreklerle kalıbın içine boşaltılmıştır.

Her 20 cm sıkıştırılmamış yükseklik elde edildikçe tokmaklama işlemi yapılmıştır. Yerleştirme ve sıkıştırma için önce basit ahşap tokmaklar denenmiştir. Ancak malzeme tokmağa yapışıp, tokmağı ağırlaştırdığı için kısa sürede ahşap tokmaktan vazgeçilmiştir. Daha sonra en basit şekilde sıkıştırma işlemi için yaklaşık 6 kg ağırlığındaki tahta saplı demir balyoz kullanılmıştır (Resim 3.10).

3.3.2.3.2 CASTING - SHAPING

While the mixture is prepared in the cement-mixer, 2 workers make mould montage in the place of the wall. The cleaning and thoroughly lubrication of the moulds after each use have ensured to get a clean, smooth plaster surface (Picture.3.8).

The mixture brought from the cement-mixer by the hand-carts is emptied into the moulds with shovels (Picture.3.9).

The tamping process is performed for each uncompressed height of 20 cm. For adjustment and compression processes, first, simple wooden tamps have been used. Since the material sticks to the wood and makes tamp heavier, the wooden tamp has been abandoned. Later on, for the simplest compression process, a 6 kg wooden handled iron hammer is used (Picture.3.10).



Resim 3.7. Kerpiç Duvar Dökümü İçin Kullanılan PERi Hand-set Sistem Kalıpları
Picture 3.7. PERI Handset System Moulds Used for Adobe Wall Casting



Resim 3.8. Kalıpların Temizlenip Yağlanması
Picture 3.8. Cleaning and Lubrication of Moulds



Resim 3.9. Karışımın El Arabasından Kalıplara Boşaltılması
Picture 3.9. Discharge of the Mixture from Handcarts into Moulds

Alçılı kerpiç duvar üretiminde sıkıştırma ve yerleştirme işlemi için en iyi sonuç kompaktör kullanımından alınmıştır. 53kg BS 45 Y tipi benzin motorlu WACKER vibrasyonlu kompaktör kullanılmıştır (Resim 3.11).

Tek kişinin kullanabildiği bu kompaktör özellikle düzgün yüzeyler elde edilmesine yardımcı olmuştur. Pabuç formu nedeniyle, köşeler yan duvar yüzeyleri kadar düzgün sıkıştırılamamıştır. Kalıp içinde daha küçük kompaktör denenmesinde yarar görülmüştür.

For the adjustment and compression processes in the production of gypsum stabilized adobe wall, the best results are achieved with the use of compactor. BS 45 Y type gasoline powered WACKER vibration compactor weighing 53 kg is used in the construction. (Picture.3.11).

This compactor, which can be used even by single person, has especially succeeded in attaining smooth surface. Due to it is shoe-form, the edges could not be compressed as neat as the lateral wall surfaces. It is decided to use a smaller compactor within the mould.



Resim 3.10. Kalıba Dökülen Harcın Balyozla Sıkıştırılması

Picture 3.10. Compression of Mortar Poured into the Mould through Sledge Hammer



Resim 3.11. BS 45 Y Tipi Benzin Motorlu WACKER Vibrasyonlu Kompaktör

Picture 3.11. BS 45 Y Type Gasoline-Powered WACKER Vibration Compactor



Resim 3.12. HILTI Ve Sıkıştırma İşlemi İçin imal Edilmiş Özel Ucu
Picture 3.12. HILTI and Its Special Top Produced for Compression

Bu tip yerlerde sıkıştırma işlemi balyozla tokmaklama suretiyle takviye edilmiştir. Tokmaklamadan dolayı oluşan kavernli yüzey sıva tutunmasına yardımcı olmaktadır.

In edges, compression process is reinforced by tamping with a hammer. The cavernous surface formed by the tamping helps the mortar to hold on to.

Üretimde mekanizasyon yoluyla zaman ve emekten tasarruf edilmek amacıyla HILTI darbeli kırıcı, kompaktör olarak denenmiştir. Kırıcıya ait uca mafsallı özel ayak tasarlanmış ve imal edilmiştir. Ancak yanlış kullanım sonucu fazla kullanılmadan kırılmıştır (Resim 3.12).

In order to save time and workmanship through mechanization in the production stages, HILTI impact splitter is used as a compactor. A special, pin-jointed end is designed and produced for the tool. But as a result of misuse, it is broken without being used much (Figure.3.12).

Malzemenin akıcı plastik durumda iken malzeme deneylerinde yerleştirme için şiş vibratör kullanılmıştır (Resim 3.13).

In the mixtures applied without lime admixture that acts as a retarder for the gypsum, when the gypsum is emptied into the mould, it starts to set.



Resim 3.13. Akıcı Plastik Kıvamlı Karışımlarda Şişe Vibratör Kullanılması
Picture 3.13. Use of Spud Vibrator in Mixtures at Fluid Plastic Consistency



Resim 3.14. Alçının Priz Süresi Dışında Uygulanan Rö-vibrasyon Metodunun Sonucu

Alçının prizini geciktirecek kireç katkısı olmadan uygulanan karışımlarda, alçı kalıba döküldüğünde prizini yapmaya başlamış olur. Vibratör ilk bu aşamada kullanıldığında olumlu sonuç alınabilmektedir. Ancak beton teknolojisinde mukavemeti arttırmak için başvurulan rövizasyon, alçının priz süresi içinde ve tekniğine uygun yapılamadığı için bu işlemden yararlanılamamıştır. Alçının prizinin kırıldığı, şekillendirmenin artık mümkün olmadığı görülmüştür. (Resim 3.14)

When the vibrator is used firstly in this stage, good results are achieved. But as the rovibration, which is applied for increasing the resistance in the concrete technology, cannot be performed in the setting time and since it is not performed according to the methods, this procedure could not utilized. It is observed that the set of the gypsum breaks down and giving shape becomes impossible (Picture.3.14).

3.3.2.4 KÜRLEME - BEKLEME - STOKLAMA - NAKLİYE

Gerek kerpiç üretiminde örnek çalışmalar yapılan Avrupa ülkelerinde, gerekse ülkemizdeki geleneksel uygulamalarda karışımın kalıplama ve yapı üretimi arasındaki sürecinin büyük bir kısmını kürlenme, bekleme, stok, nakliye aşamalarının aldığı görülmektedir. (Tablo3.1)

Bu aşamalardan özellikle kürlenme ve bekletme dönemleri için üretim tesislerinde çok geniş alanlara ihtiyaç duyulmaktadır (Şekil3.2). Kalıpların kürlenmesi veya dinlendirilme amacıyla bekletilmeleri özellikle kitle üretim konusu olduğunda geniş bulunmalıdır. Fransa örneğinde yapının üretim öncesi ön hazırlık aşamaları için yaklaşık 2400 m²'lik bir arazi ayrılmıştır (Şekil 3.2). Bir yandan büyük ön hazırlık alanı, diğer yandan ilk yatırım ve tesis kurma maliyeti, toplam üretim maliyetini artırır.

3.3.2.4 CURING-LEAVING TO REST-STOCKING-CONVEYANCE

Both in European countries that make studies on adobe production and in the traditional applications in our country, it is observed that most of the time between the casting of the mixture and construction is spent for curing, leaving to rest, stocking, and conveyance stages (Table.3.1).

Especially for the curing and leaving to rest stages among all, a very broad area is required in the production plants (Table.3.2). Especially when mass production is in question, very large area is needed for the curing of the moulds and for leaving them to rest. In the 'France' example, the area assigned for the preparations of the construction before production stage was approximately 2400m² (Figure.3.2). Both the large preliminary preparation area and the initial costs for investment and plant increase the total production cost.

3.3.2.5 ÖRME DUVAR SİSTEMİ

Kerpiç duvar üretimi için bugüne kadar kullanılan teknolojilerde toprak ve kireç harcı ile duvar örme aşaması duvar örülmesi yığma yapı sürecinde uzun bir zaman ister. Bu aşama hem hazırlık, hem de uygulama aşamasında işçilik miktarını ve toplam süreyi arttırmaktadır.

Örülerek oluşturulan duvar yüzeyinin homojen olmaması farklı aşınma yüzeyi oluşturur. Buna bağlı olarak sıva hasarları görülebilmektedir.

Özellikle endüstriyel ve rasyonel kalıplar kullanılarak yerinde tokmaklama sistemi ile yapılan duvarlar, düzgün sıva yüzeyleri vermektedir. Bu da sıvanın eşit kalınlıkta uygulanmasını ve ömrünün artmasını sağlar. Bu nedenle araştırma şantiyesinde örme işlemi üretim aşamalarından çıkarılmış ve çok yönlü tasarruf edilmiştir.

3.3.2.6 DÖKME DUVAR SİSTEMİ

Bu bölümde, dökme duvar için şantiyede mekanizasyon için karışım ve yerleştirme aşamalarında denenmiş olan alternatifler ve sonuçları karşılaştırılmaktadır.

3.3.2.5 MASONRY WALL

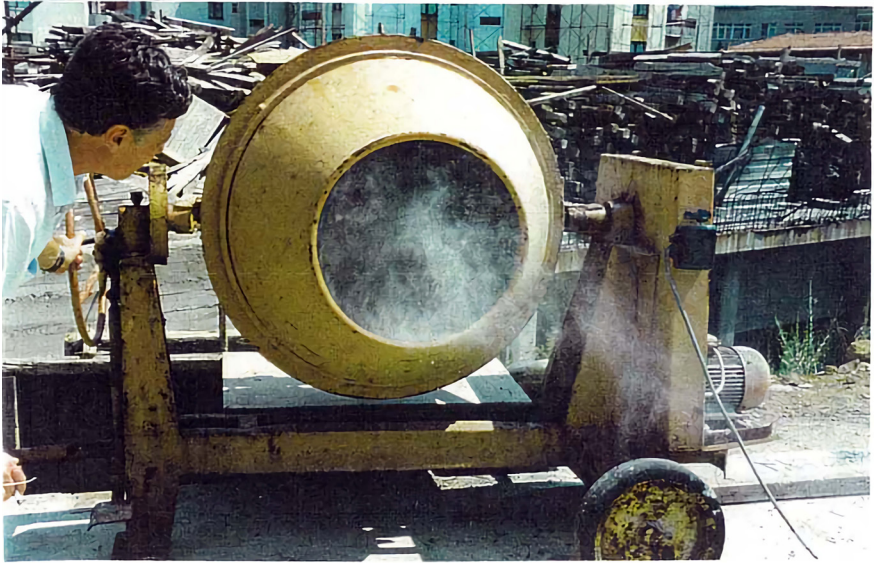
In the technologies having been used for adobe wall production until today, the wall masonry with soil and lime mortar in block construction process requires a long time. This stage increases the labor amount and the total period during both preparation and application stages.

When the wall surface formed by masonry is not homogenous, different wearing surfaces emerge. Accordingly, plaster damages can be seen.

Especially the walls constructed by using industrial and rational moulds with in-situ tamping system provide smooth plaster surfaces. This enables the mortar to be applied in equal thickness and thus a longer duration. Hence, in the research site, the wall masonry process is removed from the production stages and multi-dimensional savings are made.

3.3.2.6 CAST WALL SYSTEM

In this section, the applied alternatives and results of mixing and adjusting processes in the building site for cast walling are compared.



Resim 3.15. Kuru Alçımın Kuru Toprakla Karışımı Sırasında Yaşanan Problemler
Picture 3.15. Problems Encountered While Mixing Dry Gypsum with Dry Soil



Resim 3.16. Kuru Kıvamdaki Karışımın Sıkıştırılmasının Zorluğu
Picture 3.16. Difficulty in Compressing The Mixture at Dry Consistency



Resim 3.17. Kuru Kıvamdaki Karışım İle Elde Edilen Kerpiç Numunesi
Picture 3.17. Adobe Sample Obtained with The Mixture at Dry Consistency



Resim 3.18. Likit Kıvamlı Harcın Kalıba Boşaltılması
Picture 3.18. Discharge of Mortar at Liquid Consistency into the Mould



Resim 3.19. Likit Kıvamlı Karışımlarda Görülen Segregasyon
Picture 3.19. Segregation Observed In Mixtures At Liquid Consistency

A. KARIŞIM HAZIRLANMASI AŞAMASI

Uygun karışım hazırlama yöntemini bulmak için 4 adet değişik deney yapılmıştır.

1.Kireçsiz uygulamalarda toprak kuru, alçı toz halde iken betoniye konmuştur.Belirli süre karıştırılan malzeme çıkarıldıktan sonra su ile karıştırılmıştır. Bu işlem sırası, alçının kısa sürede priz yapması nedeniyle malzemenin işlenebilirlik süresinden daha fazla yararlanmak için denenmiş ancak toz alçının kuru toprakla karışmasının rasyonel olmadığı görülmüştür (Resim3.15).

Ayrıca bu yöntemle dökülen numunelerde istenilen plastik kıvam elde edilememiş ve sıkıştırma işlemi sağlıklı yapılamamıştır (Resim 3.16 .

A. PREPARATION OF MIXTURE

Four different experiments are conducted to find the most suitable mixture preparation method.

1.In the applications without lime, the dry soil, and the powdered gypsum was put into the cement mixer. The material was mixed for some time, taken out and mixed with water. This procedure was tested to make more use of the materials treatment period, for gypsum sets in short time, but it was observed that the mixture of powdered gypsum with dry soil is not rational (Figure3.15).

Also, in the samples formed by this method, the desired plastic density could not be achieved and the compressing process was not done successfully (Picture.3.16 & 3.17).

2. Bu karışım alternatifinde % 25 su oranı ile likit kıvam elde edilmiştir. Harç betoniyerden kendi akışkanlığıyla direkt kalıba boşaltılmıştır.

Ancak iri tanelerin harç içinde asılı kalamaması ve yerçekimi ile çökmesi sonucu segregasyon gözlenmiştir (Resim3.19).

Bu alternatif deney bazında yapılmıştır. Yapı inşaatında betoniyerin bu şekilde kullanılması da bir diğer problem olacağından bu karışım inşaat teknolojisinde kullanılmamıştır.

3. %22 su oranı ile hazırlanan karışımda daha önce de belirtildiği gibi laboratuvarında sarsma tablası ve şantiyede şişe vibratör kullanılmıştır. Vibrasyon priz süresi içinde yapılmalıdır. Priz süresi dışında uygulanan vibrasyon alçının prizini kırmakta, malzeme sulanmakta ve şeklini koruyamamaktadır. Resim3.20'de de açıkça görüleceği gibi vibrasyon, numunenin alt yarısında priz süresi içinde uygulanmış ve olumlu sonuç alınmıştır. Ancak üst yarısında priz süresi dışında uygulanan vibrasyon sonucu kalıp alındıktan sonra sertleşmeyen malzemenin şekil değiştirdiği izlenmiştir.

4. %22 su oranı ile hazırlanan karışıma priz süresini geciktirmesi için kireç katılmadan önce harcın kohesif davranış

2. In this alternative mixture, a liquid density with 25% of water had been achieved. The mortar was directly emptied from the cement-mixer to the mould with its own fluidity (Picture.3.18).

But segregation was observed as a result of the big particles being unable to suspend in the mortar and collapsing with gravitational force (Picture.3.19).

This alternative has been done in the experimental base. As it will be another problem to use the cement-mixer in this way in the construction, this mixture has never been used in the construction technology.

3. In the mixture prepared with 22% water, as stated before, in the lab, a jolt panel and in the construction site, a spud vibrator are used. Vibration must be made within the setting period. When the vibration is not applied within the setting period, it breaks the binding of the gypsum; the materials get wet and cannot maintain their form. As can be seen in Figure3.20, vibration has been applied within the setting period in the sub-half of the sample and positive result has been achieved. But as a result of the vibration, which has not been applied within the setting period in the upper half, it has been observed that the material, which has not hardened after dismantling, has changed its shape.

4. It is observed that before lime is added to the mixture prepared by 22% water in order to delay the setting time,



Resim 3.20. Bir Numune Üzerinde Farklı Zamanlarda Uygulanan Vibrasyon Sonucu

gösterdiği izlenmiştir. Araç ve gereçlere yapışması işlem sürekliliğini aksatmıştır (Resim 3.21). Bu davranış kireç katıldıktan sonra düzeltilmiş, harç kürek, el arabası, betoniyer gibi araç ve gerece yapışmamıştır.

the mortar has shown cohesive characteristics. Since it sticks to the tools and instruments, the continuity of the procedure is disrupted (Figure3.21). This behavior changes after lime is added and the mortar does not stick to the shovel, handcart, cement-mixer, etc.



Resim 3.21. Kohesiv Karışımın İşlenebilme Güçlüğü
Picture 3.21. Workability Difficulty of Cohesive Mixture

B. KARIŞIMIN KALIPLARA YERLEŞTİRİLMESİ AŞAMASI

Araştırma şantiyesinde duvar oluşturma aşamasında da hem tehlikeli rötre çatlaklarının oluşma riskini azaltmak, hem de üretimde mekanizasyonu geliştirmek için 6 değişik yöntem denenmiştir.

Betoniyerden el arabaları ile döküm yapılacak yere taşınan karışım küreklerle kalıp içine atılmıştır. Sıkıştırılmamış yüksekliği 20-25 cm olduktan sonra tokmaklanmaya başlanmıştır. Kalıpların rasyonel kullanımı ve işlemlerin sürekliliği ön planda tutulmuştur.

1. Yaklaşık 1m. uzunluğunda bir olmak üzere 30 - 35 cm 'lik boşluklar bırakılarak kesintili olarak duvar dökülmüş (Resim 3.22). Dökülen kerpicein rötresini yapması için bir gün beklenmiş ve ertesi gün boşluklar doldurulmuştur. Kullanılan kalıp miktarının fazla olması, üretimin sürekliliğini aksatması ve düşey iş derzleri oluşması nedeniyle bu yöntemden vazgeçilmiştir.

2. Bir günlük çalışma içerisinde kalıp modüllerinin rasyonel kullanımı için 3-4 m uzunluğunda büyük duvar parçaları kat yüksekliğine kadar dökülmüştür. Ertesi gün kesilen noktadan aynı şekilde döküme devam edilmiştir. Yeni döküme başlarken önce dökülen bölümün temas yüzeyi sulanarak birleşimi kolaylaştırmak için ıslatılmıştır.

B. PLACING THE MIXTURE IN THE MOULDS

In the walling stage in the research site, both to reduce the risks of dangerous cracks appearing due to contraction, as well as to improve the mechanization at the production, 6 different methods have also been tested.

The mixture carried from the cement-mixer to the casting area with the hand-carts is thrown into the moulds with the shovels. When the uncompressed height is 20-25 cm, tamping starts. The rational usage of the moulds and the continuity of the procedure are considered to be the most important factors.

1. *In every 1 meter, 30-35cm holes are opened and wall casting is performed interruptedly (Figure3.22). It is waited for 1 day for the casted adobe to set and the next day the holes are filled. This method is abandoned because the mould amount is so much; it disturbs the continuity of the production and vertical construction joints are formed.*

2. *In a daily work, 3.00-4.00 m of wall pieces are casted at storey height for the rational usage of mould modules. The next day, casting continued from the point it is left. Before new casting, the contact surface of the previously casted part is irrigated and made wet to ease the combination.*



Resim 3.22. Kesintili Dökülen Duvar Örneği
Picture 3.22. Example of Interruptedly Casted Wall

Ancak tüm yükseklik boyunca oluşan düşey iş derzi, devamındaki duvarın dökülmesinden sonra istenmeyen rötre aralığı vermiştir (Resim 3.23).

Bu aksaklık nedeniyle bu yöntemden vazgeçilmiş, oluşan rötre aralığı yıkılıp, basamaklı birleştirme metodu ile yeniden döküm yapılmıştır (Resim 3.24) .

3. En rasyonel yöntem, tüm duvarlar için sürekli olarak kurulan kalıpların içinde duvarların eşit oranlarda yükselti- lerek sıkıştırılması olduğu görülmüştür. Bütün yapıda oluşabilecek rötre çatlak- larını ise her 60 cm yükseklikte yerleş- tirilen galvanizli hasır çelik hatıllar den- gelemiş ve önlemiştir .

But the vertical construction joint formed through the whole height causes an undesired gap due to shrinkage after the next wall casting height (Pic- ture.3.23).

Because of this defect, this method has been abandoned, the construction gap is demolished and another casting is made by degreed combining method (Picture.3.24).

3. *The most rational method is considered to be the compression of the walls ascended in equal proportions in the continuously set moulds. The galva- nized welded-wire tie beams, which are adjusted in every 60 cm height, balances and prevents the gaps due to contraction throughout the building.*



Resim 3.23. Farklı Zamanlarda Dökülen Duvarlardaki İş Derzi Problemi
Picture 3.23. Problem regarding Construction Joint in Walls Casted at Different Times



Resim 3.24. Hatalı İş Derzinin Onarılması
Picture 3.24. Repair of Defected Construction Joint

4. Yatay doğrultuda uzunluğu artan duvarlarda düşey iş derzi oluşacak bölgede duvar basamaklar şeklinde bitirilmiştir (Resim3.25). Farklı zamanlardaki dökümlerde bu tür iş derzlerinde rötre çatlağı görülmemiştir.

Bu uygulamada kompaktör kullanımını açısından basamak genişliğinin 50 cm'den küçük olmaması gerektiği görülmüştür.

5. Basamaklama uygulamasına alternatif olarak denenmiş olan eğik yüzeyli iş derzi oluşturma çabası anlamsız kalmıştır. Çünkü eğik yüzeye vuran kompaktör veya tokmak harcı sıkıştıracağına yerinden kopartmıştır.

4. In certain parts of the walls that increase horizontally in length, where construction joints will be formed, the walls are finished in stair forms (Picture 3.25). At different casting times, cracks due to shrinkage are not observed in such construction joints.

It is seen in this application that the wideness of steps must not be lower than 50 cm in order to allow compactor usage.

5. The effort of forming ramped construction joint tested as an alternative to the degreed combining method got to be meaningless. Because, the compactor or the tamper that stroke the ramped surface had broken off the mortar rather than compressing.



Resim 3.25. Basamakların Min.50 cm Olması Halindeki Çalışma Güçlüğü
Picture 3.2. Working Difficulty when Stairs are 50cm

3.4 YAPI PERFORMANSI VE KERPIÇ YAPI DAVRANIŞI

Varolan kaynakların konuta dönüştürülmesi aşamasında yapı performansının yeterliliğini tespit etmek üzere referans değerlere ihtiyaç vardır. Referans değerler tespit edildikten sonra alçılı kerpiç yapının önceki çalışmalarından alınan değerleri ile karşılaştırılmalıdır.

Geleneksel kerpiç şantiyelerinde ve yapı uygulamalarında, malzemenin suya ve neme olan duyarlılığı projeye kısıtlamalar getirmektedir. Geleneksel kerpiçin fiziksel performansı alçılı kerpiç çalışmaları ile iyileştirilmiş, proje veya uygulama kısıtlamasına gerek kalmamıştır.

3.4 CONSTRUCTION PERFORMANCE AND ADOBE CONSTRUCTION BEHAVIOR

Reference values are required to determine efficiency of construction performance at the stage of transforming existing resources into housing. After reference values are determined, they should be compared with the values obtained from previous studies on gypsum stabilized adobe construction.

In traditional adobe construction sites and construction applications, sensitivity of the material against water and moisture imposes restrictions to the project. Physical performance of traditional adobe is improved with gypsum stabilized adobe studies and project and application restrictions are not required any more.

Yapının iki ana görevini taşıyıcılık ve koruyuculuk terimleri altında toplamıştık. Esasen yapıda taşıyıcılık denildiği zaman sadece yükleri zemine aktaran sistem değil, fakat geniş anlamıyla yapıda “taşınma-taşınma” ilişkisi içinde olmak kastedilmektedir (örn:kasanın kanadı taşıması, duvarın kasayı taşıması, iskelet sistemde kolon kirişin duvarı taşıması vb.). Bu durumda “taşıyıcılık” yapının sistem ve eleman düzeyindeki taşıyıcılık fonksiyonu ile ilişkili bütün gerekliliklerini kapsamaktadır. Bu anlam, bazen kısaca “yapı terimi” ile de ifade edilmektedir. Diğer bir deyişle “yapı” bütün taşıyıcılıkları kapsar.

“Koruyuculuk” terimi de geniş anlamıyla bir yandan yapı sisteminde veya eleman bünyesindeki koruyuculuk görevini, diğer yandan insan hayatı için gerekli olan koruyuculuğu birlikte kapsar.

Yapı performansı ise, yapının görevlerini gerektirdiği gibi yerine getirmesi olarak özetlenebilir. Bu durumda performans değerlendirmesi yapabilmek için yapabilmek için gereklilikler;

- a. Yapı sistemleri
- b. Koruyucu sistemler başlıkları altında toplanabilir.

a. Yapı sistemlerinin gereklilikleri

- Taşıyıcı sistem tiplerinin belirlenmesi
- Proje özelliğinin belirlenmesi
- Yapım teknolojisinin belirlenmesi [5]

The two main functions of the construction have been defined as load-bearing and protection. When load-bearing in construction is referred, not only the system that conveys loads to the ground but also “load-bearing and being born” relation is implied (such as bearing wings, wall’s bearing of structure, column and tie beams’ bearing of wall etc). In such case, “load-bearing” covers all requirements in relation to bearing function of the construction at system and element level. This meaning is defined with “construction” term. In other words, “construction” covers all types of bearing.

On the other hand, “Protection” term covers not only protection function within construction system and element but also protection required for human life.

Construction performance can be summarized as construction’s fulfillment of its functions. Thus, requirements for evaluating performance are as follows:

- a. Construction systems
- b. Protective systems.

a. Requirements for construction systems

- Determination of load-bearing system types,
- Determination of project characteristics,
- Determination of production technologies,

- Yapım sürecinin, organizasyonunun belirlenmesi
- Doğal çevre şartlarının belirlenmesi
- Üretim büyüklüğü

- Determination of production process and organization
- Determination of natural environmental conditions
- Production capacity

Bu çalışmada yapı sistemlerinin alt grubu olan yapı ve yapım ile ilgili gereklilikler araştırılmış ve tespitler yapılmıştır. Ancak kerpiç yapıyı diğerlerinden üstün kılan, fiziksel özellikleri ile sağladığı koruyucu sistemlerde gösterdiği performanstır.

In this research, requirements for construction and production, which are subcategories of construction systems, are researched and determinations are made. What distinguishes adobe construction from others is the performance it displays in protective systems due to its physical properties.

b. Koruyucu sistemlerin gereklilikleri

b. Requirements for protective systems

Toplu konut için yapılan çalışmada alçılı kerpiç yapının performansını değerlendirebilmek için literatürden yararlanılmıştır. Bir yandan koruyucu sistemlerden beklenen performans büyüklükleri, diğer yandan kerpiç yapının gösterdiği performans önce yapılmış çalışmalardan yararlanılarak;

In the research conducted for mass housing, the literature is utilized to evaluate performance of gypsum stabilized adobe construction. Performance degree expected from protective systems as well as the performance displayed by adobe construction are explained within

- yangın
- ses
- ısı - nem düzeni içerisinde açıklanmıştır.

- Fire,
- Sound,
- Heat – moisture system by benefiting from previous studies in this field.

*** Yangın performansı**

Yapının yangında gösterdiği davranış malzeme özelliği ve boyutları ile doğrudan ilgilidir; alınacak tedbirler ise yapı ve işletme açısından ayrılırlar.

*** Fire performance**

Construction's behavior during fire is directly related to its material properties and size. Measures to be taken are divided into two groups as construction and operation.

Yapıda yangına karşı alınacak önlemler;

- yapı malzemesi davranışını,
- yapı elemanı davranışını,
- yapı sistemi davranışını kapsar.

Duvarlarda yangın önlemleri ;

- taşıyan duvar davranışı,
- taşıyıcı olmayan duvar davranışı,
- taşıyıcı duvara taşıtılmış diğer elemanlar giydirme cepheler,
- yalıtlımlar başlıkları altında incelenmelidir.

Yapı malzemeleri yangındaki davranışlarına göre A ve B olarak iki sınıfa ayrılmışlardır. Tablo 3.2’de yanma davranışına göre sınıfların kodları görülmektedir [38].

Measures to be taken in the construction against fire involve;

- *Behavior of construction material,*
- *Behavior of construction element,*
- *Behavior of construction system.*

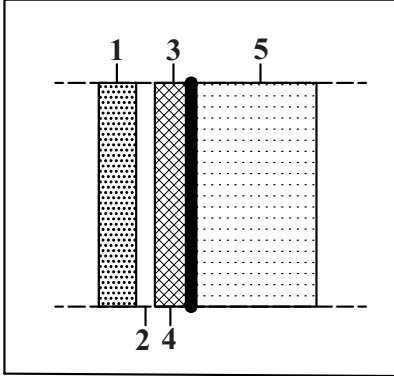
Measures against fire for walls can be examined under;

- *Behavior of load-bearing wall*
- *Behavior of non-load-bearing wall*
- *Other elements carried by load-bearing wall (cladding facades)*
- *Insulations.*

Construction materials are divided into two groups as A and B according to their behavior during fire. In Table 3.2, class codes of construction materials according to combustion behavior can be seen [38].

Malzeme Sınıfı <i>Material Class</i>	Davranış <i>Behavior</i>	Malzeme Türü <i>Material Type</i>
A	Yanmaz <i>Inflammable</i>	
A1		Beton <i>Concrete</i>
A2		Taş yünü <i>Rock wool</i>
B	Yanar <i>Flammable</i>	
B1	Zor alev alan <i>Hardly flammable</i>	Ahşap <i>Timber</i>
B2	Normal alev alan <i>Normally flammable</i>	Sert köpük izolasyon malz. <i>Hard foam insulation mat.</i>
B3	Kolay alev alan <i>Easily flammable</i>	Pamuklar <i>With cotton</i>

Tablo 3.2. Malzemenin Yangında Davranış Sınıfı [38]
Table 3.2. Behavior Class of the Material During Fire [38]



- 1.Koruma Duvarı**
1.Enceinte Wall
- 2.Havalandırma**
2.Air Conditioning
- 3.Isı İzolasyonu**
3.Thermal İnsulation
- 4.Buhar Direnci**
4.Water Vapor Resistance
- 5.Betonarme Çekirdek Duvar**
5.Reinforced Concrete Core Wall

Şekil 3.8. Malzemenin Yangında Davranış Sınıfı [38]

Figure 3.8. Behavior Class of the Material During Fire [38]

Duvarın yangındaki performansı taşıyıcı ve koruyucu katmanların malzemesi ve tespit şekillerine göre değişir[39]. Isı ve nem dengesini düzenleyebilmek için betonarme dış duvarda, Şekil 3.8’de görüldüğü gibi çeşitli katmanlar kullanılır.

Isı izolasyonu dışarıda veya içeride olsun, yangın halinde alev alan bir malzeme ise veya yangına dayanma süresi kısa ise büyük risk yaratır.

Yangına dayanma süresi, F harfinin yanındaki 30,...,120 dakika süre ve malzeme sınıfı A, B ile ifade edilir.” İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliği” [40], 2 kattan fazla olması halinde taşıyıcı duvarlara sınırlama getirmektedir: “..binalarda taşıyıcı duvarlar.... en az F90-A sınıfında olarak inşa edilirler.” Bu sınırlamaya göre duvar malzemesi yanmaz sınıfında (A) olmalı ve yangında 90 dakika süre ile insanı koruyabilmelidir.

Fire performance of wall changes according to material and determined shape of load-bearing and protective layers [39]. As can be seen in Figure 3.8, various layers are used in reinforced exterior wall to provide thermal and moisture balance.

Thermal insulation either interior or exterior poses a big threat if it is made of a flammable material or its fire resistance is low.

Fire resistance period is expressed with 30,...,120min that take place near F letter and material class with A, B. “Istanbul Metropolitan Municipality Regulation for Protection Against Fire” [40] imposes restrictions on load-bearing walls where buildings have 2 or more stories: “... load-bearing walls in buildings are constructed as at least F90- A class.” According to these restrictions, wall material should be within inflammable class (A) and protect people during fire for 90 minutes.

Kerpiç yapı malzemelerinin yangındaki davranışı İsviçre Kantonları Yangın Sigortası Birliği'nin çalışmasına (1993) dayanarak Tablo 3.3' de görülmektedir.

Behavior of adobe construction material during fire based on Swiss Cantonal Fire Insurance Association (1993) can be seen in Table 3.3 [41].

Bu durumda 25 cm'lik kerpiç duvar yangın yönetmeliğinde yeterli görülen F90-A dan daha uzun süre yangına dayanmaktadır. Kerpiç yapı malzemesi DiN 4102 ve DiN 18951'e göre (Ek3) içinde yanıcı bir katkı bulunmadığı takdirde; yanmaz, alev almaz, duman ve koku çıkartmaz.

In this case, 25 cm adobe wall resists against fire longer than the F90-A class accepted in fire regulation. According to DIN 4102 and DIN 18951 (Annex 3), if adobe construction material does not include any flammable admixture, it does not burn, deflagrate and result in smoke or odor.

Malzeme Material	ρ (kg/m ³)	Kalınlık d(cm) Thickness d (cm)	Alev alma/ duman Flammability/ smoke	Elemanda yangına dayanım süresi Fire resistance duration in element
Masif kerpiç Massive adobe	2000	25	-	F 180
		15		F 120
Hafif kerpiç Light adobe	900	25	-	F 180
Beton Concrete	2300	20	-	F 180A

Tablo 3.3. Kerpiç Yapının Ve Malzemesinin Yangındaki Davranışı [41]

Table 3.3. Behavior of Adobe Building and Material During Fire [41]

* Ses performansı

İstenmeyen seslere gürültü denilmektedir. Sesin şiddeti dB ile gösterilir. 65 dB'e kadar olan ses şiddeti insanda psikolojik rahatsızlıklara, 70 dB'den yüksek olan ses nörovegetatif sistem bozukluğuna sebep olur. Bu durumda iştahsızlık, huzursuzluk durumu başlayabilir. 90dB'den yüksek ses ise duyma hasarları meydana getirebilir. Kullanılan mekanlarda uygun ortam sesi şiddeti Tablo 3.4 'de görülmektedir.

* Sound performance

Undesired sounds are called noise. Sound level is demonstrated with dB. Sound level up to 65 dB causes psychological disturbances in people and sound level above 70 dB results in neurovegetative system disorder. In this case anorexia and anxiety may emerge. Sound levels above 90 dB may lead to hearing disturbances. Appropriate environmental sound level for places used can be seen in Table 3.4.

ORTAM <i>ENVIRONMENT</i>	dB	dB
	Gün <i>Day</i>	Gece <i>Night</i>
Ticari <i>Commercial</i>	70	70
İş-İskan <i>Workplace-settlement</i>	55	40
İskan <i>Settlement</i>	50	35
Dinlenme-hastane <i>Resting-hospital</i>	45	35

Tablo 3.4. Değişik Ortamlara Uygun Ses Şiddetleri [42]
Table 3.4. Sound Level Appropriate for Different Environments [42]

Kerpiç, malzeme özelliğine göre ses yutucudur. SIA - Norm 181 [43]' değerlerinden yapılmış hesaplar sonucu kerpiçin kullanılma kalınlığına göre ses yutuculuğu Tablo 3.5 'da gösterilmiştir.

Adobe is sound absorber due to its material properties. As a result of calculations obtained from SIA- Norm 181 [43] values, it is proved in Table 3.5 that adobe is sound absorber according to its thickness used.

Hava sesi <i>Air sound</i>	ρ (kg/m ³)	30dB	40dB	50dB	55dB
Masif kerpiç <i>Massive adobe</i>	2000	0,03	0,07	0,2	0,4
Hafif kerpiç <i>Light adobe</i>	1200	0,04	0,12	0,33	0,73

Tablo 3.5. Kerpiç Yapı Malzemesinin Kullanılma Kalınlığına Göre Ses Yutuculuk Değerleri (kalınlık m olarak) [43]

Table 3.5. Sound Absorption Values of Adobe Construction Material According to Thickness Used (thickness as meter) [43]

Alçılı kerpiç deneme yapısı'nda 1800 kg/m³ birim ağırlığındaki malzeme, 45cm kalınlığında duvar olarak kullanıldığına göre, havada yayılan 55dB'den fazla gürültü duvar tarafından yutulacaktır.

Since the material in gypsum stabilized adobe case-study building, whose unit weight is 1800kg/m³, is used as a wall with 45cm thickness, sounds above 55dB spreading in the air will be absorbed by the wall.

* Isı-Nem performansı

İnsanın sağlığının, yaşadığı ortam ile doğrudan ilişkili olduğu, sağlıklı yapıların tanıtıldığı Bölüm 1.2.A'da anlatılmıştı. Ortam şartlarının, insan sağlığına uygun olarak ısıtılması veya soğutulmasında enerji ile olan ilişki ise Bölüm 1.2.B'de açıklandı. Ortam şartlarının yapı sağlığına yapacağı olumsuz etki ise duvar kesitinde ve duvar yüzeylerinde meydana gelecek yoğuşma olarak belirlenmişti. Bu yoğuşma sonucu duvar kesiti içinde veya yüzeyinde bir yandan tuzların erimesiyle bozulmalar, diğer yandan nem etkisiyle mantarlar ve mikro organizmalar oluşmaktadır. Bütün bunlar için ortam ve duvar şartları tanımlanmalıdır.

Ortamdan beklenen performans, herhangi bir yapma çevredeki insanın iklimsel açıdan konforda olabilmesi için o çevrede etkili olan iklimsel eleman belirli değerlerde olmalıdır [44]. Bu değerler kısaca;

- * bağıl nem % 50
- * ortam sıcaklığı 21 - 25,4 °C
- * eleman yüzey sıcaklığının ortamdaki farkı +3°C

olarak tanımlanmıştır[45]. Ancak burada tek değerlerden başka alt, üst sınırları gösteren tablolara da yer verilecektir.

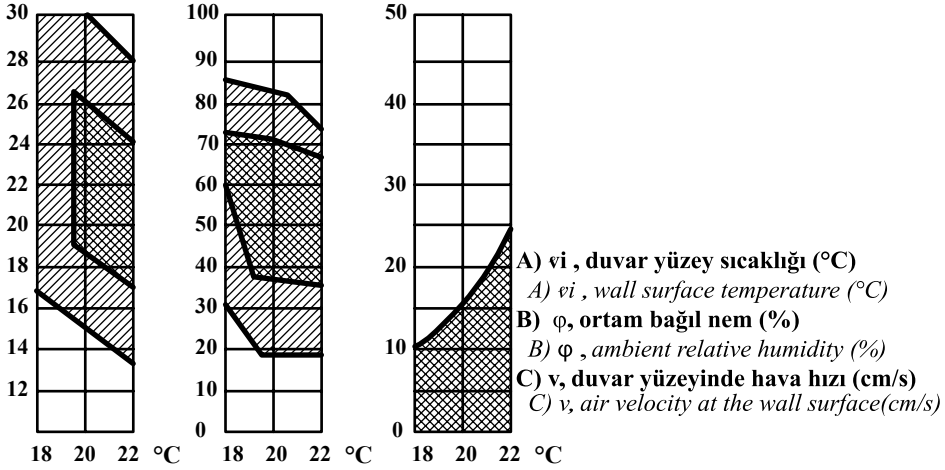
* Thermal-Moisture Performance

The fact that human health is directly related to the environment, in which he lives, has been mentioned in Section 1.2.A, where healthy buildings are introduced. The relation between environmental conditions and energy, which is required for heating and cooling the environment in conformity with human health has been explained in Section 1.2.B. The negative effect of environmental conditions on building health is determined as condensation to occur in wall cross-section and wall surfaces. As a result of this condensation, deformations occur due to dissolution of salts as well as fungi and microorganisms due to moisture in the cross-section and on the surface of wall. Thus, environmental and wall conditions should be defined.

Performance expected from the environment should be at the values suitable for climatic conditions affecting the region so that people can live in comfort in any built environment [44]. These values are determined to be

- * Relative humidity 50%
- * Environmental temperature 21-25,4°C
- *The difference between element surface temperature and environment +3°C [45].

Apart from single values, tables demonstrating lower and upper limits will also be presented here.



Tablo 3.6. Ortam Sıcaklığının 18 - 22 °C Olması Halinde Konforlu Bölgeler
Table 3.6. Comfort Zones When Environmental Temperature is between 18-22 °C

va	vi	+10 C			+15 C			+20 C		
	φ	50%	60%	80%	50%	60%	80%	50%	60%	80%
	vs	0,1	2,6	6,7	4,7	7,3	11,6	9,3	12	16,4
-10		2,97	2,19	0,99	2,71	1,85	0,82	2,14	1,6	0,72
-5		3,96	2,92	1,32	3,39	2,31	1,02	2,57	1,92	0,86
0		5,94	4,38	1,98	4,52	3,08	1,36	3,21	2,4	1,08
5		11,9	8,76	3,96	6,78	4,62	2,04	4,28	3,2	1,44
10		-	-	-	13,56	9,24	4,08	6,42	4,8	2,16

Tablo3.7. Dış Duvarlarda Ortam Şartlarına Göreli Geçirme Katsayısı, k Değerleri [39]
Table 3.7. Thermal Conductance Coefficients, k Values, According to Environmental Conditions in Exterior Walls [39]

Ortamdan beklenen performansın sınır şartlarını Tablo 3.6'da gördükten sonra yapı bileşeninin performansı Tablo 3.7'de [39] görülmektedir. Tablo, ısı geçirme katsayısı k ($W/m^2 K$) değerlerini, dış ortam sıcaklığı, iç ortam sıcaklığı, relatif ortam nemi, bağıntısı içerisinde vermektedir. Tabloda çiğlenme sıcaklığıdır.

After limit boundaries of the performance expected from the environment is seen in Table 3.6, the performance of building component will be presented in Table 3.7 [39]. The Table indicates thermal conductance coefficient k (W/m^2K) values, exterior temperature g_a , interior temperature g_l and relative moisture ϕ . G_s in Table is dew temperature.

Isı geçirme katsayısı, herhangi bir d (m) kalınlığındaki bileşenin (duvar, döşeme vb.) her iki tarafında bulunan hava sıcaklıkları arasındaki fark 1°C (1K) olduğunda, bileşenin birim alanından (1m^2) birim zamanda (1 saat) geçen ısı miktarıdır [25]. K değerinin küçük olması yapının toplam ısı kaybının küçük olduğu anlamına gelir. Konutların ısı kaybının az olması halinde bireylerin ve ülkelerin ısınma eneji de azalmış olacaktır. Ülkeler bunu göz önünde bulundurarak yönetmeliklerdeki bu değerleri aşama aşama küçültmektedirler. Avrupa topluluğu ülkelerinden Almanya’da k -değeri 1993’te:

Örme duvar için	$k_w < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
Beton duvar için	$< 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
Pencere için	$k_F < 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Çatı için	$k_D < 0,3 \text{ W/m}^2\text{K}$
Bodrum döşemesi	$k_G < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

olarak belirlenmiştir.

Türkiye’de TS 825 ‘e göre [25] k , sınır değeri pencere ve dış kapılarla bina dış duvarlarının ortalama ısı geçirme katsayısı $k_{(D+P)}$ olarak verilmiştir.

1. İklim Bölgesi	$< 1,9 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
2. İklim Bölgesi	$< 1,6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
3. İklim Bölgesi	$< 1,3 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Alçılı kerpiç duvarın 1. Deneme Yapısında elde edilen ısı geçirme katsayısı $k=0,7 \text{ W/m}^2\text{K}$ dir. Bu değer bir senelik ölçümlerden elde edilen değerlerle hesaplanmıştır. Araştırmanın sonuçları [46] 1987’de Amman’daki Birleşmiş Milletler toplantısına götürülmüştür.

When the temperature difference between two faces of a component (wall, floor etc.) in any d (m) thickness is 1°C , thermal conductance coefficient is thermal amount conducted through unit area of component (1m^2) in unit time (1h) [25]. If k value is small, this means that total heat loss of the building is low. In case thermal loss of housings is low, thermal energy consumption of individuals and countries will also be reduced. Considering this, countries gradually decrease these values in regulations. K value in Germany, a member of European Community, was determined to be for

Masonry wall	$k_w < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$
Concrete wall	$< 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$
Windows	$k_F < 1,8 \text{ W/m}^2\text{K}$
Roof	$k_D < 0,32 \text{ W/m}^2\text{K}$
Basement floor	$k_G < 0,5 \text{ W/m}^2\text{K}$

According to TS 825 in Turkey [25], k value is determined to be k average ($D+P$) for average thermal conductance coefficient of windows, exterior doors and exterior walls.

1st Climatic Zone	$< 1,9 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
2nd Climatic Zone	$< 1,6 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$
3rd Climatic Zone	$< 1,3 \text{ kcal/m}^2\text{h}^\circ\text{C}$

Thermal conductance coefficient of gypsum stabilized adobe wall obtained in 1st Case-Study Building is $k= 0,4 \text{ W/m}^2\text{K}$. This value has been calculated in accordance with the values obtained from measurements having been performed throughout a year. The findings of the research [46] are presented in United Nations Meeting held in Amman in 1987.

	Malzeme Material	ρ	λ	c	μ (20°C/%60)
[SIA] 381/1	Tuğla Brick	1100	0,37	0,9	4,0-6,0
	Kireç, Kum taşı Lime, Sandstone	1600	0,8	0,9	10-25
	Gazbeton Gas Concrete	400	0,18	1,1	3,0-5,0
	Ahşap (çam) Timber (glass)	450-500	0,14	2,0-2,4	20-40
	Ahşap elyaf levha Timber fiber board	350-500	0,09	1,6	2,0-5,0
CRA Terre	Masif kerpiç Massive adobe	2000	0,46-0,81	1	10,0-11,0
	Çimentolu kerpiç (%8) Cement stabilized adobe (8%)			0,65-0,85	
	Hafif kerpiç Light adobe	1200	0,47	1	8,0-10,0

Tablo 3.8. Dış Duvarlarda Ortam Şartlarına Göreli Geçirme Katsayısı, k Değerleri [39]
Table 3.8. Physical Properties of Some Construction Materials

Yapının ortam şartlarını malzemenin fiziksel özellikleri belirler. İncelenecek özelliklerin sembol ve birimleri şöyledir:

Birim Ağırlık, ρ (kg/m^3)
 Isı İletkenlik, λ (W/mK)
 Özgül Isı, c (kJ/kg K)
 Buhar difüzyon direnci, μ (boyutsuz)

Atmospheric conditions of the building are determined by physical properties of the material. Symbol and unit of the properties to be examined are as follows:

*Unit Weight, ρ (kg/m^3)
 Thermal Conductance, λ (W/mK)
 Specific Heat, c (kJ/kg K)
 Vapor Diffusion Resistance, μ (dimensionless)*

Tablo 3.8'da bazı yapı malzemelerinin ısısal davranışını etkileyen fiziksel özellikleri, kerpiç yapının fiziksel özellikleri ile karşılaştırılmak üzere verilmiştir.

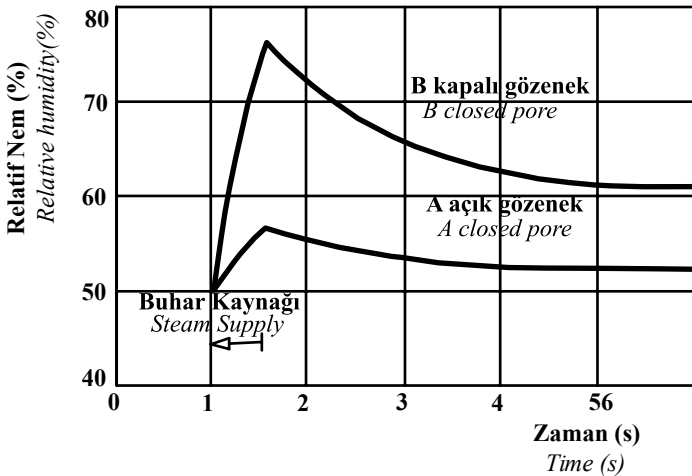
In Table 3.8, physical properties of some construction materials, which affect their thermal behavior, are presented so as to allow comparison with physical properties of adobe building.

Mekânı çevreleyen yapının buhar emme özelliği d ($10 \text{ kg/m}^2\text{h}$) buharın çok üretildiği mekanlarda önem kazanır. Çok buhar üretilen mekanların arasında banyo, mutfak, spor salonu, sınıf sayılabilir. Bu türlü mekanlarda, yapı elemanı iç yüzeylerinin buhar emmesi mekanın daha yaşanır olmasını sağlar.

Vapor absorption property of the building surrounding the environment, d ($10 \text{ kg/m}^2\text{h}$), gains importance in places where vapor is considerably generated. Bathroom, kitchen, fitness center, class are among the places where vapor is generated very much. In such places, vapor absorption of interior surfaces of construction element makes the place more comfortable.

%50 relatif nem bulunan $4 \times 4 \times 2,5$ m büyüklüğünde odaya 1/2 saat süre ile 200gr. su buharı verilmiştir. Şekil 3.9.'te [39] duvarların kireç boya A ve yağlı boya B olması halinde odada zamana bağlı relatif nem değişimi görülmektedir.

200 gr water vapor is supplied to a $4 \times 4 \times 2,5$ m room, where 50% relative moisture exists, for half an hour. In Figure 3.9 [39], relative moisture change within time in the room can be seen if the room is painted with lime paint A or oil paint B.



Şekil 3.9. Bağıl Nemin Duvar Yüzey Özelliğine Göre Değişmesi [39]

Figure 3.9. Change in Relative Moisture According to Wall Surface Characteristic [39]

1. Deneme Yapısı'nda bir sene süre ile iç-dış nem, iç-dış ısı farkları ölçümleri sonucu elde edilen termal performans değerleri (46)no'lu kaynakta incelenebilir.

Thermal performance values obtained as a result of measurements of interior-exterior moisture as well as interior-exterior temperature differences in the 1st case-study building performed during a year can be examined in resource number 46.

3.5 İNTAG TOKİ 622 KERPİÇ YAPI İNŞAAT AŞAMALARI

Araştırma için hazırlanan proje ileride araştırma binası olarak kullanılacak şekilde planlanmıştır. Proje, 2 yatak odası, 1 salon, banyo ve mutfağı olan bir toplu konut birimi olarak da düşünülmüştür (Şekil 3.10).

Bu projenin inşaat sürecinde, duvar yapım aşaması hariç, tüm aşamalar günümüzün inşaat süreci ile eşdeğerdir.

3.5 INTAG TOKİ 622 ADOBE CONSTRUCTION STAGES

The project prepared for the research is designed to be used as the research building in the future. The project is planned to be a mass-housing unit consisting of 2 bedrooms, a living room, bathroom and kitchen (Figure 3.10).

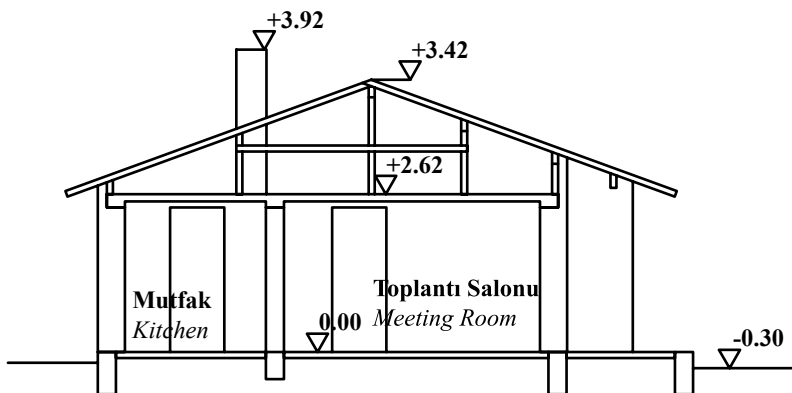
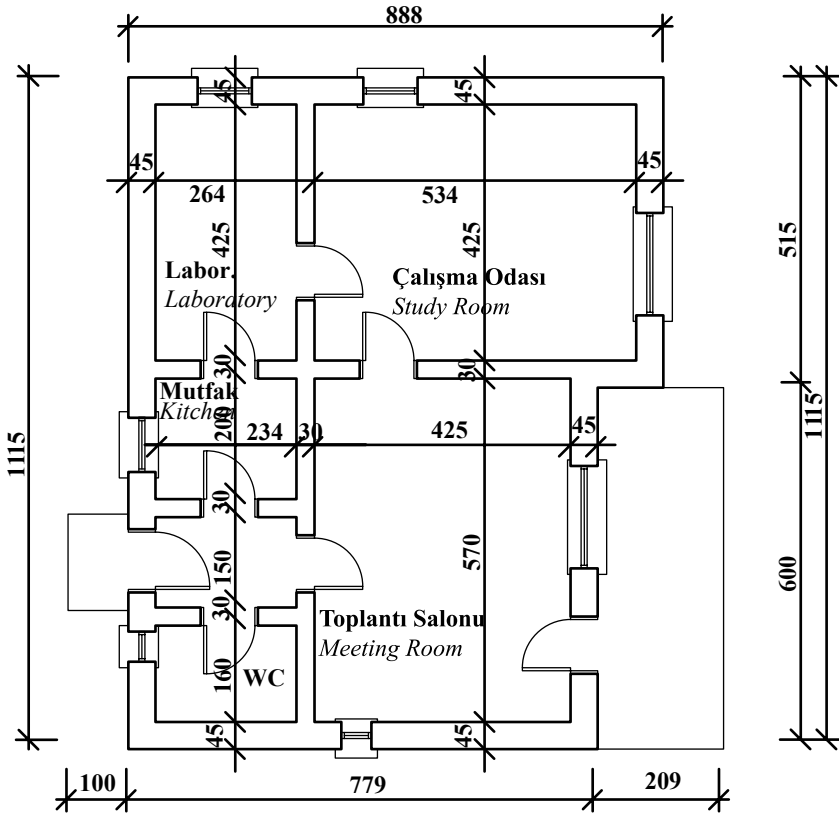
All the stages in the construction period of this project, except the wall construction stage, are equivalent to current construction period.

3.5.1 TEMEL HATILI

Projenin temel aplikasyon planına uygun olarak bir ip iskelesi kurulmuştur. Daha sonra bir kepçe ile 70cm derinliğinde, 45cm genişliğinde toprak kazısı yapılmıştır. Hatıl kalıbı yapılmış, donatılar yerleştirilmiş ve 12m³ hazır beton dökülerek temel hatılı tamamlanmıştır (Resim 3.28).

3.5.1 FOOTING TIE BEAMS

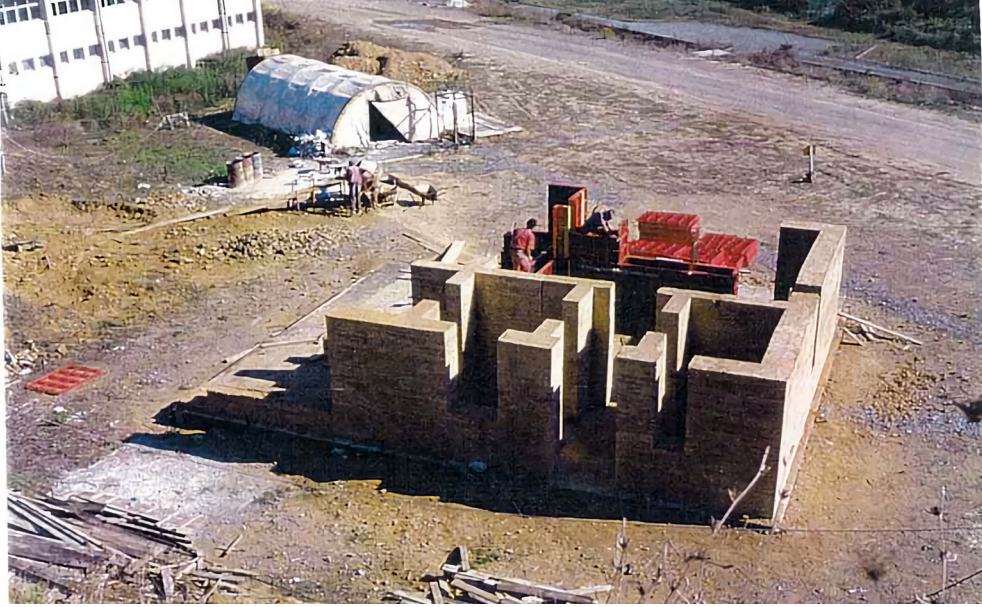
In accordance with the footing application plan of the project, a rope scaffold is set up. Later on, with a skip, an excavation of 70 cm of depth and 45 cm of width is performed. After a mould for the tie beam is prepared, the reinforcement is set and footing tie beams are completed by casting 12 m³ of ready-mixed concrete (Figure 3.28).



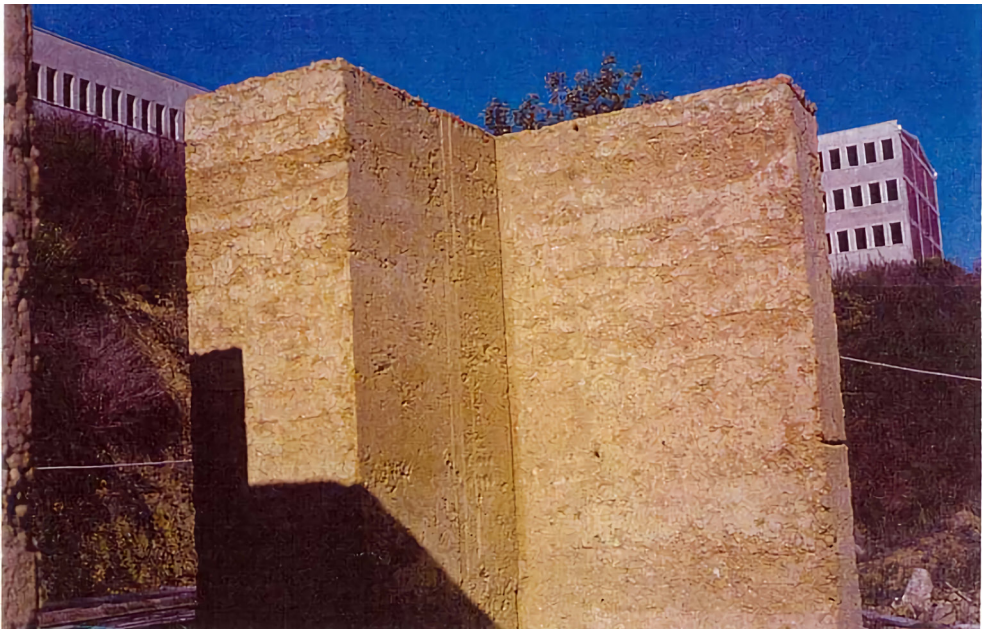
ÖLÇEK 1/100
SCALE 1/100

Şekil 3.10 İNTAG TOKİ 622 Alçılı Kerpiç Yapı Projesi

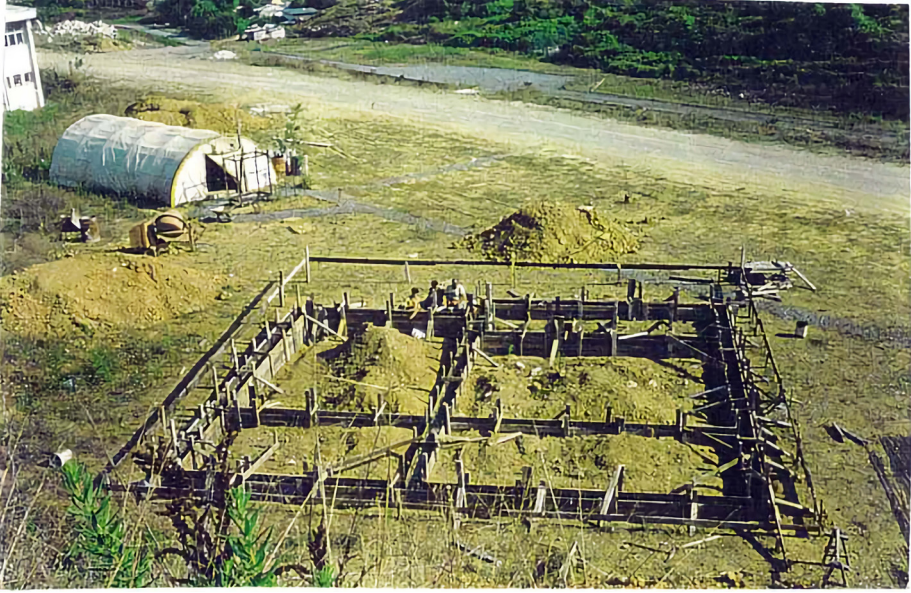
Figure 3.10 İNTAG TOKİ 622 Gypsum Stabilized Adobe Building Project



Resim 3.26. İNTAG TOKİ 622 Araştırma Binası Görünüşü
Picture 3.26. İNTAG TOKİ 622 View of Case-Study Building



Resim 3.27. İNTAG TOKİ 622 Araştırma Binası
Picture 3.27. İNTAG TOKİ 622 Case-Study Building



Resim 3.28. Temel Hatılı İçin Kurulan İp İskelesi Ve Yapılan Kazı
Picture 3.28. Rope Scaffold Set Up for Footing Tie Beam and The Excavation

3.5.2 DÖŞEME DOLGUSU VE SIKIŞTIRILMASI

Temel hatılının dökülmesinden sonra döşeme altındaki zemin vibrasyonlu silindir ile sıkıştırılmış ve 5 cm yüksekliğinde mıcır serilmiştir. (Resim3.29).

3.5.2 FLOOR EMBANKMENT AND ITS COMPRESSION

After the casting of the footing tie beams, the ground below the floor is compressed with a vibration cylinder and crushed stones are spread until 5cm height is achieved (Picture3.29).

3.5.3 DÖŞEME BETONU

Sıkıştırılan toprak zemin üzerine serilen mıcırdan sonra 10 cm yüksekliğinde olmak üzere 7.5 m³ grobeton dökülmüştür (Resim3.30).

3.5.3 FLOOR CONCRETE

After crushed stones are spread on the compressed soil ground, 7,5 m³ plain concrete is poured until 10cm height is achieved (Figure3.30).

3.5.4 SU İZOLASYONU

Temel hatılının dökülmesinden sonra döşeme altındaki zemin vibrasyonlu silindir ile sıkıştırılmış ve 5 cm yüksekliğinde mıcır serilmiştir (Resim 3.29).

3.5.4 WATER INSULATION

After the casting of the footing tie beams, the ground below the floor is compressed with a vibration cylinder and crushed stones are spread until 5cm height is achieved (Picture3.29).



Resim 3.29. Zeminin Sıkıştırılması
Picture 3.29. Compression of the Ground



Resim 3.30. Zeminin Sıkıştırılması
Picture 3.30. Compression of the Ground



Resim 3.31. Duvar Alt Yüzeylerine Su Yalıtımı Sürülmesi
Picture 3.31. Water Insulation Applied to Lower Surfaces of Wall

3.5.5 DUVAR KALIBI VE DUVAR DÖKÜMÜ

Duvar kalıbı, hazırlanması ve kerpiç duvar dökümü için Bkz (sayfa.100)

3.5.5 MOULDS FOR THE WALLS AND CASTING

It has been explained in page 100

3.5.6 DEPREM HATILI

Araştırma şantiyesinde dökülen kerpiç duvar bünyesinde, depreme karşı dayanımını arttıran hatıl görevi gören galvanizli (2,5x8cm aralıklı) hasır çelik kullanılmıştır. Deprem sırasında oluşacak diagonal yüklere karşı, her 60 cm yükseklikte olmak üzere 2.40 m yüksekliğindeki duvar içinde 3 kotta yerleştirilmiştir. 45 cm lik dış duvarlarda 40 cm genişliğinde, 30 cm lik iç duvarlarda 20 cm. genişliğinde sürekli olarak yerleştirilmiştir (Resim3.32).

3.5.6 EARTHQUAKE BEAMS

In the adobe wall structure that is casted in the research site, galvanized welded-wire is used (at intervals of: 2,5x8 cm), which functions as tie beam that increases the resistance against an earthquake. Against the diagonal loads that may occur during earthquake, these tie beams are placed in every 60 cm height as 3 levels in the wall with 2.40 m height. They are placed regularly in 40 cm wideness in 45 cm exterior walls and in 20cm wideness in 30 cm interior walls (Figure.3.32).



Resim 3.32. Duvar İçine Yerleştirilen Deprem Hatlı
Picture 3.32. Tie Beam for Earthquake Placed into the Wall

3.5.7 DUVAR ÜSTÜ HATIL

Yapının duvarları kapı ve pencere boşlukları da dahil olmak üzere 2.40 mt. kotuna kadar yükseltilmiştir. Bütün duvarların üstünden bu yükseklikte betonarme hatıl dolaşmaktadır. Hatıl Moyap firmasının hazır döşeme elemanları ile beraber dökülmüştür (Şekil 3.8).

Dış duvar hatılı için duvarların iç yüzeyinden itibaren dışa doğru 30 x 16 boyutlarında hazır betonarme hatıl eleman kullanılmıştır.

Dış duvarlarda hatıl elemanları yerleştirildikten sonra kerpiç duvar üzerinde kalan 15 cm lik boşluk tekrar kerpiç malzeme ile doldurularak tokmaklanmıştır. Böylelikle hem betonarme elemanlarda

3.5.7 OVER-WALL TIE BEAMS

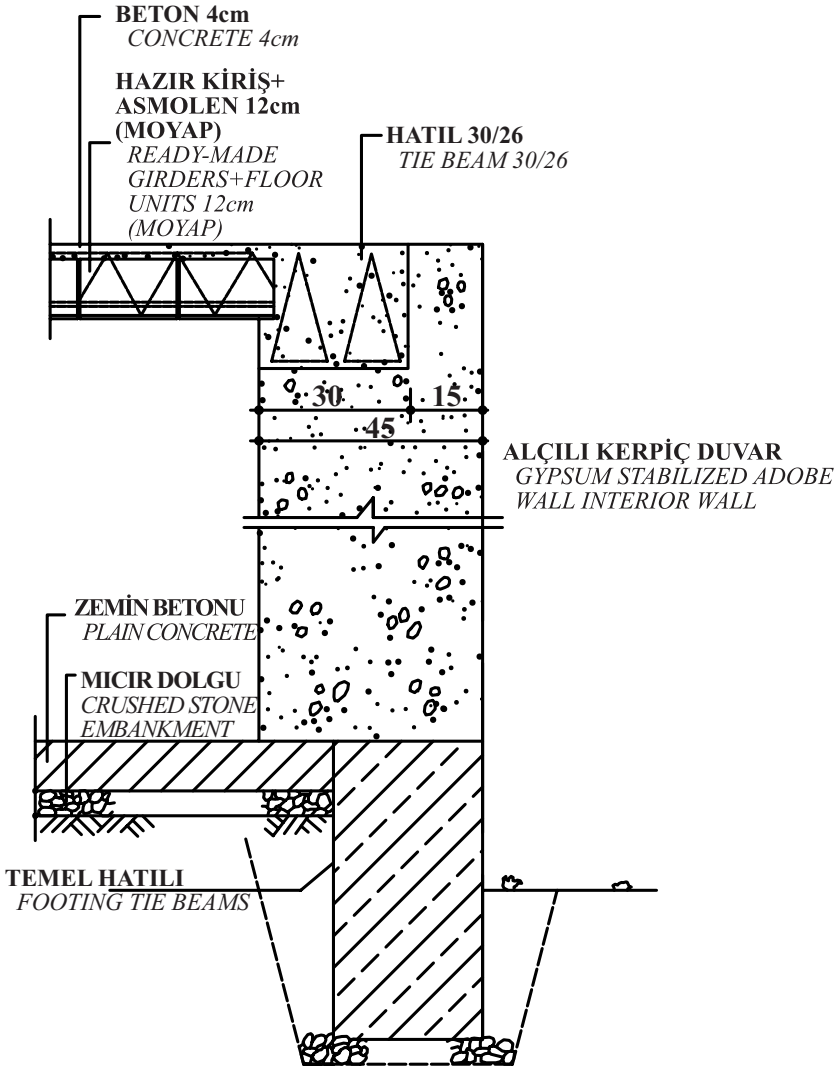
The walls of the building are elevated up to 2.4m including the door and window openings. At this height, a reinforced concrete tie beam is passed over all of the walls. The tie beam is casted together with the floor elements of Moyap firm (Figure.3.11).

For the exterior wall tie beam, a ready-mixed reinforced concrete tie beam with dimensions of 30x16 is used beginning from the inner wall surfaces towards outside.

After the tie beam elements had been set in the exterior walls, the gap of 15 cm that is left on the adobe wall is filled again have formed in the reinforced concrete elements will be prevented, and also the

oluşabilecek ısı köprüleri engellenmiş, hem de binanın dış görünüşü açısından kerpiç yapı bütünlüğü ve estetiği korunmuştur.

entirely and aesthetics of the adobe construction, concerning the outside view of the building, will be protected.



Şekil 3.11 Sistem Kesiti

Figure 3.11. Cross-Section of the System

3.5.8 ÜST DÖŞEME

Hatıl elemanları yerleştirildikten sonra üst döşemeyi oluşturmak için gerekli görülen açıklıklarda dikmeler yerleştirilmiştir. Yerleştirilen dikmeler üzerine 12'lik çıplak hazır döşeme kirişleri monte edilmiştir. Döşeme kirişleri arasına asmolon blokları döşendikten sonra döşeme alt kotundan itibaren 16 cm (12 + 4) yükseklikte olmak üzere 11m³ beton dökülerek üst döşeme tamamlanmıştır.

3.5.8 TOP FLOORING

After setting the tie beam elements, masts are set at the needed interval to form the upper floor. Over the set masts, ready-made girders of 12 cm are mounted. Between the girders, floor units are furnished. Later on beginning from the lower floor level, at a height of 16 cm. (12+4), 11 m³ of concrete is casted and the upper floor is completed.

3.6 ŞANTIYE DÜZEYİNDEKİ ÜRETİMLERDE İŞÇİLİKLERİN DEĞERLENDİRİLMESİ

3.6 THE EVALUATION OF THE WORKMANSHIP FOR THE PRODUCTIONS AT CONSTRUCTION SITE LEVEL

3.6.1 TOPRAK HAZIRLANMASI

3.6.1 PREPARATION OF THE SOIL

Araştırma şantiyesine, kerpiç üretimi için kampüs içindeki çeşitli inşaat sahalarından toplam 60 m³ (108 ton) toprak getirilmiş ve stoklanmıştır. Süreç içinde eleme ve öğütme işlemleri olmadığı için üretime başlarken herhangi bir hacim azalması olmamıştır. Oysa Birinci Deneme Evi şantiyesine kerpiç üretimi için getirilen 90 m³ olarak getirilen toprak, eleme sonucu % 30' luk bir azalma ile 60 m³ kalmıştır [12]. % 30 artık malzemenin sonradan şantiyeden uzaklaştırılması gerekmiştir.

For the adobe production, a total of 60 m³(108 tons) of soil had been brought from various construction areas in the campus to the research site and they had been stocked. As there are no elimination and grinding processes in the procedure, there has been no question of the loss of volume whereas the 90 m³ of soil having been brought to the first Experimental House for adobe production is eliminated and after a loss of 30 % it is left with a volume of 60 m³. The 30 % of the material had to be removed from the building site.

3.6.2 KARIŞIM HAZIRLANMASI

Kerpiç üretimi için gereken toprağın hazırlanmasında 1 işçi çalıştırılmıştır. 1 işçi toprak stoğundan 1 el arabası (50 kg = 0.06 m³) kuru toprağı 3 dakika içinde betoniye aktarmaktadır.

Alçı + kireç + su karışımının hazırlanmasında toprak miktarı 100 kg iken 2 işçi çalıştırılmıştır. Ancak 100 kg toprağın yerleştirilmesi zaman aldığından toprak miktarı 50 kg düşürülmüş ve toprak hazırlama işinde 1 işçi çalıştırılmıştır.

50 kg toprak için gereken 9.5 kg su ile 5 kg alçı ve 1 kg kireç karışımı 1 işçi tarafından 3 dakika içinde betoniye katılmaya hazır hale getirilmiştir. Bu karışımın kolay ve hızlı taşınabilmesi için 2 ayrı ölçek hazırlanmıştır.

Toprağın nemlendirilmesi için gerekirse kullanılacak max 2 kg su belirtilen %19' luk su oranı içinden kullanılmaktadır.

Hazırlanan karışım 1 işçi tarafından betoniyerdeki toprağı karıştırılıp 2 dakika içinde döküme hazır hale getirilmektedir.

Her iki dökümde bir betoniye yapışarak performansı etkileyebilecek harcı temizlemekte yarar görülmüştür. Bu işlemi, 1 işçi 3 dakika içinde tamamlayabilmektedir.

3.6.2 PREPARATION OF THE MIXTURE

During the preparation of the soil required for adobe production, 1 worker is employed. 1 worker can reload 1 hand-cart of (50 kg=0,06 m³) dry soil from the soil stock into the cement-mixer in 3 minutes.

When the soil amount is 100 kg during the preparation of gypsum+ lime+ water mixture, only 2 workers are employed. But as the replacement of 100 kg soil takes time, the soil amount is reduced to 50 kg and only 1 worker is employed for the soil preparation process.

The mixture composed of 9,5 kg water, 5 kg gypsum and 1 kg lime, which is required for 50 kg soil, can be made ready by 1 worker in 3 minutes to be emptied into the cement-mixer. For the conveyance of this mixture more easily and quickly, 2 different scales are prepared.

Maximum 2 kg water, which will be used if soil is required to be moistened, is used from the defined 19% water proportion.

The prepared mixture is mixed with the soil in the cement-mixer and is made ready for casting in 2 minutes by only 1 worker.

In every 2 casts, the mortar, which will stick to the cement-mixer and affect the performance, is thought to be advantageous to be cleaned. This process will be carried out by one worker in 3 minutes.

Betoniyerden el arabaları ile alınan kerpiç malzeme 1 işçi tarafından kalıp yerine taşınır. Aynı işçi karışımı küreklerle kalıba boşaltırken tokmak kullanılacaksa 2 işçi, kompaktör kullanılacaksa 1 işçi sıkıştırma ve yerleştirme işini yapmaktadır.

Araştırma şantiyesinde kerpiç üretimi için 55 m³ kuru toprak kullanılmıştır. Kuru toprak miktarında, üretim sonrası araç ve gereçlere yapışmak, dökülmek, betoniyerden temizlenmek suretiyle % 8 oranında zayı edilmiş ve sonuçta 50.6 m³ kerpiç üretilmiştir. Tokmaklama sonucu % 11 lik hacim azalması ile 45 m³ duvar hacmi elde edilmiştir.

Birinci Deneme Evi yapımında ise ana-kuzu alker üretiminde % 40, münferit yerinde döküm kalıbı uygulamasında %22, sürekli yerinde döküm kalıbı uygulamasında ise %40 hacim azalmaları görülmüştür [12].

3.6.3 KALIP TEMİZLENMESİ VE KURULMASI

Döküm için malzeme hazırlanırken 1 işçi en büyük boy paneli (150 x 90) 1 dakika içinde temizleyip yağlamaktadır. Bu süre içinde 2 işçi 1 m³ duvar oluşturmak için gereken kalıp montajını 9 dakika içinde yapabilmektedir. Bu süre içinde kalıbın yatay ve düşey ayarlamaları da yapılmaktadır.

The adobe material having been taken from the cement-mixer by the hand-cart, is carried to the casting place by 1 worker. While the same worker will empty the mixture with the shovels to the moulds, 2 workers will do the compression and adjustment processes if tamp will be used. But if a compactor will be used, then 1 worker could carry the work out.

55m³ of dry soil had been used in the research site, for adobe production. In the dry soil amount, a loss of 8% is made because of sticking to the tools after the production, spilling, being cleaned from the cement-mixer. As a result, 50.6m³ of adobe is produced. As a result of tamping process with a volume loss of 11%, 45 m³ of wall volume had been achieved.

During the construction of first Experimental House, 40% of volume loss is seen in the ALKER (a term used for gypsum +adobe) production; 22% of volume loss is seen in the single in-situ casting application, and 40% of volume loss is observed in the continuous in-situ casting application.

3.6.3 CLEANING AND SETTING UP OF THE MOULDS

During the preparation of the materials for casting, 1 worker could clean and grease the biggest panel (150+90) in 1 minute. In this period, 2 workers could do the mould montage needed to construct 1 m3 of wall, in 9 minutes. Also, in this period, the vertical and horizontal adjustments of the moulds are made.

Bu değer, Birinci Deneme Evi inşaatında kullanılan kalıpların temizlenme ve kurulma işlem süreleri ile birim hacim için karşılaştırıldığında [12] aşağıdaki sonuçlar alınmıştır.

Ana-kuzu Alker kalıbı	67,5 birim zaman
Münferit yerinde döküm kalıbı	10,9 birim zaman
Sürekli yerinde döküm kalıbı	2,3 birim zaman
Endüstriyel kalıp (622)	1,0 birim zaman

When this value is compared with the cleaning and setting periods of the moulds used in the construction of the first Experimental House, in terms of unit volume, the following results are gotten;

<i>1-1/2 ALKER mould</i>	<i>67,5 unit tim</i>
<i>Single in-situ casting mould</i>	<i>10,9 unit time</i>
<i>Continuous in-situ casting mould</i>	<i>2,3 unit time</i>
<i>Industrial mould (622)</i>	<i>1,0 unit time</i>

3.6.4 GÜNLÜK ÜRETİM MİKTARLARININ KARŞILAŞTIRILMASI

Araştırma şantiyesinde 1günde 4işçi çalıştırılarak 2,8 m³ kerpiç duvar dökülebilmektedir.

Bu değer, Birinci Deneme Evi inşaatındaki günlük üretim miktarları [12] ile karşılaştırıldığında birim zamanda, aynı sayıda işçi çalıştırılarak en fazla üretimin bu modern kalıplarla yapıldığını göstermektedir.

Ana -kuzu Alker dökümü	1 birim hacim
	+Örme işlemi
Blok döküm	1,8 birim hacim
	+Örme işlemi
Sürekli kalıpla döküm	2.5 birim hacim
	+Örme işlemi
Endüstriyel kalıp (622)	2 ,8 birim hacim

3.6.4 COMPARISON OF DAILY PRODUCTION QUANTITY

In the research site, in 1 day, 4 workers can carry out the casting of 2,8 m³ of adobe walling.

When this value is compared with the daily production amounts of the first Experimental House, in unit time, using the same number of workers, it can be observed that most of the production is done by using these modern moulds.

<i>1-1/2 ALKER casting</i>	<i>1 unit volume</i>
	<i>+Wall Construction Process-</i>
<i>Block casting</i>	<i>1,8 unit volume</i>
	<i>+Wall Construction Process</i>
<i>Continuous casting</i>	<i>2,5 unit volume</i>
	<i>+Wall Construction</i>
<i>Process Industrial Mould (622)</i>	<i>2,8 unit volume</i>

3.7 SONUÇ

Bu bölümde, alçılı kerpiçe uygun mekanize inşaat teknolojisinin gelişimi ve şantiye rasyonelasyonu için izlenecek yöntemler açıklanmıştır. Betonarme sürecindeki kalıp, karıştırma teknikleri, kalıba aktarma, kalıpta sıkıştırma evreleri deneylerle özellikleri geliştirilmiş malzemeye uyarlanarak kullanılmıştır.

Araştırma şantiyesinde yapılan alçılı kerpiç yapı uygulamasında dikkat edilmesi gereken hususlar aşağıdaki gibi özetlenebilir.

*Alçılı kerpiç üretimi için toprağın elenmesine ve öğütülmesine gerek görülmemiştir. Dolayısıyla arazi kullanımı, işçilik, maliyet açısından tasarruf edilmiştir.

*Karışımın hazırlanması aşamasında oranlar basit ölçeklere indirgenmiştir.

*Karışım için kullanılan universal yatay eksenli betoniyerden belirli aralıklarla temizlenmek suretiyle çıkarılan artık kerpiç harcı kullanılmamalı, üretim alanından uzaklaştırılmalıdır.

*Endüstriyel kalıp kullanımı, kalıplama aşamasına rasyonellik kazandırmıştır. Kalıp kullanımını proje üze-

3.7 CONCLUSION

In this section, the development in the mechanized construction technology suitable to the gypsum stabilized adobe and the methods applied for the rationalization in the building site have been declared. The casting, mixing techniques and the transfer to the mould and compression stages in the concrete procedure, have been used being adapted to experimentally improved materials.

The factors to be taken care of in the gypsum stabilized adobe production in the research site can be briefly summarized as follows:

**For the gypsum stabilized adobe production, there seemed no need for elimination and grinding stages of soil. Thus, many savings have been made concerning use of land, labor and casts.*

**In the preparation of the mixture stage, the measures are reduced to simple scales.*

**The excess adobe mortar which has taken from the universal horizontal-axis cement-mixer, at certain intervals, with a cleaning purpose must not be used, and must be removed from the production area.*

**By the use of industrial moulds rationalism has been acquired in the casting stages. By the application of*

rinden etüd ederek uygulamakta hem kalıp miktarı ,hem üretim sürekliliği açısından yarar görülmektedir.

*Şekil verme aşamasında mekanik sıkıştırıcılar kullanılması ile sıva için homojen duvar yüzeyleri elde edilmektedir.

*Farklı zaman dilimlerinde yapılan duvar dökümlerinde görülecek rötre için basamaklı iş derzleri oluşturulmuştur.

* Münferit kerpiç yapı üretimi için 4-5 işçi tüm evreler için yeterli olmaktadır.Birçok işlem aynı zamanda yapılabildiği için fazla işçi sayısı şantiye mekanizasyonunu kötü yönde etkilemektedir.

casting by testing on the design, both in mould amount, and also in production continuity, so much has been benefited.

** By the use of mechanic compressors in the shaping stage, homogenous wall surfaces for mortar can be achieved.*

** Degreed construction joints are formed due to shrinkage observed in wall castings performed at different time intervals.*

** 4 or 5 workers will be enough for the production of single adobe construction. Since a few processes can be done at the same time, excess number of workers will affect the site mechanization negatively.*

4

ARAŞTIRMANIN STANDARTLAŞMAYA KATKISI

*CONTRIBUTION OF
THE RESEARCH TO
STANDARDIZATION*

Teknoloji Araştırmaları Bölüm 1.5'te açıkladığı gibi aşamalardan meydana gelmektedir. Kerpiç yapı teknolojisini geliştirmeyi amaçlayan ve 1978'den bu yana süren araştırmalar dizisinde "Temel Araştırma", "Deneylerle Geliştirme", "Pilot Çalışma" tamamlanmıştır. Bir sonraki aşama ise "Standartlaşma"yı sağlamak, böylelikle bu malzeme ile çalışmak isteyen ;

1. Proje yapımcısı
2. Kullanıcı
3. Onaylayan kurum
4. Yatırımcı, özel ve resmi makamların kullanabileceği bir kaynak oluşturmaaktır.

Ülkemizde kerpiç yapımı hakkında TS 2514/ Şubat 1977; "Kerpiç Bloklar Ve Yapım Kuralları" ve TS 2515 / Şubat 1977; "Kerpiç Yapılar Ve Yapım Kuralları" başlıkları altında kerpiç ile inşaat yapmak veya kerpiç yapıyı kontrol etmek isteyenlere referans oluşturmaktadır.

Technological Researches are composed of the phases explained in Section 1.5. Among a wide range of researches carried out since 1978 in order to develop adobe construction technology, "Basic Research", "Development through Experiments", and "Pilot Study" have been completed. The next step is to provide "Standardization" so that a resource will be provided for those who are interested in this material such as;

- 1. Project producer*
- 2. Occupant*
- 3. The institution granting approval*
- 4. Investor, private and official authorities.*

TS 2514 / February 1977 "Adobe Blocks and Construction Rules" and TS 2515/ February 1977 "Adobe Blocks and Construction Rules" are the references for those who would like to construct with adobe and to control adobe buildings.

Almanya’da duvar için toprak harçlar; kerpiç yapı yapım kuralları; yapı toprağı tanımları, deney metodları, toprak yapı elemanları; kerpiç yapı uygulamaları; kerpiç yapıların nemden korunması; kerpiç yapı üstüne sıva gibi alanlarda standartları vardır (Ek3).

İsviçre’de Mühendisler ve Mimarlar Birliği SIA (Schweizerische Ingenieur Und Architekten-Verein) tarafından kerpiç yapı kuralları hakkında standartlar üretilmiştir [19].

Amerika Birleşik Devletlerinin halen bütün güney eyaletlerinde kerpiç yapı gündelik olarak kullanılmaktadır. New Mexico eyaletinin Kerpiç yönetmeliği, 1982 “Unburned Clay Masonry, Section 2405” [16] toprak seçiminden başlayıp yapım kurallarına kadar kerpiç ile inşaatı kolaylaştıran tanımları vermiştir.

Bu bölümde TS 2514 / Şubat 1977 ile tanımlanan “Kerpiç Bloklar Yapım Ve Kullanma” standartı gözden geçirilmiştir. Standartın gerektirdiği bilgiler ile araştırmanın bulguları ayrı iki kolon halinde tablolaştırılmıştır. Araştırmanın bulguları, işlendiği paragrafların numaraları halinde standartın paragraf başlıkları karşısına yerleştirilmiştir.

In Germany, standards for soil mortars for walls; adobe buildings construction rules; definitions for construction soil, methods for experiment; soil construction materials; protection of adobe buildings against moisture; plaster upon adobe building exist (Annex 3).

Standards for adobe construction rules have been established by Union of Chambers of Swiss Engineers and Architects (Schweizerische Ingenieur Und Architekten-Verein) [19].

Adobe buildings are still used in southern states of the United States. Adobe regulation ’82 of New Mexico State provides in “Unburned Clay Masonry, Section 2405” [16] definitions that facilitate construction with adobe starting from soil selection and extending to construction rules.

This section reviews the “Construction and Use of Adobe Blocks” standard defined by TS 2514 / February 1977. The information required by the standard and the findings of the research are presented in two separate columns. The research findings are placed opposite the paragraph headings of the standard, numbered according to the paragraphs in which they are discussed.

TS 2514 /ŞUBAT 1977
KERPIÇ BLOKLAR YAPIM VE
KULLANMA

TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622

Araştırmadaki Bölüm No.

0. KONUSU, TANIM, KAPSAM

0.1. Konu

0.2. Tanımlar

0.2.1. Kerpiç Blok 2.3. Alçılı Kerpiç

0.2.2. Kerpiç Adları

0.2.3. Kerpiç Toprağı 2.2.2.1. Toprak İle İlgili Analizler

0.2.4. Rötne 2.3.2.2.1. Rötne

0.2.5. Katkı (Saman) 2.2.2.2. Alçı / 2.2.2.3. Kireç

0.2.6. Kalıp 3.3.2.3. Kalıp

0.3. Kapsam

1. SINIFLANDIRMA VE ÖZELLİKLERİ

1.1. Sınıflandırma

1.2. Özellikler

1.2.1. Boyutlar ve Mekanik Özellikler 2.3.2.2.3. Mekanik Deneyle

1.2.1.1. Şekil ve Boyut Toleransı 2.3.2.2.2.1. Rötne

1.2.1.2. Basınç Dayanımı 2.3.2.2.3.2. Basınç Dayanımı

1.2.1.3. Suyu Dayanıklılık 2.3.2.2.3. Kılcallık

1.2.2. Malzeme Özellikleri 2.2. Ham Malzeme Deneyle

1.2.2.1. Toprağın Özelliği 2.2.2.1. Toprak İle İlgili Analiz

1.2.2.2. Katkı Özelliği 2.2.2.2. Alçı I 2.2.2.3. Kireç

1.2.2.3. Kullanılacak Suyun özelliği

1.2.3. Yapım Kuralları 2.3.2.1.3. Yerleştirme Yöntemi

1.2.3.1. Karışımın Hazırlanması 2.3.2.1.4. Karışım Belirlenmesi

1.2.3.2. Kerpiç Kesilecek Yerin Özelliği 3.3. Kerpiç Şantiyesi

1.2.3.3. Kerpiç Kesiminde Kullanılan Araçlar 3.3. Kerpiç Şantiyesi

1.2.3.4. Kerpiç Kesilmesi (Kalıplama) 3.3.2.3.2. Kalıplama-Şekil Ver.

1.2.3.5. Korunması ve Kurutulması 3.3.2.4. Kırılma-Bekleme-Stok

2. MUAYENE VE DENEYLER

2.1. Kerpiç Toprağı İle İlgili Muayene ve Deneyle 3.3.2.1. Uygun Toprak Seç

2.1.1. Toprak Numunesi Alınması 3.3.2.2.1. Toprağın Hazırlan.

2.1.2. Çamur Numunesinin Hazırlanması 2.3.2.1.4. Karışım Belirlenmesi

2.1.3. Standard Kıvamın Elde Edilmesi 2.3.2.1.1. Karışımın Kıvamı

2.1.3.1. Deneyle Numunesinin Hazırlanması 2.3.2.2.1. Deneyle Numune. Haz.

2.1.4. Çekme Deneyle 2.3.2.2.3.1. Eğilmede Çekme

2.1.5. Rötne Deneyle 2.3.2.2.2.1. Rötne

2.1.6. Çamurlaşma Deneyle 2.3.2.2.3. Kılcallık

2.1.7. Basınç Dayanımı Deneyle 2.3.2.2.3.2. Basınç Dayanımı

2.2. Kerpiç İle İlgili Muayene Ve Deneyle

2.2.1. Numune Alınması

2.2.2. Muayeneler

2.2.2.1. Boyutların Ölçülmesi 2.3.2.2.2.1. Rötne

2.2.2.2. Basınç Dayanımı Deneyle 2.3.2.2.3.2. Basınç Dayanımı

2.2.2.3. Blokların Suda Dağılıma Deneyle 2.3.2.2.2.3. Kılcallık

Tablo 4.1. TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 'nin Standartlaşmaya Katkısı

Table 4.1. TUBITAK İNTAG TOKİ 622 Contribution to Standardisation

5

**SONUÇLARIN
BİRLEŞTİRİLMESİ
VE ÖNERİLER**

***COMBINATION OF
RESULTS &
SUGGESTIONS***

Bilindiği gibi geleneksel kerpiç sudan zarar gören düşük mukavemetli bir yapı malzemesi olmakla beraber insan sağlığına uygun ortam şartları yaratmaktadır. Bu avantajlarından dolayı sadece az gelirli için değil, aynı zamanda varlıklı ülkelerde de kullanılmak üzere araştırmaları yapılmaktadır.

Araştırma amacın belirlenmesi deneyler ve inşaat dönemlerine ayrılmıştır. Raporun bölümleri de bu aşamalara göre düzenlenip, bölümlerden elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

BÖLÜM 1: AMAÇ

Bilindiği gibi geleneksel kerpiç sudan zarar gören düşük mukavemetli bir yapı malzemesi olmakla beraber insan sağlığına uygun ortam şartları yaratmaktadır. Bu avantajlarından dolayı sadece az gelirli için değil, aynı zamanda varlıklı ülkelerde de kullanılmak üzere araştırmaları yapılmaktadır.

Araştırma amacın belirlenmesi deneyler ve inşaat dönemlerine ayrılmıştır. Raporun bölümleri de bu aşamalara göre düzenlenip, bölümlerden elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

As it has known, although the traditional adobe is a low resistant building material that has damaged by water, it creates suitable environmental conditions for human health. Because of these advantages, there has been researches going in, to use it not only in low budgeted but also in wealthy countries.

The research consists of; defining the aim, experiments and construction stages. The sections of the report has been accordingly arranged and the results out of the sections are presented as follows:

CHAPTER 1: AIM

The aim on the research of gypsum stabilized adobe technology and standards, is the improvement and transformation of local building materials and labor, into mechanized technology that is to be used in mass housing sector, and the saving up of the countries budget and energy sources.

The managers who build their own dwellings, who can design adobe buildings in mass housing sector, who approve adobe buildings and who aim to protect country's budget, cultural heritage and ecology will be able to use this technology.

BÖLÜM 2: MALZEME

Bu bölümde deneysel çalışmalar sonucunda elde edilen bulgular, önce yapılan çalışmalarla karşılaştırılarak, mekanizasyona uygun malzeme kararlarına varılmıştır.

Toprak

Toprak ocaktan alındığı gibi (6-7 cm. taş dahil) elenmeden kullanılmaktadır. Bitkisel toprak, kirlenme gibi faktörler hariç, yüksek kil oranı, uygun granülo-metri gibi şartlara bağlı kalınmamaktadır.

Bulgular

Özel toprak arama şartı yoktur. Yakın malzeme ocağı sonucu nakliye maliyeti düşüktür. Eleme veya öğütme süresi, işçiliği, enerjisi, makina yatırımından tasarruf sağlanır.

Stabilizasyon

Stabilizasyon %10 alçı + % 2 kireç ile sağlanmıştır (al-ker). Kullanılan toprakta bağlayıcı görevi yapan ince dane oranı % 8 iken (kil) % 12 ince dane ilave edilerek % 20 bağlayıcı oranına ulaşılmıştır.

Bulgular : Dolayısıyla diğer toprak yapı malzemesi çalışmalarında öngörülen yüksek kil oranına ihtiyaç kalmamıştır.

CHAPTER 2: MATERIALS

In this section, the findings achieved as a result of experimental studies are compared with the previous studies, and materials suitable to mechanization are decided.

Soil

The soil is used without elimination as soon as it has taken from the excavation area (including 6-7 cm stones). The procedure is not bound to conditions such as high clay value, or suitable granulometry, but to the factors such as plant soil or pollution.

The Findings

There is no condition for searching for special soil type. Since furnace of the material is close to the site, the conveyance costs are low. Many savings are achieved from the elimination and grinding periods, labor, energy and machine engagement.

Stabilization

Stabilization is obtained by 10% gypsum+2% lime (AL-KER). The proportion of the fine-grained binding material in the soil has initially been 8% (clay), afterwards, 12% is added, and 20% fine grained binding material has been achieved.

The Findings: *Thus, the high clay proportion provided for in the previous building material studies on soil is not required any more.*

Alçı priz yaptıktan sonra kil kurumaya devam ettiğinden kuruma sonucu oluşacak rötre alçı tarafından kısmen önlenir. Rötre daha azdır (%1,07). Priz yapan bir malzeme elde edildiğinden, geleneksel kerpiç sürecindeki geniş arazide kurutmaya bağlı yer, işçilik, zaman ihtiyacı ortadan kalkmıştır.

Duvar için üretilecek ve taşınacak endüstriyel malzeme duvarın % 12 si kadardır; endüstriyel üretim enerjisi çok düşüktür. Fabrikadan gelecek malzeme miktarı azdır. Bu malzemeler yöresel ocaklarda da pişirilebilir dolayısıyla nakliye maliyeti düşüktür. Üretim ilk yatırım maliyeti düşüktür.

Duvar malzemesinin fiziksel ve mekanik özellikleri iyidir: Karışımda bulunan kireç, kireçsiz karışıma göre mekanik ve fiziksel özellikleri bir miktar geriye çekmektedir. Bu yeni değerler dahi standartlarda belirlenen sınır değerlerden büyüktür. Basınç mukavemeti $2,21 \text{ N/mm}^2$ olup standart değeri 2 N/mm^2 den yüksektir; eğme mukavemeti $0,63 \text{ N/mm}^2$ olup standart değeri $0,3 \text{ N/mm}^2$ den yüksektir. Ayrıca kirecin zaman içindeki hidratasyonu sonucu yapının mekanik ve fiziksel özellikleri, kullanma süresi içinde artar (1. Deneme Yapısı sonucu).

Karışıma iki gerekçe ile kireç katılmıştır. Birincisi; toprak + % 10 alçı şantiyede işlenebilirliğe süre tanımayacak kadar kısa zamanda (3-5 dakika) priz

After the setting of the gypsum, as the clay continues to dry, the contraction, which will form as a result of drying, is partially prevented by the gypsum. The contraction is lesser (%1,07). As a setting material is achieved, the need for place, labor, and time due to drying in the broad site during the traditional adobe production disappears.

The industrial material produced and conveyed for walling is 12% of wall volume; the industrial production energy is very low. The material amount coming from the fabric is small. These materials can also be burned in the local hearths-thus the conveyance cost is less. The initial investment cost of the production is low.

The physical and mechanical properties of the wall material are good: The lime in the mixture when compared to a mixture without lime, recede the physical and chemical properties a little. Even these new values are higher than the limit values declared in the standard. The compressive strength is $2,21 \text{ N/mm}^2$ and it is higher than the standard value 2 N/mm^2 ; the bending strength is $0,63 \text{ N/mm}^2$ and it is higher than the standard value $0,3 \text{ N/mm}^2$. Also, as a result of the hydration of lime in time, the physical and mechanical properties of the building increase in the usage time (as a result of the 1st Experimental Building).

Lime is added to the mixture due to two primary reasons. The first is; soil+10% gypsum set in a very short time (3-5 minutes) that makes it impos-

yapmaktadır. Bu süre kireç katıldıktan sonra şantiyede çalışılacak kadar uzamıştır. İkincisi; toprak + % 10 alçı karışımı inşaat makinası, araç ve gereçlerine yapışmaktadır. Kireç katılması halinde işlenebilirlik iyileşmiş, yani harç araçlara işi engelleyecek kadar yapışmamıştır.

Harçta kireç priz süresini düzenleyeceğinden karışım sırası şöyle olmalıdır. %18-20 harç suyu karışım için belirlendikten sonra yaklaşık 1/3ü toprağa tav vermek amacıyla, universal yatay eksenli mikserdeki toprağın üstüne atılır. Kısa süre karıştırılırken diğer yandan kalan suya sırasıyla önce ölçeklendirilmiş %2 kireç sonra %10 alçı katılır ve karıştırılır. Bu işlem 1/2 dakika sürmektedir. Su+kireç+alçı karışımı mikserdeki toprağın üstüne atılıp 2 dakika karıştırılır. El arabaları ile (veya bant konveyör; loder) ile kalıba dökülür.

İşlenebilirlik

Alçılı kerpiç (Al-ker)'in toplu konutta kullanılabilmesi için universal şantiye makineleri, araç ve gereçleri ile kullanılabilirliği incelenmiştir.

Bulgular

% 18 -20 oranında su bulunan harçlar plastik kıvamda olup, mekanik veya manuel kompaksiyona uygundur. % 20-22 oranında su bulunan harçlar

sible for treatment in the construction site. This period lengthens after the addition of the lime so that it is possible to work in the site. The second is; soil+10% gypsum mixture sticks on the construction machines and tools. At the condition of adding lime, treatment has been improved, that is, the mortar does not stick to the tools as much as to hinder the work.

As the lime arranges the setting time in the mortar, the sequence of the mixture should be as; 18-20% of mortar liquid is clarified. Then 1/3 of this is spread on the soil in the universal horizontal-axis mixer to dampen the soil, and is mixed for a short time. Then first 2% of lime and then 10% of gypsum, which are both scaled, are added to the left over water, and mixed. This process lasts for 1/2 minute. The mixture of water+ lime +gypsum is poured on the soil in the mixer and mixed for 2 minutes. With the handcarts (or conveyor belt; loader) it has emptied into the mould.

Workability

The usability of the gypsum stabilized adobe (AL-KER) together with universal building site machines, tools and vehicles, to be used in mass housing, is scanned.

The Findings

The mortars in which there's 18-20% of water, are in plastic density and are suitable to mechanical or manual compaction. The mortars with 20-22%

akıcı plastik kıvamda olup, vibrasyonla yerleştirmeye uygundur. % 25 'ten fazla su bulunan harçlarda segregasyon vardır.

Karışıma işlenebilirlik için katılan su, topraktaki sudan etkilenir. Toprağın ocak neminde olduğu varsayılmalıdır. Daha kuru (yaz sıcaklığında) ve daha nemli (yağmur sonrası) ihrazattan kullanılan topraklar için kıvam denemeleri yapılarak su oranı yeniden belirlenmelidir.

of water are in fluid plastic density, and are suitable to placement by vibration. The mortars with more than 25% of water have segregation.

Water having been added to the mixture for treatment is affected from the water in the soil. The soil must be considered to be in hearth moisture. For the soils obtained from drier (summer heat) or damper (after rain) surroundings, density experiments must be made and water proportion must accordingly be determined.

BÖLÜM 3: MEKANİZE İNŞAAT TEKNOLOJİSİ

Alçılı kerpiç yapı inşaatının evreleri; ham malzemenin ocaktan şantiyeye taşınması, alçı ve kireçlerin ihzaratı, dozajın ayarlanması, makina ile karıştırılması, duvar yerinde hazırlanmış kalıplara taşınması ve sıkıştırılması şeklindedir. Bu bölümde alçılı kerpiçe uygun mekanize inşaat teknolojisinin gelişimi ve şantiye rasyonalizasyonu için izlenecek yöntemler incelenmiştir. İnceleme sonucu ham malzeme hazırlanması, kalıp, harç karıştırılması, harcın kalıba taşınması, harcın kalıba yerleştirilmesi, yapı sisteminin stabilizasyonu aşamaları ve işçilikler için kararlar alınmıştır.

CHAPTER 3: MECHANIZED CONSTRUCTION TECHNOLOGY

The phases of gypsum stabilized adobe construction; the transport of the raw material from the excavation area to the site, obtaining of gypsum and lime arranging of the dosage mixing of them with a machine, conveyance of them to the moulds made ready in wall places, and the compression. In this section, the development of the mechanized construction technology suitable to the gypsum stabilized adobe and the methods to be carried out for the building site rationalization are scanned. As a result of this examination; many decisions are made concerning the preparation of the raw material, the mould mixing of mortar, transport of the mortar to the mould, placing the mortar into the mould, the stabilization of the construction system and related stages and labor.

Ham malzemenin hazırlanması

Alçılı kerpiç üretimi için toprağın elenmesine ve öğütülmesine gerek görülmemiştir. Dolayısıyla malzeme miktarı, arazi kullanımı, işçilik, süre, maliyet açısından tasarruf edilmiştir.

Kalıp

Kerpiç şantiyesinde PERI endüstriyel kalıbı kullanılmıştır.

Bulgular: Bu kalıplar çelik çerçeve, fin kontraplağı ile imal edilmiştir. Bir işçinin taşıyacağı ağırlık ve boyutadır. Standart botulu kalıpların montaj edilmesi ve sökülmesi kısa sürede yapılmaktadır. Yatay ve düşey ayarları kolay ve kısa sürede yapılmaktadır. Yüzey düzgün elde edilmektedir. Duvar düzlemi düzgün ve peçsiz elde edilmektedir. Düzgün yüzey ve peçsiz duvar sıva sarfiyatını aza indirir. Büyük yerleşmelerde kalıp kullanma sayısı yüksektir. Bireysel yapılarda konut ihtiyacına göre kiralama imkanı vardır. Makinalı sıkıştırılmalarda yüksek mukavemet gösterir.

Harç karıştırılması; İşlenebilirlik

Harcın hazırlanması ve işlenebilirliğini iyileştiren kireç ilavesinden ve uygun su karışımı hazırlandıktan sonra yatay eksenli universal beton mikseri kullanılmıştır.

The Preparation of the Raw Material

For the gypsum stabilized adobe production, there has accepted to be no need for elimination and grinding processes. Thus, the material amount, land use, labor, time and costs have been economized.

Mould

PERI industrial mould is used in the adobe construction site.

The Findings: *These moulds are produced with steel frames and fin plywood. This has a weight and dimension that can be carried by only 1 worker. The casting and releasing from the standard dimensioned moulds, takes less time. The vertical and horizontal adjustments are done easily and in less time smooth surfaces are obtained. The wall surface is obtained smooth and without warping. Smooth surfaces and walls without warping reduce the coat wastage in great amounts. In big dwellings, the amount of moulds increases. In individual buildings, there is an opportunity to hire according to the need. It shows high resistance in the compressions with machines.*

The Mixing of the Mortar; Treatment

After the addition of the lime that improves the preparation and the treatment of the mortar and after the preparation of the suitable water mixture, a universal horizontal-axis cement-mixer has been used.

Bulgular

Mikserden iyi sonuç alınabilmesi için çok doldurulmaması gerekir. Bütün karıştırma işi bir sefer için 2-3 dk sürmektedir. Boşaltma kolaydır. Kısmen yapışan artıklar zaman zaman temizlenmelidir. Bunlar tekrar harca karıştırılmamalıdır.

Harcın kalıba taşınması

Harcın mikserden kalıba taşınması için el arabası kullanılmıştır.

Bulgular

Bireysel konut kapasitesinde 2tane el arabası harcın taşınmasına yeterli olmaktadır. Malzeme kürek, el arabası ve betoniyerden rahatlıkla ayrılmaktadır. Büyük kapasiteli üretimlerde özellikle kat yüksekliğinde harcın kaldırılabilmesi için mobil + bant konveyör veya küçük loder kullanılabilir.

Yerleştirme

Kalıba dökülen harcın duvarı oluşturduğunda mukavemetinin yüksek, geometrisinin ve yüzeyinin düzgün, durabilitesinin iyi olması için homojen yerleştirilme denemeleri yapılmıştır. El ile tokmaklı kompaksiyon, mekanik kompaktör ile kompaksiyon, elektrikli el kırıcısına özel uç takılarak sıkıştırma uygulanmıştır.

The Findings

The mixer must not be full-filled to get a satisfying result. All the mixing process lasts for 2-3 minutes for one circle. The emptying process is simple. The leftovers that partly stick must be cleaned at regular times. These must not be added to the mixture again.

Transport of the mortar to the mould

For the transportation of the mortar from the mixer to the mould, handcarts are used.

The Findings

In the individual building capacity, 2 handcarts are sufficient to carry the mortar. The material can easily be removed from shovels, handcarts and cement-mixer. In the productions with big capacity, for the lifting of the mortar especially in storey height, a mobile+ conveyor belt or small loaders can be used.

Adjustment

For the mortar that has been emptied into the mould to have high resistance, a smooth geometry and surface, and a good durability when it forms the wall, a few experiments on homogenous placements have been performed. Tamping compactions with hand compactions with mechanical compactors and compressions with special tips adjusted to electrical hand-breakers are a few which have been applied.

Bulgular

Her üç uygulamadan da uygun sonuç alınmıştır. El ile kompaksiyon uzun sürmektedir. Özel mekanik kompaktör hızı arttırmaktadır. El ile sıkıştırımda 20 cm lik katmanlar, mekanik sıkıştırımlarda 30 cm lik katmanlar sıkıştırılabilmektedir. Düşey iş derzleri rötre aralığı verdiği için duvarın boydan dökülmesi tercih edilmelidir. Boydan dökülen duvarlarda rötre çatlağını galvanizli hasır çelik önler.

Yapı sisteminin stabilizasyonu

Yapı sisteminin stabilizasyonu için duvarın içerisine yükselirken her 60 cm de bir sıra galvanizli hasır çelik yerleştirilmiştir. Bu hatıl donatısının amacı; özellikle yığma yapı duvarlarında deprem etkisi ile meydana gelen, diyagonal çatlakları oluşturan kuvvetleri karşılamaktır.

Bulgular

Toprak yapıların en büyük problemi olan % 4-5 civarındaki rötre bir yandan doğal - iri granülometri kullanılması ile diğer yandan alçı katkısı ile % 1,07'ye inmiştir. Bu büyüklük dahi her 1m'de 1cm rötre çatlağı oluşturur. İş derzlerinin oluşmaması için bütün binanın sürekli ve kesintisiz dökülmesi halinde kullanılmış olan galvanizli hasır çelik

The Findings

All of the three applications have resulted the same. Compaction with hand lasts long. A special mechanical compactor increases the speed. In compressions with hand, 20 cm layers, and in mechanical compressions 30 cm layers are compressed. As the vertical construction joints form cracks due to contraction, the wall is preferred to be casted lengthwise. In the wall casted lengthwise, the galvanized welded-wire prevents the cracks due to contraction.

The Stabilization of the Building System

For the stabilization of the building system, in every 60 cm, a row of galvanized welded-wire is placed in different layers in the wall. The reason of this tie beam reinforcement is to confront with the forces due to earthquake, that form diagonal cracks, especially in block buildings.

The Findings

The 4-5% of contraction problem that especially arises in soil dwellings, has been reduced to 1,07% both by the use of natural-large grained granulometry and also with the contribution of the gypsum. Even this value causes 1 cm cracks due to shrinkage in every 1 m. The galvanized welded-wire reinforcement, which can be used provided that all the building will

donatı rötre kuvvetlerini dengelemiş ve yapıda stabilite veya nefaset düzeyinde rötre çatlağı oluşmamıştır.

İşçilik & şantiye

Alçılı kerpiç yapı şantiyesi, geleneksel kerpiç yapı ve dış ülkelerde görülen geliştirilmiş kerpiç şantiyelere göre çok az sayıda işlem aşamasına indirilmiştir.

Bulgular

Bireysel yapı üretiminde 4 kişilik ekip bir günde 2,5 m³ duvar dökülebilir. 100 m² bir evin 45 m³ duvar hacmi yaklaşık 18 günde tamamlanabilmektedir.

ÖNERİLER

Bu çalışma teknoloji araştırmaları sürecinde “prototip” düzeyidir. Malzemenin mekanizasyona uyarlanabileceği ve toplu konutta uygulanabileceği görülmüştür. Bundan sonraki aşama “kitle üretimi” aşaması olmalıdır. Kitle üretimi aşaması prototip üretimden farklı olarak başka ortam şartlarını gerektirir. Dolayısıyla kitle üretimi aşamasına geçecek ilk şantiyeye araştırma çalışması düzeyinde bilimsel destek verilmelidir.

be casted continuously, has balanced the shrinkage forces and no cracks due to shrinkage occurred in the building at the level of stability and exquisiteness.

Workmanship & Construction Site

The gypsum stabilized adobe construction site has been reduced to a less number of processes when compared with the traditional adobe construction and the developed adobe construction sites in foreign countries.

The Findings

In individual building production, a team of 4 persons cast 2,5m³ wall in one day. 45m³ wall volume of a house, which is totally 100 m², can be completed in approximately 18 days.

SUGGESTIONS

This research is in the “prototype” level among the technologic studies. It is observed that the material can be mechanized and applied to mass housing. The next phase should be “mass production”. Mass production requires different environmental conditions than the prototype production. Thus, scientific support must be provided to the first building site, which will skip to mass production, at the research study level.

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.1 Dane boyutuna bağlı olarak kullanılabilir toprak türlerinin limitleri	67
Şekil 2.2 Alçıya kireç katmanın priz süresi üzerine etkisi	69
Şekil 2.3 Araştırmada kullanılan Ayazağa toprağının granülometrik eğrisi	71
Şekil 2.4 Plastisite diyagramı	73
Şekil 2.5 Proctor eğrileri	74
Şekil 2.6 Farklı toprak türlerinin alçı-kireç oranlarına bağlı olarak rötre değişimleri	81
Şekil 2.7 Bahçe toprağından üretilmiş numunelerin alçı ve kireç katkılarına bağlı olarak birim ağırlık değişimi	82
Şekil 2.8 Bahçe toprağından üretilmiş numunelerin alçı katkı oranına bağlı olarak basınç dayanımı değişimi	84
Şekil 2.9 Bahçe toprağından üretilmiş numunelerin alçı katkı oranına bağlı olarak eğilmede çekme/basınç dayanımı değişimi	85
Şekil 2.10 % 10 katkılı alçı ile hazırlanan numunelerde kireç katkısı oranına bağlı olarak rötre değişimi	95
Şekil 2.11 % 10 katkılı alçı ile hazırlanan numunelerde kireç katkısı oranına bağlı olarak birim ağırlık değişimi	97
Şekil 2.12 % 10 katkılı alçı ile hazırlanan numunelerde kireç katkısı oranına bağlı olarak eğilmede çekme dayanımı değişimi	101

LIST OF FIGURES

<i>Figure 2.1 Limits of available soil types depending on the grain size</i>	67
<i>Figure 2.2 Effect Of Lime Addition To Gypsum On Setting Time</i>	69
<i>Figure 2.3 Granulometric Curve Of Ayazaga Soil Used In The Research</i>	71
<i>Figure 2.4 Plasticity Diagram</i>	73
<i>Figure 2.5 Proctor Curves</i>	74
<i>Figure 2.6 Shrinkage Changes of Different Soil Types According to Gypsum-Lime Rates</i>	81
<i>Figure 2.7 Unit Weight Change Of Adobes Produced From Garden Soil According To Gypsum And Lime Additions</i>	82
<i>Figure 2.8 Compressive Strength Change of Samples Produced From Garden Soil According to Gypsum Addition Rate</i>	84
<i>Figure 2.9 Bending Tensile Strength Change of Samples Produced From Garden Soil, (B) Compressive Strength Change of These Samples According to Lime Added to 10% Gypsum Added Garden Soil</i>	85
<i>Figure 2.10 Shrinkage Change According to Lime Addition to Samples Prepared with 10%</i>	95
<i>Figure 2.11 Unit Weight Change According to Lime Addition to Samples Prepared with 10% Gypsum</i>	97
<i>Figure 2.12 Compressive Strength Change in Samples Prepared with 10% Gypsum According to Lime Addition</i>	101
<i>Figure 2.13 Change of compressive strength depending on the lime</i>	103

ŞEKİL LİSTESİ

Şekil 2.13 % 10 katkılı alçı ile ha-	103
zırlanan numunelerde kireç katkısı oranına bağlı olarak basınç dayanımını değişimi	
Şekil 3.1 Stabilize kerpiç blok üre-	114
tim şeması (Fransa - Mali örneği)	
Şekil 3.2 Üretim yerleşim şeması	115
(Fransa - Mali örneği)	
Şekil 3.3 Kerpiç tuğla üretim aş-	119
maları (İsviçre)	
Şekil 3.4 İNTAG - TOKİ 622 Proje-	125
si Vaziyet Planı	
Şekil 3.5 Geleneksel kerpiç tuğlası	132
döküm kalıpları	
Şekil 3.6 Münferit yerinde döküm	133
kalıbı	
Şekil 3.7 Sürekli yerinde döküm ka-	135
lıbı	
Şekil 3.8 Isı-nem dengesi düzeltil-	158
miş betonarme dış duvar	
Şekil 3.9 Bağlı nemin duvar yüzey	165
özelliğine göre değişmesi	
Şekil 3.10 İNTAG - TOKİ 622 Alçı-	167
lı kerpiç yapı projesi	
Şekil 3.11 Sistem kesiti	173

LIST OF FIGURES

<i>admixture rate in samples prepared with 10% doped gypsum</i>	
Figure 3.1 Stabilized Adobe Block	114
<i>Production Scheme/ France (Re-public Of Mali – Sanon Koroba)</i>	
Figure 3.2 Production Placement	115
<i>Scheme/ France (Republic Of Mali – Sanon Koroba)</i>	
Figure 3.3 Adobe Brick Production	119
<i>Stages/ Switzerland</i>	
Figure 3.4 İNTAG TOKİ 622	125
<i>Adobe</i>	
<i>Construction Project Location Plan</i>	
Figure 3.5 Traditional Adobe Brick	132
<i>Casting Moulds</i>	
Figure 3.6 Individual In-Situ Casting	133
<i>Mould</i>	
Figure 3.7 Permanent In-Situ Cast-	135
<i>ing Moulds</i>	
Figure 3.8 Reinforced Exterior	158
<i>Wall Whose Temperature- Moisture Balance is improved (Insulation outside)</i>	
Figure 3.9 Change in Relative	165
<i>Moisture According to Wall Surface Characteristic</i>	
Figure 3.10 İNTAG TOKİ 622	167
<i>Gypsum Stabilized Adobe Building Project</i>	
Figure 3.11 Cross-Section of the	173
<i>System</i>	

TABLO LİSTESİ

Tablo 1.1 Konutlaşmanın hedefleri	29
Tablo 1.2 Kerpiç yapının insan ve çevre yükü açısından uygunluğunun değerlendirilmesi	35
Tablo 1.3 Geleneksel kerpiç ile MAG 505 ve TEZ'84 karşılaştırması	47
Tablo 2.1 Tekstürel parçaların sınıflandırılması	65
Tablo 2.2 Ayazağa toprağının pH ortam özelliği	76
Tablo 2.3 Ayazağa toprağı içerisindeki mineral türleri ve bileşimleri	77
Tablo 2.4 Birim ağırlığa göre ısı iletkenlik katsayısı	83
Tablo 3.1 Kerpiç üretim teknolojileri süreç karşılaştırması (İşlem kriterine göre)	123
Tablo 3.2 Malzemenin yangında davranış sınıfı	157
Tablo 3.3 Kerpiç yapının ve malzemesinin yangındaki davranışı	159
Tablo 3.4 Değişik ortamlara uygun ses şiddetleri	160
Tablo 3.5 Kerpiç yapı malzemesinin kullanılma kalınlığına göre ses yutuculuk değerleri	160
Tablo 3.6 Ortam sıcaklığının 18-22 °C olması halinde konforlu bölgeler	162
Tablo 3.7 Dış duvarlarda ortam şartlarına göre ısı geçirme katsayısı	162
Tablo 3.8 Bazı yapı malzemelerinin fiziksel özellikleri	164
Tablo 4.1 TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 'nin standartlaşmaya katkısı	185

LIST OF TABLE

Table 1.1 Goals of Housing	29
Table 1.2 Evaluation of Adobe Building in relation to Humans and Environmental Load	35
Table 1.3 Comparison of traditional adobe with MAG 505 and TEZ'84	47
Table 2.1 Classification of Structural Particles	65
Table 2.2 pH Environment Characteristic of Ayazaga Soil	76
Table 2.3 Mineral Types and Components of Ayazaga Soil	77
Table 2.4 Thermal Conductance Coefficients According to Unit Weight	83
Table 3.1 Process Comparison Of Adobe Production Technologies (According To Transaction Criteria)	123
Table 3.2 Behavior Class of the Material During Fire	157
Table 3.3 Behavior of Adobe Building and Material During Fire	159
Table 3.4 Sound Level Appropriate for Different Environments	160
Table 3.5 Sound Absorption Values of Adobe Construction Material According to Thickness Used (thickness as meter)	160
Table 3.6 Comfort Zones When Environmental Temperature is between 18-22 °C	162
Table 3.7 Thermal Conductance Coefficients, k Values, According to Environmental Conditions in Exterior Walls	162
Table 3.8 Physical Properties of Some Construction Materials	164
Table 4.1 Contribution of TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 to standardization	185

RESİM LİSTESİ

Resim 1.1 Osmaneli yöresi kerpiç konut	51
Resim 1.2 Ege yöresi konut	53
Resim 1.3 Toplumun konut ihtiyacı	54
Resim 1.4 Topluma sunulan konut	54
Resim 1.5 Askeri lojmanlar	54
Resim 1.6 Frank Llyod Wright, Santa Fe, Pottery House	55
Resim 1.7 A.B.D.'de kıızılderili yapı kültürüne dayanan Pueblo kerpiç yapı	55
Resim 1.8 1.Deneme Yapısı (Dış)	56
Resim 1.9 1.Deneme Yapısı (İç)	56
Resim 1.10 Emlak Bankası İstanbul 1. Levent Evi	59
Resim 1.11 İNTAG TOKİ 622 Kerpiç Yapı	59
Resim 2.1 Rötire ölçümü	95
Resim 2.2 Kılcallık deneyi	98
Resim 2.3 % 1 O katkılı alçı İle hazırlanan numunelerde 24 saat sonunda suyun yükselme miktarları	99
Resim 2.4 % 10 Alçı + % 2 Kireç ile hazırlanan numunelerde 24 Saat sonunda suyun yükselme miktarları	99
Resim 2.5 Eğilmede çekme dayanımı deneyi	94
Resim 2.6 Basınç dayanım deneyi	102
Resim 2.7 Basınç presindeki numune	97
Resim 2.8 Basınç deneyi sonrası numunenin kırılma kesiti	104

LIST OF IMAGE

Picture 1.1 Adobe Houses in Osmaneli District (Cultural Heritage)	51
Picture 1.2 Houses in Aegean Region	53
Picture 1.3 Housing Requirement of Society (Ankara Region)	54
Picture 1.4 Housing Presented to the Society	54
Picture 1.5 Mass Housing Example	54
Picture 1.6 Frank Llyod Wright, Santa Fe, 1959, "Pottery House" Pueblo Revival Architecture Era	55
Picture 1.7 Pueblo Adobe Building based on Red Indian Construction Culture in the USA	55
Picture 1.8 1st Case-Study Building (Exterior)	56
Picture 1.9 1st Case-Study Building (Interior)	56
Picture 1.10 Emlak Bankası İstanbul 1. Levent House	59
Picture 1.11 İNTAG TOKİ 622 Adobe Building	59
Picture 2.1 Shrinkage Measurement	95
Picture 2.2 Capillarity Experiment	98
Picture 2.3 Water Increase Amount in Samples Prepared with 10% Gypsum Addition after 24 hours	99
Picture 2.4 Water Increase Amount in Samples Prepared with 10% Gypsum + 2% Lime	99
Picture 2.5 Bending Tensile Strength Experiment	101
Picture 2.6 Compressive Strength Experiment	102
Picture 2.7 The Sample in Compressive Press	104
Picture 2.8 Cross-Section of Fracture After Compressive Experiment	104

RESİM LİSTESİ

Resim 3.1 Şantiyede dökülen numune blok	126
Resim 3.2 Toprağın küreklerle betoniye yerleştirilmesi	129
Resim 3.3 Ölçeklendirilmiş kovalarda alçı +kireçli su karışımının hazırlanması	129
Resim 3.4 Betoniye boşaltılması	130
Resim 3.5 Alçı + kireç + su oranlarının el arabası ve kürek birimlerine indirgenmesi	131
Resim 3.6 Likit kıvamdaki karışımın rötre çatlağı	135
Resim 3.7 Kerpiç duvar dökümü için kullanılan PERİ Hand-Set sistem kalıpları	138
Resim 3.8 Kalıpların temizlenip yağlanması	138
Resim 3.9 Karışımın el arabasından kalıplara boşaltılması için hazırlanmış düzenek	139
Resim 3.10 Kalıba dökülen harcın balyozla sıkıştırılması	140
Resim 3.11 BS 45 Y tipi benzin motorlu WACKER vibrasyonlu kompaktör	140
Resim 3.12 HİLTİ ile sıkıştırma işlemi için özel olarak imal edilmiş özel ucu	141
Resim 3.13 Akıcı plastik kıvamlı karışımlarda şişe vibratör kullanılması	142
Resim 3.14 Alçının priz süresi dışında uygulanan rövibrasyon metodu	142
Resim 3.15 Kuru alçının kuru toprakla karışımı sırasında yaşanan problemler	145

LIST OF IMAGE

Picture 3.1 Sample Block Casted in Construction Site	126
Picture 3.2 Shoveling Soil into Concrete Mixer	129
Picture 3.3 Preparation of Gypsum + Lime + Water Mixture in Scale Buckets	129
Picture 3.4 Discharge from Concrete Mixer	130
Picture 3.5 Turning Gypsum + Lime + Water Rates into Hand Chart and Shovel Units	131
Picture 3.6 Shrinkage Fracture of the Mixture in Liquid Consistency	135
Picture 3.7 PERI Handset System Moulds Used for Adobe Wall Casting	138
Picture 3.8 Cleaning and Lubrication of Moulds	138
Picture 3.9 Discharge of the Mixture from Handcarts into Moulds	139
Picture 3.10 Compression of Mortar Poured into the Mould through Sledge Hammer	140
Picture 3.11 BS 45 Y Type Gasoline-Powered WACKER Vibration Compactor	140
Picture 3.12 HILTI and Its Special Top Produced for Compression	141
Picture 3.13 Use of Spud Vibrator in Mixtures at Fluid Plastic Consistency	142
Picture 3.14 The Result of Rovibration Method Applied out of Gypsum's Setting Time	142
Picture 3.15 Problems Encountered While Mixing Dry Gypsum with Dry Soil	145
Picture 3.16 Difficulty in Compressing The Mixture at Dry	145

RESİM LİSTESİ

Resim 3.16 Kuru kıvamdaki karışımın sıkıştırılma güçlüğü	145
Resim 3.17 Kuru kıvamdaki karışım ile elde edilen kerpiç numunesi	146
Resim 3.18 Likit kıvamlı harcın kalıba boşaltılması	146
Resim 3.19 Likit kıvamlı karışımlarda görülen segregasyon	147
Resim 3.20 Bir numune üzerinde farklı zamanlarda uygulanan vibrasyon	149
Resim 3.21 Kohesiv karışımın işlenebilme güçlüğü	149
Resim 3.22 Kesintili dökülen duvar örneği	151
Resim 3.23 Farklı zamanlarda dökülen duvarlardaki iş derzi problemi	152
Resim 3.24 Hatalı iş derzinin onarılması	152
Resim 3.25 Basamaklama ile bitirilen duvar dökümü	154
Resim 3.26 İNTAG TOKİ 622 Araştırma binası görünüşü	168
Resim 3.27 İNTAG TOKİ 622 Araştırma binası	168
Resim 3.28 Temel hatılı için kurulan ip iskelesi ve yapılan kazı	169
Resim 3.29 Zeminin sıkıştırılması	170
Resim 3.30 Döşeme betonunun dökülmesi	170
Resim 3.31 Duvar alt yüzeylerine su yalıtımı sürülmesi	171
Resim 3.32 Duvar içine yerleştirilen deprem hatılı	172

LIST OF IMAGE

<i>Consistency</i>	145
Picture 3.17 Adobe Sample Obtained with The Mixture at Dry Consistency	146
Picture 3.18 Discharge of Mortar at Liquid Consistency into the Mould	146
Picture 3.19 Segregation Observed In Mixtures At Liquid Consistency	147
Picture 3.20 The Result of Vibration Applied on A Sample in Different Times	149
Picture 3.21 Workability Difficulty of Cohesive Mixture	149
Picture 3.22 Example of Interruptedly Casted Wall	151
Picture 3.23 Problem regarding Construction Joint in Walls Casted at Different Times	152
Picture 3.24 Repair of Defected Construction Joint	152
Picture 3.25 Basamaklama ile bitirilen duvar dökümü	154
Picture 3.26 İNTAG TOKİ 622View of Case-Study Building	168
Picture 3.27 İNTAG TOKİ 622 Case-Study Building	168
Picture 3.28 Rope Scaffold Set Up for Footing Tie Beam and The Excavation	169
Picture 3.29 Compression of the Ground	170
Picture 3.30 Cast of Floor Concrete	170
Picture 3.31 Water Insulation Applied to Lower Surfaces of Wall	171
Picture 3.32 Tie Beam for Earthquake Placed into the Wall	172

TANIMLAR VE KISALTMALAR

blok	Modüler duvar örme parçası, iki el ile kaldırılabılır büyüklük veya ağırlıkta
durabilite	Malzemenin, servis süresinin şartlarına dayanabilmesi
kerpiç	Toprağa saman vb. katkı karıştırılarak kalıplara dökülüp kurutulan blok veya tuğlalar, bu araştırmada kerpiç toprak duvar malzemesi olarak katkı cinsi veya üretim tekniğine bağlı olmadan geniş anlamda kullanılmıştır.
kerpiç kesme	Kerpiç hamurunu kalıplara dökerek tuğla veya blok yapmak
kil	0,002 mm'den küçük zemin daneleri, dane küçük olduğundan kohesiv (yapışkan) dırlar. Kuvvet altında yer değiştirse-lerde birbirlerinden ayrılmazlar, plastik davranış gösterirler.
kil betonu / geobeton [15]	Zeminin çakıl, kum gibi iri tanelerinin birbirine kil (ve diğer ince tane) ile bağlanması
kohesiv	Nemli kilde olduğu gibi zemin partiküllerinin birbirine tutunması
kompaksiyon	Zemin tanelerinin sıkıştırılması
kür	Bir işlem sırasında gerekli olan çevre şartlarını sürdürme
permeabilite	Hava veya suyun bünye içinden geçmesi
plastik limit	Zeminin katı olma ile plastik olma arasındaki su muhtevası sınırı

TANIMLAR VE KISALTMALAR

plastisite indeksi	Likit limit ile plastik limit arasındaki su muhtevası farkı
priz	Bağlayıcıların hidrasyon sonucu sertleşmesi
rötre	Kuruyan malzemenin küçülmesi
tokmaklanmış kerpiç	Duvar yapmak üzere yerinde yapılmış kalıba toprağın tokmaklanarak yerleştirilmesi
tuğla	Modüler duvar örme parçası; tek el ile kaldırılabilir boyutta; beton, kil, pişmiş kil vb. olabilir.
MAG 505	TÜBİTAK MAG 505 (1980) [11]
TEZ' 84	1.Deneme Yapısı (1984) [12]
SIVA' 91	1.Deneme Yapısında Sıva Araştırması (1991-1996) [36]

DEFINITIONS,

<i>block</i>	<i>Modular walling piece, size or weight that can be lifted with two hands</i>
<i>durability</i>	<i>Ability of the material to withstand the conditions of the service period</i>
<i>adobe</i>	<i>Additives such as straw etc. are mixed into the soil and poured into molds. Dried blocks or bricks were widely used as adobe soil wall material in this research, regardless of the additive type or production technique.</i>
<i>adobe cutting</i>	<i>Making bricks or blocks by pouring adobe dough into molds</i>
<i>Clay</i>	<i>Soil particles smaller than 0.002 mm are cohesive (sticky) because the grains are small. Even if they are displaced under force, they do not separate from each other and show plastic behavior.</i>
<i>clay concrete / geobeton [15]</i>	<i>Binding of large grains of the soil such as gravel and sand to each other with clay (and other fine grains)</i>
<i>cohesive</i>	<i>As in moist clay, soil particles are interconnected to hold on</i>
	<i>Compression of soil grains</i>
<i>compaction</i>	<i>Maintaining the environmental conditions required during a process</i>
<i>exchange rate</i>	<i>the state or quality of being permeable. The water content limit between being</i>

DEFINITIONS,

<i>permeability</i>	<i>solid and being plastic in the soil</i>
<i>plastic limit</i>	<i>Water content difference between liquid limit and plastic limit</i>
<i>plasticity index</i>	<i>Hardening of binders as a result of hydration</i>
<i>setting time</i>	<i>Shrinking of dried material</i>
<i>shrinking rammed adobe</i>	<i>Placing the soil by tamping into the mold made on site to build a wall</i>
<i>brick</i>	<i>Modular walling piece ; Size that can be lifted with one hand; It can be concrete, clay, baked clay, etc.</i>
MAG 505	<i>TÜBİTAK MAG 505 (1980) [11]</i>
TEZ' 84	<i>the 1st Trial (1984) [12]</i>
SIVA' 91	<i>Plaster Research in the 1st Trial(1991-1996) [36]</i>

KAYNAKÇA

- 1 anon., Teknoloji Tarihi Ansiklopedisi
- 2 anon., Umsteuern Durch Ekosteuern, Bündnis'90, die Grünen, Parti Programı (1994), 53 332 Bornheim, Almanya
- 3 Weber H., Ders Notları, Hannover Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, IB (Industrialisierung Des Bauens) Enstitüsü, Almanya, (1980)
- 4 anon., Sonuç Bildirisi, Innovative Housing '93, A World Conference On Advanced Housing For Energy - Efficiency And Environmental Responsibility, Vancouver, Kanada (June 1993)
- 5 Sey Y., Tapan M., Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Analizi Ve Değerlendirilmesi, YAE, No: 6, (1987)
- 6 anon., Small - Scale Manufacture Of Stabilised Soil Blocks , UNIDO / ILO Technical Memorandum No:8, England , (Nov. 1987)
- 7 Taylor M.R., Fort Selden Test Wall Status Report, New Mexico State Monuments, (1986)
- 8 Işık B., ABD'de Konut Yapıları - Kerpiç Yapılar, Yapı Dergisi 140, (1993)

RESOURCES

- 1 anon., Teknoloji Tarihi Ansiklopedisi
- 2 anon., Umsteuern Durch Ekosteuern, Bündnis'90, die Grünen, Parti Programı (1994), 53 332 Bornheim, Almanya
- 3 Weber H., Ders Notları, Hannover Üniversitesi, Mimarlık Fakültesi, IB (Industrialisierung Des Bauens) Enstitüsü, Almanya, (1980)
- 4 anon., Sonuç Bildirisi, Innovative Housing '93, A World Conference On Advanced Housing For Energy - Efficiency And Environmental Responsibility, Vancouver, Kanada (June 1993)
- 5 Sey Y., Tapan M., Toplu Konut Üretiminde Uygulanan Yapım Sistemlerinin Analizi Ve Değerlendirilmesi, YAE, No: 6, (1987)
- 6 anon., Small - Scale Manufacture Of Stabilised Soil Blocks, UNIDO / ILO Technical Memorandum No:8, England, (Nov. 1987)
- 7 Taylor M.R., Fort Selden Test Wall Status Report, New Mexico State Monuments, (1986)
- 8 Işık B., ABD'de Konut Yapıları - Kerpiç Yapılar, Yapı Dergisi 140,

- 9 anon., Encyclopedia Americana, cilt 26, s 357, Americana Corporation, (1978)
- 10 anon., Bundesbericht Forschung 6, Bundesministerium Für Forschung Und Technologie, (1979)
- 11 Kafesçioğlu R.,Yapı Malzemesi Olarak Kerpicin Alçı İle Stabilizasyonu, TÜBİTAK MAG 505 İstanbul,(1980)
- 12 Tanrıverdi C., Alçılı Kerpicin Üretim Olanaklarının Araştırılması, (Yüksek Lisans Tezi), İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, (1984)
- 13 Schwalen H.C., Effect Of Soil Texture Upon The Physical Characteristics Of Adobe Bricks, University of Arizona College of Agriculture Technical Bulletin, no:58 Tucson, Arizona, (1936)
- 14 Kömürcüoğlu E.A.,Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç Ve Kerpiç İnşaat Sistemleri, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, (1976)
- 15 Artel T., Toprak Agglomeratları Ve Geobeton Hakkında, Kerpiç Semineri Bildirisi, (1964)
- 16 anon.,Unburned Clay Masonry, New Mexico Adobe Code, USA, 1982
- 9 anon., Encyclopedia Americana, Vol. 26, p. 357, Americana Corporation, (1978)
- 10 anon., Bundesbericht Forschung 6, Bundesministerium Für Forschung Und Technologie, (1979)
- 11 Kafesçioğlu R., Yapı Malzemesi Olarak Kerpicin Alçı ile Stabilizasyonu, TÜBİTAK MAG 505 Istanbul, (1980)
- 12 Tanrıverdi C., Alçılı Kerpicin üretim Olanaklarının Araştırılması, (Post-graduate Thesis), Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, (1984)
- 13 Schwalen H.C., Effect of Soil Texture upon The Physical Characteristics of Adobe Bricks, University of Arizona College of Agriculture Technical Bulletin, No: 58 Tucson, Arizona, (1936)
- 14 Kömürcüoğlu E.A., Yapı Malzemesi Olarak Kerpiç ve Kerpiç inşaat Sistemleri, Istanbul Technical University, Faculty of Architecture, (1976)
- 15 Artel T., Toprak Agglomeratları ve Geobeton Hakkında, Adobe Seminar Paper, (1964)
- 16 anon.,Unburned Clay Masonry, New Mexico Adobe Code, USA, 1982 Gürdal E., Kuzey ve Orta Anadolu

- 17 Gürdal E., Kuzey Ve Orta Anadolu Alçıları Üzerine Bir Araştırma, İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi, (Doktora Tezi), (1976)
- 18 Schroeder W.L., Soils in Construction, Oregon State University, USA, (1975), s:41
- 19 anon., Regeln Zum Bauen Mit Lehm, Schweizerischer Ingenieur Und Architekten (SIA), Schweiz, D0111, (1994)
- 20 anon., Mali'de Kerpiç Fabrikası Fizibilite Etüdü, ACROterre Enstitüsü, Grenoble, (1989)
- 21 anon., Normen des VSS (Vereinigung Schweiz. Strassenfachleute) Für Boden Und Mineralische Baustoffe (Normblätter Schweiz. Normenvereinigung SNV)
- 22 TS 3263, Suyun Analiz Metotları; pH Değerinin Tayini, TSE, (1978)
- 23 TS 3673, Beton Agregalarında Organik Kökenli Madde Tayini Deney Metodu, TSE, (1982)
- 24 Eyre T.T., The Physical Properties Of Adobe Used As A Building Material, The University Of New Mexico Bulletin, No:263, Albuquerque, (1935)
- 25 TS 825, Binalarda Isı Yalıtımı Kuralları, TSE, (1989)
- 17 Gürdal E., Kuzey ve Orta Anadolu Alçıları Üzerine Bir Araştırma, İstanbul Technical University, Faculty of Architecture, (Doctoral Thesis), (1976)
- 18 Schroeder W.L., Soils in Construction, Oregon State University, USA, (1975), p.41
- 19 anon., Regeln Zum Bauen Mit Lehm , Schweizerischer Ingenieur Und Architekten (SIA), Schweiz, D0111, (1994)
- 20 anon., Mali'de Kerpiç Fabrikası Fizibilite Etüdü, ACROterre Institute, Grenoble, (1989)
- 21 anon., Normen des VSS (Vereinigung Schweiz. Strassenfachleute) Für Boden Und Mineralische Baustoffe (Normblätter Schweiz. Normenvereinigung SNV)
- 22 TS 3263, Methods for Analysis of Water; Determination of pH value, TSE, (1978)
- 23 TS 3673, Test Methods for Determination of the Organic Impurities in Aggregates for Concrete, TSE, (1982)
- 24 Eyre T. T., The Physical Properties of Adobe Used as A Building Material, The University of New Mexico Bulletin, No: 263, Albuquerque, (1935)
- 25 TS 825, Thermal Insulation Requirements for Buildings, TSE, (1989)

- 26** Tabban A., Erdik M., Bayülke N., Simple Rules For Adobe Block Making And Adobe Masonry Construction, Middle East and Mediterranean Regional Conference On Earthen And Low - Strength Masonry Buildings in Seismic Areas, Ankara, Türkiye, (1986)
- 27** Özkan E., Al-Herbish M.S., An Experimental Study Of The Critical Properties Of Pressed And Stabilized Earth Bricks, Architectural Science Review, Vol. 38, (1995)
- 28** Balasubramaniam - Buensuceso Jr., On The Overconsolidated Behavior Of Lime Treated Soft Clay, Proc. of International Conference On Soil Mechanics And Foundation Engineering, Rio, (1989), s:1335 - 1338
- 29** Tattersall G.H., Workability And Quality Control Of Concrete, E & FN Spon, (1991), s :1-10
- 30** Akman S., Yapı Malzemeleri, İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi, (1987), s: 56
- 31** Van Balen K., Van Genert D., Madelling Lime Mortar Carbonation , Materials and Structures, 27, RILEM, (1994), pp: 393-398
- 32** TS 3286, Betonun Eğilmede Çekme Dayanımının Şantiyede Tayini Deneyleri, TSE, (1979)
- 26** *Tabban A., Erdik M., Bayülke N., Simple Rules for Adobe Block Making and Adobe Masonry Construction, Middle East and Mediterranean Regional Conference on Earthen and Low-Strength Masonry Buildings in Seismic Areas, Ankara, Turkey, (1986)*
- 27** *Özkan E., Al-Herbish M.S., An Experimental Study of the Critical Properties of Pressed and Stabilized Earth Bricks, Architectural Science Review, Vol. 38, (1995)*
- 28** *Balasubramaniam - Buensuceso Jr., On the Overconsolidated Behavior of Lime-Treated Soft Clay, Proc. of International Conference on Soil Mechanics and Foundation Engineering, Rio, (1989), p.1335 – 1338*
- 29** *Tattersall G.H., Workability and Quality Control of Concrete, E & FN Spon, (1991), p.1-10*
- 30** *Akman S., Yapı Malzemeleri, Istanbul Technical University, Faculty of Civil Engineering, (1987), p.56*
- 31** *Van Balen K., Van Genert D., Madelling Lime Mortar Carbonation, Materials and Structures, 27, RILEM, (1994), p. 393-398*
- 32** *TS 3286, Flexural Strength of Concrete Under Field Conditions, TSE, (1979)*

- 33 Craterre, Centre International de Recherche et d'Application Pour la Construction en Terre, B38090, Villefontaine, France
- 34 Çelebi R., Kerpiç Yapım Yöntemleri Ve Kullanımı Üzerine Bir inceleme, (Doçentlik Tezi), İ.D.M.M.A., İstanbul, (1979)
- 35 anon., Lehmbau - Atlas, Schweizerischer Ingenieur und Architekten (SIA), Schweiz, 00112, (1994)
- 36 Işık B., Outdoor Plaster Applications On Gypsum + Adobe Wall, Innovative Housing '93, Kongre, Vancouver, Kanada, (Haziran 1993)
- 37 anon., PERİ Kalıp Ve İskeleleri Handset Sistem Tanıtım Yazısı
- 38 Klingsohr K., Vorbeugender Baulicher Brandschutz, (1994)
- 39 Brandt J., Heene G.V., Fassaden (Bauphysik), Beton - Verlag, 1988,s 87
- 40 anon., İstanbul Büyükşehir Belediyesi Yangından Korunma Yönetmeliği, (1992)
- 41 anon., VKF Vereinigung Kant. Feuerversicherunge, Brandschutzregister, Ausgabe, (1993)
- 42
- 43 Schulz P., Schallschutz Warmeschutz, Feuchteschutz, Brandschutz im Innenausbau, OVA, (1980)
- 33 *Craterre, Centre International de Recherche et d' Application Pour la Construction en Terre, B38090, Villefontaine, France*
- 34 *Çelebi R., Kerpiç Yapım Yöntemleri ve Kullanımı Üzerine Bir inceleme, (Assoc. Prof. Thesis), İ.D.M.M.A., Istanbul, (1979)*
- 35 *anon., Lehmbau - Atlas, Schweizerischer Ingenieur und Architekten (SIA), Schweiz, 00112, (1994)*
- 36 *Işık B., Outdoor Plaster Applications on Gypsum + Adobe Wall, Innovative Housing '93, Congress, Vancouver, Canada, (June 1993)*
- 37 *anon., PERİ Kalıp ve İskeleleri Handset Sistem Tanıtım Yazısı*
- 38 *Klingsohr K., Vorbeugender Baulicher Brandschutz, (1994)*
- 39 *Brandt J., Heene G.V. , Fassaden (Bauphysik), Beton - Verlag, 1988,s 87*
- 40 *anon., Istanbul Metropolitan Municipality Fire Safety Regulation, (1992)*
- 41 *anon., VKF Vereinigung Kant. Feuerversicherungen, Brandschutzregister, Ausgabe, (1993)*
- 42
- 43 *Schulz P., Schallschutz Warmeschutz, Feuchteschutz, Brandschutz im Innenausbau, OVA, (1980)*

- 44 anon., SIA 181, Schallschutz im Hochbau
SIA 381/1 Baustoffkennwerte
- 44 *anon., SIA 181, Schallschutz im Hochbau
SIA 381/1 Baustoffkennwerte*
- 45 Yılmaz Z., Sistemlerin İklimsel Konfor Değerlendirilmesi, YAE, No 6, (1987)
Ve Enerji Tasarrufu Açısından
- 45 *Yılmaz Z., Sistemlerin İklimsel Konfor Değerlendirilmesi, YAE, No 6, (1987) Ve Enerji Tasarrufu Açısından*
- 46 Goromossov M.S., The Physiological Basis of Health Standards for Dwelling, World Health Organization, Public Health Papers, No 33, Geneva, (1969), s95
- 46 *Goromossov M.S., The Physiological Basis of Health Standards for Dwelling, World Health Organization, Public Health Papers, No 33, Geneva, (1969), p.95*
- Kafesçioğlu R., Thermal Properties of Mudbricks , Expert Group Meeting on Energy-Efficient Building Materials For Low-Cost Housing, UN, Amman (Nov.1987)
- Kafesçioğlu R., Thermal Properties of Mudbricks, Expert Group Meeting on Energy-Efficient Building Materials for Low-Cost Housing, UN, Amman (Nov.1987)*

EK 1 / APPENDIX 1

İTÜ Mimarlık Fakültesi Kerpiç

ITU Faculty of Architecture Adobe

1. **1980** Kafesçioğlu R., Toydemir N., Gürdal E., Özür B." Yapı Malzemesi Olarak Kerpicin Alçı ile Stabilizasyonu" TÜBİTAK - MAG 505 Araştırma projesi kesin raporu, Ağustos 1980
2. **1980** Kafesçioğlu R., Gürdal E., Karagüler M. E.,“ Kırsal Bölge Yapıları için Nitelikleri Geliştirilmiş Kerpiç” TÜBİTAK VII . Bilim Kongresi, Sayı 915-928 Eylül 1980
3. **1981** Kafesçioğlu R., Konut sorununa Çözüm Ararken, Milliyet Gazetesi 1981
4. **1982** Kafesçioğlu R., Yapı Malzemesi olarak Kerpicin Alçı ile Stabilizasyonu” Yapı Dergisi, sayı 42, s49-34, 1982
5. **1982** Kafosçioğlu R., Toprak Malzeme ve Yapı Sektöründe Enerji Tasarrufu” Doğa Dergisi, seri B, cilt 6, sayı 2, s23-31 1982
6. anon “Bilgi Profili” No 87, TUBİTAKT yayın

7. 1983 Kafesçioğlu R., Earth Const-
ruction Technology in Turkey
“prepared for the UN Center for
Human Settlements, Nairobi -
Kenya, April 1993 pp73
8. 1983 Kafesçioğlu R., Gürdal E., G-
ner A., Akman M.S., “Adobe:
Blocks Stabilized with Gyp-
sum” Aproprate Building Ma-
terials for Low Cost Housing,
Symposium, CIB - RILEM /
UNESCO, 7-14 Nov. 1983,
pp3,21
- 9.1984 Kafesçioğlu R., "Alker (Alçılı
Kerpiç) Denemesi ve Sonuçları"
Yakacak Odun Tasarrufu İçin
Kırsal Ev Yalıtımı Semineri,
ORKY ve F.A.O Ankara Haz.
1984
- 10.1984 Kafesçioğlu R., "Conclusion of
the Research for Gypsum Sta-
bilized Adobe (Alker) and an
Application ", Prepared for Fi-
nal Announcement Intenational
colloquium on Brussels, Dec.
10.19, 1984 pp87
11. Kafesçioğlu R., "Toprak, ağ-
daş Yapı Malzemesi "İlgi Ekstra
(Dergi - Shell yayını),

12. Tanrıverdi C., "Alçılı Kerpicin Üretim Olanaklarının Araştırılması" (Yüksek Lisans Tezi, Yürütücü R. Kafesçioğlu, İTÜ) Haz. 1984
13. Alker'in topluma duyurulması:
Kafesçioğlu R.,
1983 Radyo konuşması, Aralık
1984 TV, tanıtıcı yayın, Ağustos
1985 Sergi ve Dia gösterisi,
Enerji haftası nedeniyle açılan sergide, Shell standında Grafik Stand ve Film gösterisi ile topluma tanıtım, 8 Ocak 1985
- 14.1985 Kafesçioğlu R., Gürdal E., "ALKER - Çağdaş Yapı Malzemesi" kitap, Enerji ve Tabii Kaynaklar Bakanlığı, Enerji Dairesi Başkanlığı ve Shell şirketi işbirliği ile 8000 adet basılarak tüm köylere ordu eğitim merkezlerine, Bayındırlık ve İmar Bakanlığının ilgili kuruluşlarına dağıtıldı. Nisan 1985
- 15.1985 Kafesçioğlu R., Gürdal E., Karagüler M. E., "ALKER - Adobe Stabilized with Gypsum - Properties and an Applications", Earth quake seminar, İstanbul, Sept. 30- Nov. 6 - 1985,
- 16.1989 Kafesçioğlu R., "Thermal Properties of Mudbricks - The Example of Gypsum Stabilized Adobe "Energy Efficient Building Material for low - cost Housing, United Nations, Economic and Social Commission for Western Asia, Amman, 14-19 November 1989

- 17.1990** Işık B., "Energie Verlust der Lehmbohouses" davetli panelist
- 18.1991** Energie - Umwett und Bauen - Symposium, 1B Enstitüsü, Hannover - Almanya 17. Ekim 1990
- 19.1993** 18. 1991 Işık B. "Alçılı Kerpiç Duvarda Sıva Araştırmısı" bildiri, Ulusal Alçı Kongresi, YEM, İstanbul, Kasım 1991
- 20.1994** Işık B., "Outdoor Plaster Applications on Gypsum + Adobe Wall "poster + presentation, Innovativ Housing 93, Vancouver - Kanada, Haz. 1993
- 21.1994** Lelm ' 94 Internationales Forum für Kunst und Bauvcn mit Lehm, davetli panelist, Aachen - Almanya, 30 sept. - 3 Oct 1994, Işık B., " Adobe Research for Mass - Housing "panelist 22. IAHS World Housing Congress, Salzburg + Avusturya, 3-7 Oct 1994,
- 22.1995** Işık B., "Mechanisation of Adobe Construction" bildiri 23. IAHS World Housing Congress, Suntec City Singapore, 25-29 Sept 1995,

EK 2 / APPENDIX 2

KERPIÇ BLOK ÜRETİM

ADOBE BLOCK PRODUCTION

- 1 CINVA - Tokmak presi (CINVA - Ram press)
- 2 CETA - Ram press
- 3 Landerete Press / Presse terstaram
- 4 Tek - Block press
- 5 Winget blok making machine
- 6 Ellson Blockmaster stabilised soil block press
- 7 Consolid AG
- 8 Supertor block making machine
- 9 Maquina block making machine
- 10 Brepak block making machine
- 11 Zora hydraulic block press
- 12 Latorex system
- 13 Astram block making machine
- 14 Tecmor equipment
- 15 Meili 60 manual soil block press

Terrablok Duplex Machine

EK 3 / APPENDIX 3**ALMANYA KERPIÇ****GERMANY ADOBE**

DIN 1169 Juni 1947	Lehmmörtel für Mauerwerk und Putz
DIN 18951 Jan.1951	Lehmbauten , Vorschriften für die Ausführung
DIN 18952 Mai 1956	Baulehm , Begriffe , Arten und Prüfung
DIN 18953 Mai 1956	Baulehm ,Lehmbauteile
DIN 18954 Mai 1956	Ausführung von Lehmbauten
DIN 18955 Aug.1956	Lehmbauteile , Feuchtigkeitsschutz
DIN 18956 Aug.1956	Putz Auf Lehmbauteilen
DIN 4102 und DIN 18951	Normen Über Brandschutzmassnahmen



Prof. Dr. Bilge IŞIK

TÜBİTAK İNTAG TOKİ 622 1995
Proje Yürütücüsü/Project Manager
Kerpıc.org kurucusu/Founder

Prof. Dr. Bilge Işık, sürdürülebilir ve depreme dayanıklı toprak yapı teknolojileri üzerine çalışan mimar ve akademisyendir. Güzel Sanatlar Akademisi Mimarlık Bölümü'nden mezun olmuş, doktora çalışmalarını İstanbul Teknik Üniversitesi ve Almanya Hannover'de prefabrike yapı elemanları üzerine tamamlamıştır.

1978'den bu yana yaklaşık 50 yıldır kerpiç ve toprak mimarisi üzerine araştırmalar yürütmekte; malzeme teknolojisi, deprem güvenliği ve sürdürülebilir yapı sistemleri alanlarında çalışmalar yapmaktadır. Kerpıc.org'un kurucusu olan Işık, düzenlediği ulusal ve uluslararası Kerpiç Konferansları ile bu alandaki bilimsel paylaşımın gelişmesine katkı sağlamaktadır. Ayrıca UNESCO-ICOMOS ISCEAH Türkiye bilimsel komisyonunda görev almaktadır.

Prof. Dr. Bilge Işık is an architect and academic specializing in sustainable and earthquake-resistant earthen building technologies. He graduated from the Academy of Fine Arts, Department of Architecture, and completed his doctoral studies on prefabricated building elements at Istanbul Technical University and in Hannover, Germany.

Since 1978, he has conducted research on adobe and earthen architecture for nearly 50 years, focusing on material technology, earthquake safety, and sustainable building systems. As the founder of Kerpıc.org, he organizes national and international Adobe Conferences, contributing to the exchange of scientific knowledge in this field. He also serves on the UNESCO-ICOMOS ISCEAH Turkey scientific committee.