

Ruhi Kafescioğlu  
ALKER VE NİTELİKLERİ

---

**İçindekiler**

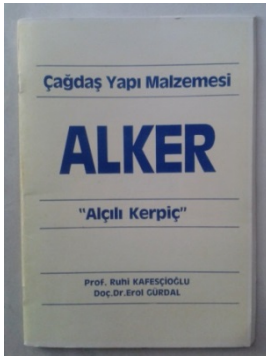
1. ALKER'İN OLUŞUM ÖYKÜSÜ .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
2. ALKER'İN TANIMI VE GELİŞTİRMEK AMACIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
3. ALKERİN NİTELİKLERİ.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
_Toc4627769753.1 Fiziksel Nitelikler.....	8
3.11 Erozyon Direnci - Yağmurlama Deneyi.....	8
3.12 Kılcal Su Emme .....	9
3.13 Civalı Porozimetre Deneyi .....	10
3.14 Rötne.....	11
3.15 Isıl İletkenlik Katsayısı .....	12
3.2 Mekanik Nitelikler .....	13
3.21 Basınç Dayanımı.....	13
3.22 Elastisite modülü .....	15
3.23 Kayma Dayanımı ve Rijitlik Modülü .....	16
3.3 ALKER Karışımıyla Üretilen Ürünlerin NiteliklerininDeğerlendirilmesi.....	17
4. ALKER'İN KULLANIM OLANAKLARI VE SAĞLADIĞI YARARLAR ..	19
5. ALKER KARIŞIMIYLA YAPIM OLANAKLARI .....	20
5.1 Blok Üretimi ve Bloklarla Yapım .....	20
5.2. Yerinde Döküm Yöntemiyle Yapım.....	21
5.3. Değişik Biçim ve Fonksiyonda Blok ve İç ve Dış Yüzeylerde Kaplama Panoları .....	22
6. ALKER KARIŞIMI İLE ÜRETİLEN UYGULAMA DENEMELERİ	
6.1 I. Deneme Evi.....	22
6.2 II. Deneme Evi.....	23
6.3 Altınoluk'taki Deneme Evi .....	24
6.4 Şanlıurfa / Viranşehir'de Alker Karışımıyla Yapı Denemesi Ve Bir Organizasyon Modeli.....	24
_Toc4627770167. SONUÇ .....	26

## ÖNSÖZ

Bu yazının konusu olan ALKER sözcüğü, uzunca süren laboratuvar çalışmaları ve uygulama denemeleri sonucunda nitelikleri geliştirilmiş toprak kökenli bir karışıma koyduğumuz addır. ALKER sözcüğü türkçede alçı katkılı toprak blokları anımsatmak amacıyla, (alçı –gypsum) ve (kerpiç – adobe) sözcüklerinin ilk heceleri birleştirilerek ALKER sözcüğü üretilmiştir.

İstanbul Teknik Üniversitesi Mimarlık Fakültesi'nde Yapı malzemesi dersini üstlendiğim dönemde, toprak ve alçı konuları hakkında araştırma yaparken, eski bir olayı hatırlayarak, ayrıntılarını aşağıda açıklayacağım bir araştırma yaptık.

Laboratuvardaki deneylerde ve I. Deneme evi yapımında olumlu sonuçlar alınca ALKER adını verdiğimiz karışımın topluma ve bireylere yarar sağlayacak uygulamalar yapılabileceğini düşünerek patent almadık. ALKER karışımının nasıl hazırlanacağını ve uygulanacağını açıklayan küçük bir el kitabı düzenledik. 1983'de bulduğumuz bir sponsor desteği ile bu el kitabından binlerce adet bastırıp parasız dağıttık (Şekil -1).



ALKER karışımıyla üretilen ürünler, 20 dakikada pirizini tamamlayıp yeterli rijitlik kazanır ve ürün kalıptan alınıp istifeye konabilir. Benzeri diğer ürünler gibi kür ve kurutma işlemlerine gerek duymaz. Ülkemizde toprak yapı pazarı olmadığı için,

her yapıda kullanılacak toprağın, o şantiyede hazırlaması gibi bir gelenek vardır.

*Şekil 1 – Alker kitapçığı*

Biz de deneme yapılarımızda çalışma programımızı o doğrultuda yaptık. Zaten 20 dakika, her ölçekteki şantiyede, üretimle ilgili bütün işlemlerin yapılmasına yeterli olduğu için, karışıma bir piriz geciktirici koymaya gerek yoktur.

90lı yılların başında üniversitede bizimle beraber çalışan arkadaşımız Bilge Işık ALKER ile ilgili bilgileri web sitesine koydu. Böylece ALKER birçok ülkede tanınır ve

kullanılır hale geldi. Bazıları bize ulaşarak ek bilgi ve kullanım izni istediler. Onlara gerekli bilgileri gönderdik. Bazıları ise hazır bilgilerle yetinip, izin istemeye de gerek görmeden malzemeyi kullandıklarını sitelere yansıyan haberlerden öğrendik.

Amerikalı kimyacı Harris Lowenhaupt, 1992’de Türkiye’de üretilen patent alınmamış bir malzeme olduğunu belirttiği ALKER karışımına bir piriz geciktirici katarak, piriz süresinin uzamasını sağlamıştır. Hazır beton gibi, bir merkezde ürettiği ve “Cast Earth” adını verdiği malzemenin patentini almıştır. Bir merkezde hazırlanan karışım, hazır beton gibi, çevreye servis edilmektedir (Şekil-2 ).<sup>1</sup>



*Şekil 2 - Harris Lowenhaupt’un ALKER karışımına geciktirici katarak oluşturduğu “Cast Earth” adlı karışım şantiyeye taşınıp hazır beton araçlarıyla kalıba pompalanabiliyor.*

Son zamanlarda, toprak yapı üzerine yapılan bazı yayınlarda “Cast Earth” isimli malzemeye referans verildiği görülmektedir. ALKER karışımının nitelikleri tam olarak bilinmediği için de ondan yeterli düzeyde yararlanılamadığı görülmektedir. Bu yanlışlığı düzeltmek ve ALKER karışımının niteliklerini açıklamak, ondan hangi koşullarda, nasıl yararlanılabileceğini açıklamak gereği duyduk. ALKER’ in diğer karışımlardan farklılıklarını belirleyerek kullanıcılara daha fazla yarar sağlayabilmek amacıyla bu yazıyı hazırlıyoruz.

---

<sup>1</sup> [https://en.wikipedia.org/wiki/Cast\\_Earth](https://en.wikipedia.org/wiki/Cast_Earth) ; 20 Kasım 2016. Bu konuda diğer bir örnek de Hollanda’da toprağa yalnızca alçı katarak yapılan stabilizasyon deneyleridir.

## 1 - ALKER'İN OLUŞUM ÖYKÜSÜ

12 yaşında bir ortaokul öğrencisi iken, ülkemizin kışlarının çok soğuk geçtiği Sivas ilinde, oturduğumuz evin dökülen dış sıvasını tamir etmek için gelen usta, ikisinde beyaz toz ve diğerinde elenmiş toprak olan 3 kap getirmişti. Yardımcısından toprak ve acı kireç dediği beyaz tozlardan birini isteyip bunları karıştırdıktan sonra biraz su ekleyerek, tatlı kireç dediği öteki beyaz tozdan biraz alıp karışıma ekledi. Hazırladığı harçla dış siva tamirini yaparken merakla izlemiştım. Seneler sonra İTÜ Mimarlık Fakültesi'nde Yapı Malzemesi dersini üstlenince, araştırmalar sırasında, Sivas'ta ustanın acı kireç dediği beyaz tozun bildiğimiz kireç, tatlı kireç dediğinin ise alçı olduğunu öğrendim. Kışları sıcaklığın -30 dereceye kadar düştüğü bir yerde donup dökülmeyen, dış siva olarak kullanılan bir karışımdan blok da üretilebileceğini düşünerek malzeme laboratuvarında ilk denemeleri yapmaya başladık.

Toprağa değişik oranlarda alçı ve kireç katarak hazırladığımız karışımdan ürettiğimiz örneklerle yaptığımız çeşitli deneyler olumlu sonuç verince, TÜBİTAK desteğinde bir araştırma projesi hazırladık. 1976'da malzeme birimindeki yardımcı arkadaşlarla oluşturduğumuz ekiple o zamanki küçük bir laboratuvarda kısıtlı olanaklarla çalışmaya başladık. ALKER adını vereceğimiz karışımdan üretilen örneklerin fiziksel ve mekanik niteliklerini belirleyen deneyler ve sonuçların açıklandığı kesin raporun hazırlığı 1980 Ağustos'unda tamamlandı. TÜBİTAK Bilim Kurulu MAG 505 kodlu çalışmamızı onayladı.<sup>2</sup>

ALKER adını verdiğimiz yeni ürünü geliştirmek amacıyla laboratuvarda yaptığımız deneylerde ve çeşitli uygulama denemelerinde bazı eksikliklerin olduğunu görüyorduk. TÜBİTAK raporunda aldığımız sonuçları test etmek ve o zaman yapamadığımız deneyleri yapmak için bir fırsat arıyorduk. Beklediğimiz olanak epey sonra geldi. 2011'de İTÜ İnşaat Fakültesi Yapı Malzemesi laboratuvarında yeni hassas araçlarla ve deneyimli arkadaşlarla ALKER' in niteliklerini belirleyen deneyleri yapma fırsatı bulduk.<sup>3</sup>

---

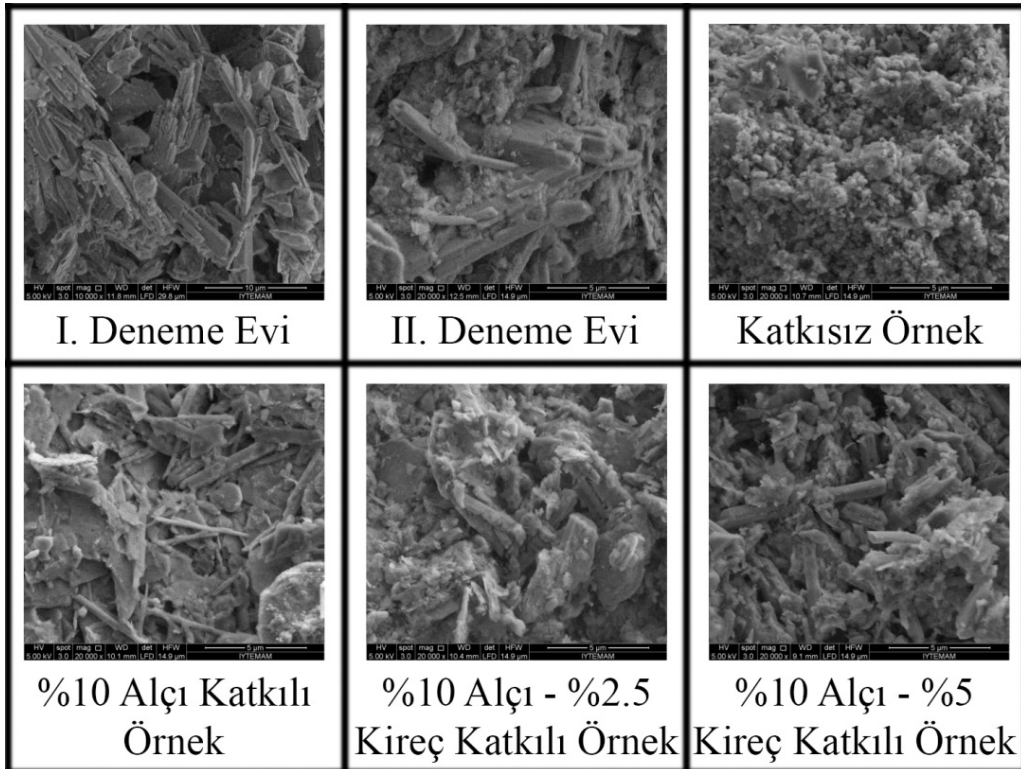
<sup>2</sup> Raporumuzun TÜBİTAK Bilim kurulu tarafından kabul edilmesinin ardından sonuçlar yayınlandı: Ruhi Kafescioğlu, "Toprak Malzeme ve Yapı Sektöründe Enerji Tasarrufu," *Doğa Bilim Dergisi*, c. 6, s. 2, 1982, s. 23-31

<sup>3</sup> Bekir Pekmezci, Ruhi Kafescioğlu ve Ebrahim Agahzadeh, "Improved Performance of Earth Structures by Lime and Gypsum Addition," *ODTÜ Mimarlık Dergisi*, c. 29, sayı 2, Ankara: ODTÜ, Şubat 2012, s. 205-221. Deneyleri ve sonuçlarını 'ALKER' in Nitelikleri' adlı 3. bölümde vereceğiz.

## 2 - ALKER'in TANIMI VE GELİŞTİRMEK AMACIYLA YAPILAN ÇALIŞMALAR

1980'den günümüze süregelen deneysel ve uygulamalı çalışmalarıyla geliştirdiğimiz ALKER karışımını şöyle tanımlayabiliriz: Kohezyon niteliği yeterli düzeyde olan killi topraklara, yapıda kullanılacağı yer ve amaca göre belirlenen oranlarda alçı, kireç, su ve gerektiğinde bir piriz geciktirici katılarak, hiçbir ek işlem yapılmadan açık ortamda oluşan, fiziksel ve mekanik nitelikleri geliştirilmiş, stabil, toprak kökenli bir yapı malzemesidir.

ALKER'in kökeni topraktan çok farklı niteliklere sahip olmasının yapısal değişikliklerden kaynaklandığını düşünerek iki ayrı laboratuvarında yapısal incelemeler yaptırıldı. Alçı-kireç ikilisinin rutubetli ortamda bir araya geldiklerinde ne tür reaksiyonlar gösterdiğini ve nasıl bir iç yapı oluştuğunu öğrenmek istedik. Uzmanların raporlarındaki farklı açıklamalardan, çalışma alanımız dışında kalan bu konuda, bizi tatmin edecek net bir sonuç çıkaramadık. Bu nedenle ayrıntıya girmeden, çeşitli karışımlardaki örneklerde, alçı piriz yaparken oluşan kristalleri gösteren bir elektronik mikroskop görüntüsü koymakla yetineceğiz ( Şekil – 3).



### *Şekil 3 - ALKER'in pirizi sırasında oluşan alçı kristallerinin elektron mikroskopunda görünüşü*

TÜBİTAK projesinin tamamlanışından günümüze kadar geçen uzun sürede ALKER'i geliştirmek amacıyla yaptığımız çalışmaları kısaca belirtmek yararlı olacaktır. Yapmak istediğimiz ve sonuçlarının merak ettiğimiz ilk iş, laboratuvar çalışmalarında elde ettiğimiz sonuçları, aynı karışımla bir köy şantiyesinde üretim yapma ve benzer sonuçları alma olanaklarını denemektir.

1983'de bulduğumuz bir sponsor desteği ile, köy evi şantiyesi koşullarında, I. Deneme Evi'ni yaptık. Yapım sürecinde aynı karışımı kullanarak, kalıp türleri, blok üretimi ve kalıba döküm işlerinde çeşitli yöntemler deneyerek önemli bulgulara ulaştık.

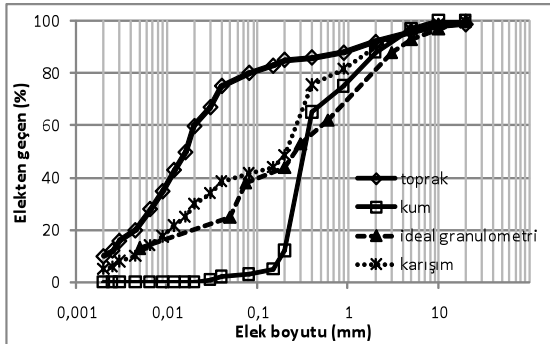
1986'da emekli olmamın ardından danışman olarak katıldığım çalışmalarda üniversiteyle ilişkileri yardımcı arkadaşlarımızdan Bilge Işık yürüttü. Laboratuvar deneyleri ve uygulama denemelerine devam ederek ALKER'i geliştirmeye çalıştık. 1995 yılında Doç. Dr. Bilge Işık'la bir TÜBİTAK projesi hazırladık. Her şantiyede kullanılan iş makinelerinden yararlanılarak çok sayıda evin bir arada inşa edilmesini denemek amacıyla II. Deneme Evi'ni yaptık ve olumlu sonuçlar aldık. 2011 yılında, Şanlıurfa'nın Viranşehir ilçesinde çevrede yaşayan çok sayıda ailenin katılımıyla, ekolojik köy projesi gerçekleştirmek amacıyla "Toprak ve Su Kolektifi" oluşturulmuş. Köylüler kendilerine anlatılanları uygulayarak ALKER karışımıyla evlerini yapabildiler. Bu denemenin başarıyla sonuçlanması, bize kırsal yörelerde yerleşme sorunlarının çözümü konusunda yol gösteren önemli bulgular sağladı. Nitelikleri geliştirilmiş bir toprak karışımıyla uygulama yapmanın, yüksek teknoloji gerektiren zor bir iş olmadığını, yapım süresince bir teknik eleman gözetimi gerekmediğini gösterdi. İyileştirme ve stabilizasyon işlerinden kaçınılmaması, her yapının olanaklarına göre belirlenecek yöntemin uygulanmasının yararlı olacağı savımızı destekledi.

### **3 - ALKERİN NİTELİKLERİ**

TÜBİTAK desteğiyle küçük bir laboratuvarda kısıtlı olanaklarla yaptığımız MAG 505 projesi kapsamındaki çalışmalarda elde ettiğimiz sonuçları test etmek ve o zaman imkan bulamadığımız ALKER'in iç yapısını ve tüm fiziksel ve mekanik niteliklerini belirlemeye yönelik bazı deneyleri gerçekleştirme olanağı arıyorduk. İTÜ İnşaat

Fakültesi Malzeme laboratuvarına yeni, son deney tekniklerinin uygulandığı hassas aletlerin alındığını ve ALKER ile ilgili deneyleri yapabileceğimizi öğrendik. O sırada Malzeme anabilim dalında konuyla ilgilenen Doç. Dr. B. Pekmezci ve yüksek lisans tezi hazırlamakta olan E. Agazadeh'in katılımıyla oluşturduğumuz ekiple hazırladığımız deney programı çerçevesinde çalışmalarımızı yürüttük. Eski Projedeki değerlerle yeni deney sonuçlarını kıyaslayabilmek için, yeni deneylerde kullanacağımız toprağın granülometrik yapısının MAG 505 'dekinin aynı olmasına özen gösterdik. Tane dağılım oranlarını İdeal Eğri'ye göre düzelttik. Böylece daha önceki laboratuvar çalışmalarında ve arada geçen zamanda yaptığımız uygulama denemelerinde kullanılan toprak malzemenin tane dağılım oranlarının aynı olmasını sağlayarak, yeni bulguları öncekilerle kıyaslama ve gerektiğinde onlardan yararlanma olanağı elde ettik.

Duvar inşasında kullanılacak topraklar için, çeşitli topraklarla yaptığımız bir dizi deneyle test ederek referans olarak kabul ettiğimiz Şekil 4' de görülen eğri, en büyük basınç dayanımının sağlandığı tane dağılım oranlarını göstermektedir. Arizona Üniversitesi Tarım Ürünleri Koleji'nce geliştirilmiş olan eğri İdeal Granülometri Eğrisi olarak tanımlanır.<sup>4</sup>



Şekil 4 - En büyük basınç dayanımının sağlandığı İdeal Granülometri Eğrisi

Ayrıntılarını aşağıda açıklayacağımız, erozyon deneyi dışındaki deneylerde, kullanılan toprakların tane dağılım oranları İdeal Eğri'ye göre düzeltilmiştir. Fiziksel ve mekanik nitelikleri belirleyen deneyler, 'katkısız toprak', 'yalnız %10 alçı katkılı', '%10 alçı ve %2,5 kireç katkılı' ve '%10 alçı ve %5 kireç katkılı' 4 tür toprak karışımından

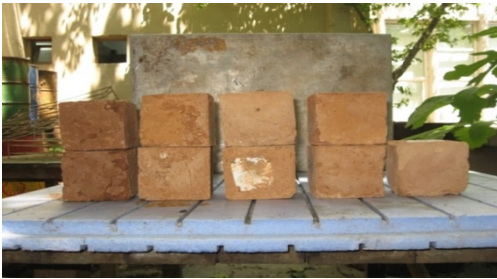
<sup>4</sup> Schwalen, Harold C., "Effect of Soil Texture Upon the Physical Characteristics of Adobe Bricks," *Technical Bulletin, University of Arizona Agricultural Experiment Station*, no. 58, 1935, s. 275-294.

üretilem örnekle yapılmıştır. Kirecin etkisini belirlemek amacıyla, sadece alçı ve kireç karışımli örnekleler üretilemiştir.

### 3.1 - Fiziksel Nitelikler

#### 3.11 - Erozyon Direnci - Yağmurlama Deneyi

Toprağın içerdığı kil oranının erozyon açısından nasıl bir etki yarattığını görebilmek için bu deneyde diğerlerinden farklı toprak karışımları kullanıldı. Doğadan alındığında koyu turuncu renkte çok miktarda ince tane içeren, tuğla üretiminde kullanılan toprağa değişik oranlarda kum ve ince çakıl katılarak, tane dağılım oranları değiştirilen iki toprak türü daha hazırlandı. Yağmurlama deneyi uygulanan örneklerin deneyden önceki ve deney uygulandıktan sonraki durumları Şekil 5' te görülmektedir. Sol baştaki katkısız örnek deney sırasında tamamen harap olduğu halde, aynı yıpratma etkisinde kalan katkıli örneklerde çok az erozyon kaybı olmuştur. Çizelge 1'de tane dağılımı düzeltilmemiş olan 4 numaralı örneğin, aynı oranda katkı yapılan tane dağılımı düzeltilmiş örnekten daha fazla kayıp verdiği görülmektedir. MAG 505 kapsamında yaptığımız deneylerin ışığında kireç oranı arttırıldığında yıpranmanın asgari dereceye ineceğini biliyoruz. Bu örnek bize toprağa eklediğimiz alçı-kireç katkısının karışımın bünyesel davranışını belli bir oranda değiştirdiğini göstermektedir. Bünyede gereğinden fazla kil bulunması olumsuz yönde etki yaratacak, uygulamalarda yıpranmaya neden olacaktır. Ayrıca bu durum olumlu sonuç alabilmek için tane dağılımını düzeltmenin yararlı olduğu, bu basit işten kaçınılmaması gerektiği yönündeki savımızı da desteklemektedir.



Örneklelerin deneyden önceki ve deney uygulandıktan sonraki durumları görülmektedir.

Şekil 5 -



		7/7/7 ebatlarında küp	Yağmurlama deney öncesi ağırlık (gr)	Yağmurlama deney sonrası ağırlık (gr)	fark (gr)	fark (%)
1	%100 tuvenan topr. Katkısız	1.örnek	542,4	203,6	-338,8	62%
		2.örnek	545,6	****	-545,6	100%
2	%70 toprak. %30 agrega %10 alçı %5 kireç	3.	579,2	545,4	-33,8	6,19%
		4.	588,4	572,9	-15,5	2,70%
3	%60 toprak %40 agrega %10 alçı %5 kireç	5.	565,1	552,7	-12,4	2,24%
		6.	571,4	557,7	-13,7	2,45%
4	%100 tuvenan toprak %10 alçı %5 kireç	7.	523,2	481,8	-41,4	8,59%
		8.				
5	%60 toprak %40 agrega %2,5 kireç	9.	562,2	549,4	-19,8	3,60%

*Çizelge 1 - Yağmurlama deneyi yapılan örneklerin katkı oranları, deneyden önceki ve sonraki ağırlıkları ve kayıp miktarları verilmiştir.*

### 3.12 - Kılcal Su Emme

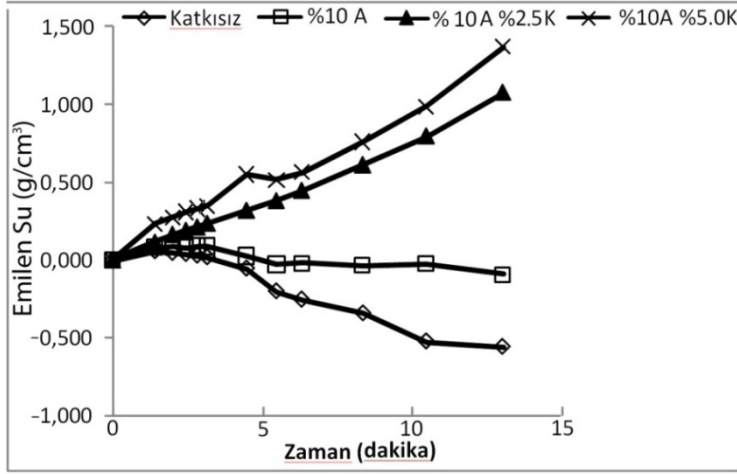
Kılcal su emme deneyleri, dört tür toprak karışımından hazırlanan 7x7 cm kesitli dörtgen prizma şeklindeki örneklere uygulanmıştır. Örneklerin yalnızca kesit alanından kılcal su emmelerini sağlamak için yan yüzeyleri parafinle kaplanmış ve suyun örneklerde yükselmesini izlemek için Şekil 6’te görüldüğü gibi yüzeylere 1 cm aralıkta skala çizilmiştir.



*Şekil 6 - Kılcal su emme deneyi sonunda katkısız, yalnızca alçı katkılı örneklerin kayıpları ve altta %10 alçı, %2,5 ve %5 kireç katkılı örneklerde kayıp olmadığı görülüyor.*

Şekil 7’deki bulgular incelendiğinde, katkısız örneklerin ağırlığının kısa sürede azaldığı; sadece %10 oranında alçı katılan örneklerde ağırlığın 60 dakikaya kadar artıp, sonra bir miktar azalarak aynı düzeyde kaldığı; alçı+kireç katkılı örneklerde ağırlığın zamanla sürekli arttığı görülmektedir. Şekil 6 ve Şekil 7 birlikte incelendiğinde, katkısız ve sadece %10 alçı katkılı örneklerin ağırlıklarındaki

azalmanın, bu örneklerin suya temas eden bölgelerinin stabilitesini yitirerek erozyona uğramasından kaynaklandığı, öte yandan kireç katkılı örneklerin bütünlüklerini korudukları görülmektedir.



Şekil 7- Kılcal su emme deneyinde zaman-ağırlık ilişkisi. Kireç katkının bünyedeki değişiklikte önemli etkisi açıkça görülmektedir.

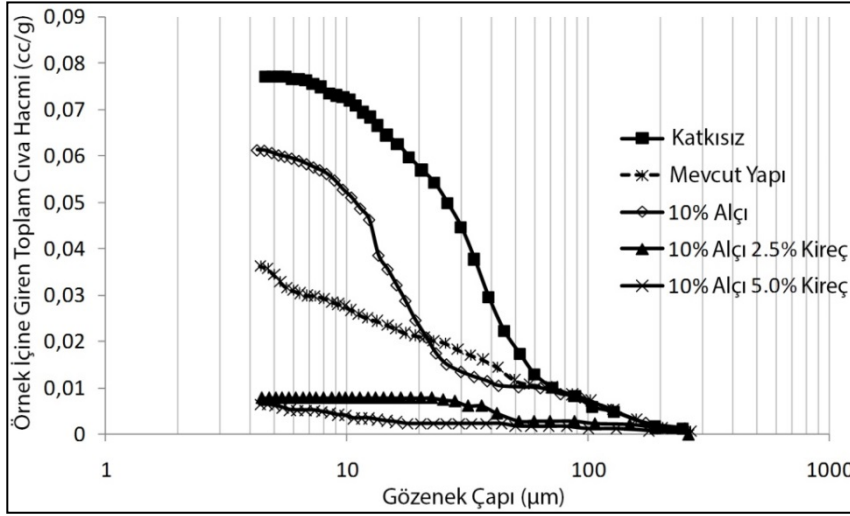
Kireç oranı arttıkça suyun bünyede yükselme hızının da arttığı ve su örneğin üst hizasına ulaştığı sırada bile hiçbir yıpranma kaybının olmadığı saptanmıştır. Bu da bize kireç katkılı örneğin sudan etkilenmeyen bir bünyeye dönüştüğünü göstermektedir. Kil oranı yüksek topraklarla yaptığımız deneylerde yıpranma kaybının olduğu görülmektedir; bu da İdeal Eğri'dekinden fazla oranda kil içeren toprakları kullanmanın faydalı olmadığını doğrulamakta ve yağmurlama deneyindeki savımızı desteklemektedir.

### 3.13 - Cıvalı Porozimetre Deneyi

Bir toprak türünün bünyesindeki boşlukların boyutlarını ve toplam boşluk hacmini belirlemek için cıvalı porozimetre (Mercury Intrusion Porosimeter, MIP) deneyinin uygun sonuçlar verdiği kabul edilmektedir. Deney programında cıvanın belli basınçta belli çaptaki kılcal kanallara gireceği ve kılcal kanalların silindirik olduğu ön kabulü ile hareket edilir. Deney uygulamasında örnek içine giren toplam cıva hacmine (ml/g) bağlı olarak boşluk hacmi belirlenir.

Deneyin uygulama süreci kısaca şöyle açıklanabilir: Kapatılabilen bir kaba, deney için hazırlanan örnek koyulur. Kap cıvayla doldurulur ve kapatılır. Belirli bir tempoda sürekli artan basınç uygulanır. Basınç altındaki cıva, önce örneğin çapı büyük olan kılcal kanallarına girer, basınç arttıkça daha ince kanallara da girerek örnek

bünyesindeki boşlukları doldurur. Deneylerde uygulanan maksimum basınç 48 psi'dir (~331 KPa) (Şekil 8).



**Şekil 8 - Cıvalı porozimetre deney sonuçları**

Deney sonuçlarına göre, katkısız örneğin bünyesi içine giren toplam cıva hacminin diğer tüm örneklerden daha fazla olduğu açıkça görülmektedir (Şekil 8). %10 oranında alçı katkılı örneklerde toplam boşluk hacimleri katkısız örneklerden daha küçük değerler alırken, alçı-kireç katkılı örneklerden daha büyük değerler almaktadır. Laboratuvarda alçı+kireç katkılı ALKER karışımıyla üretilen örneklerin herhangi bir çaptaki boşluk hacimleri ile toplam boşluk hacimlerinin katkısız ve sadece %10 alçı katkılı örneklerden önemli oranda küçük olduğu görülmektedir. Bu sonuç, kireç katkının yeni bünye oluşmasında önemli bir etken olduğunu göstermektedir.

Bu deneyde elde edilen bulgular alçı+kireç katkılı örneklerin, dolayısıyla ALKER karışımıyla üretilen ürünlerin, bünyelerindeki kılcal boşluklar hakkında yeterli bilgi vermektedir. Birim hacim ağırlığı, kılcal su emme ve ısı iletkenlik katsayısına ilişkin deney sonuçlarının da aynı doğrultuda olduğu, cıvalı porozimetre deneyinin sonuçlarını doğruladıkları görülmektedir.

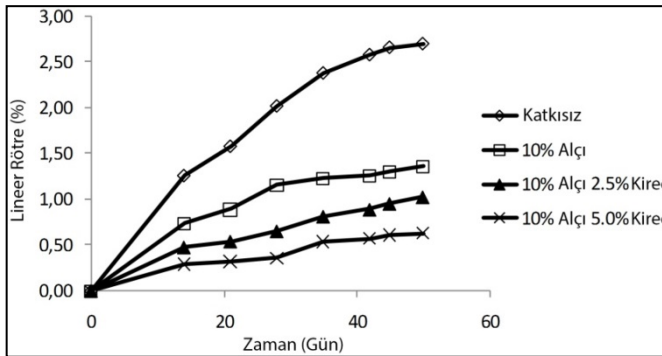
### 3.14 - Rötire

Aynı karışımıyla üretilen örneklerle yapılan deneye ait sonuçlar Şekil 9'de görülmektedir. Deney sonucunda, alçı oranı arttıkça rötrenin azaldığı ve sıfıra yaklaştığı görülmüyor. Bu olgu alçı piriz yaparken, bünye içinde iğne şeklindeki bir birbirlerine dayalı kristallerin sürekli ve büzülme sürecini engelleyecek güçte bir armatür dokusu oluşturduğunu düşündürmektedir. Elektron mikroskopuyla iç yapı

incelemelerinde elde edilen görüntülerdeki kristal iğneler düşüncemizi doğrulamaktadır (Şekil-9). Rötrenin engellenmesi nedeniyle oluşacak iç gerilmelerin ALKER'in mekanik niteliklerini ve kuruma sırasında, büzülme olmadığı için, dışarı çıkan suyun bıraktığı boşlukların oluşturduğu gözenekli bünye fiziksel niteliklerini olumlu yönde etkilediğini de söyleyebiliriz.

ALKER'in rötre değerleri, normal betonların rötresi mertebesindedir. Yerinde dökümle duvar yapımında –beton gibi– kesintisiz, rötre derzi bırakmadan işlemler sürdürülebilir.

Alçı katkılı örneklerde kireç eklendiğinde rötrenin daha fazla küçüldüğü, kireç katkı oranı arttırılınca küçülmenin devam ettiği ve bir minimum değerden sonra tekrar arttığı görülmektedir. Sönmüş kirecin kil bileşenleriyle ilişkisinin yarattığı bünye değişikliği, yeni bağlayıcı jellerin oluşup bünyedeki kilin bir kısmının yapısını değiştirerek, rötre yapacak kil miktarını azaltmasına ve bu şekilde rötreden kaynaklanan deformasyonları engelleyebilecek ikinci bir yapı meydana gelmesine bağlanabilir.



Şekil 9 – Rötrenin zamanla değişimi, Rötrenin zamanla değişimi ve Rötrenin deney aracı

### 3.15- Isıl İletkenlik Katsayısı

Deney sonuçlarına göre örneklerin ısı iletkenlik katsayıları şöyledir:

Katkısız örneklerde .....0,290 W/mK

%10 alçı katkılı örnek .....0.2 W/mK

%10 alçı-%2,5 kireç katkılı örneklerde ..... 0,250 W/mK

%10 alçı-%5 kireç katkılı örneklerde .....0,216 W/mK

Toprak yapılarda dış duvarlar genellikle 45-50 cm kalınlıkta yapılmakta, bu kalınlıktaki duvarlarda hemen hemen her iklim bölgesinde yeterli düzeyde ısı tutuculuk değeri sağlanmaktadır. Ayrıca 50 cm kalınlıktaki toprak duvarlar büyük olan ısı biriktirme kapasiteleri ve faz farklarının (ısının bir yüzden diğer yüze geçiş süresinin) büyüklüğü ile termik konfor koşullarının sağlanması açısından da iyi bir performansa sahiptir. ALKER karışımıyla üretilen yapılar termik konfor koşullarını üst düzeyde gerçekleştirmekte, yapıların içi –termos kaplar gibi– dış ortamdaki sıcaklık değişikliklerinden hiç etkilenmemektedir.

## 3.2- Mekanik Nitelikler

### 3.21- Basınç Dayanımı

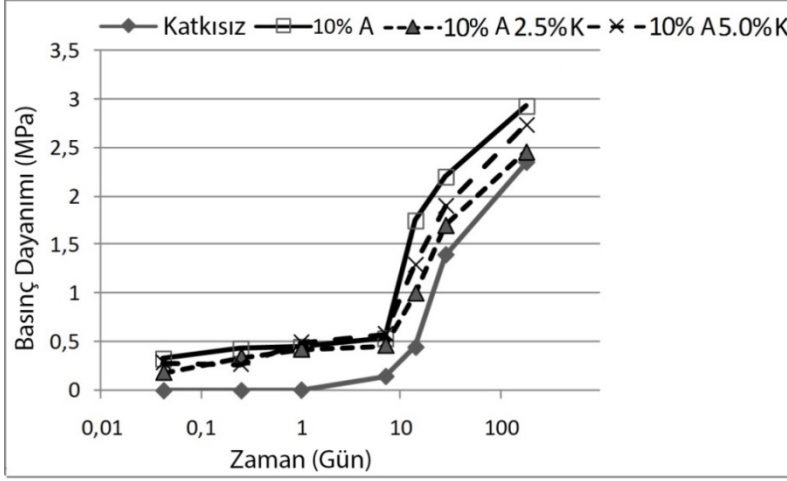
Basınç deneyleri de diğer deneylerin yapıldığı dört tür karışımdan üretilen 10x20 cm boyutlarındaki silindir örnekler üzerinde yapılmıştır. Diğer deneylerdeki gibi aynı katkılarla üretilen örneklerin, kalıba yerleştirme işi bittikten hemen sonra, kalıptan alındıkları anda ölçülebilir düzeyde basınç dayanımı kazandıkları görülüyor. Katkısız örnekler ise 7-10 günden sonra rijitlik kazanmaya başlamakta ve ileriki dönemlerde de katkılı örneklerden daha az dayanım kazanabilmektedir.



Şekil 10 - Basınç deneyi için hazırlanan örnekler

Hazırlanan dört değişik karışımdan üretilen örneklerin kalıba yerleştirme ve sıkıştırma işleri bittikten sonra, örneklerin basınç dayanımı trendinin gelişimini belirlemek amacıyla, yarım saat aralıklarla ölçülen basınç dayanımları Şekil 11’de görülmektedir. Dört değişik karışımdan üretilen örneklerden, yalnız alçı katkılı olanların hepsi ilk yarım saatte, birbirlerinden çok az farklarla artarak yeterli düzeyde rijitlik kazanmaktadır. İlk yarım saatlik zaman dilimi, karışımdaki alçının piriz sürecinin

tamamlanma süresidir. Alçı katkılı örnekler, ilk 7 günde ki basınç dayanımının önemli kısmını bir saat içinde kazanıyorlar.



Şekil 11- Basınç dayanımının zamanla gelişme trendi

Elektron mikroskop görüntülerinde saptanan, birbirlerine bağlı, iğne şeklindeki alçı kristallerinin oluşturduğu ağ bünyenin ilk dayanma gücünü sağlamaktadır. Sadece alçı katkılı örneklerin ilk andaki basınç dayanımları kireç katkılılardan biraz daha büyük olmakta, 0.37 MPa'a ulaşmaktadır. Gözden kaçırılmaması gereken önemli bir nokta, örneklerin ilk basınç deneyi sırasında yaklaşık %20 oranında rutubetliken bu düzeyde basınç dayanımı göstermiş olmalarıdır. ALKER karışımıyla üretilen örneklerin diğer örneklerden önemli bir farkı da, yağmurlama deneyinde yıpranmadan bütünlüklerini koruyan örneklerin, kurutulduktan sonra yapılan basınç dayanımı deneylerinde, ıslatılmadan öncekilere eşdeğerlerde dayanım göstermesidir.



Şekil 12- Erozyon deneyinde, örnekler kurutulduktan sonra yapılan basınç dayanımı deneyinde mekanik niteliklerde kaybı olmadığı, deney sonucunda, yük alan normal beton gibi, dağılmadan ikiz piramit şeklinde kırıldığı görülüyor.





Şekil 13 - Katkısız örnekler Basınç deneyinde dağılıyor.

Kireç katkılı örneklerin elastisite modülünün sade alçı katkılı örneklerden daha küçük, malzemenin daha sünek olması, aynı basınç etkisinde kaldıklarında malzemenin kırılmadan daha fazla deformasyon yaparak bütünlüğünü korumasını sağlayabilmektedir.

### 3.22- Elastisite modülü

Laboratuvarda basınç deneyi yapılan örnekler üzerinde, basınçta elastisite modülü ölçümleri de yapılmıştır.

Dört değişik örneğin elastisite modülleri şöyledir:

Katkısız örneklerde ..... 8980 MPa

%10 alçı katkılı örneklerde..... 8675 MPa

%10 alçı+%2.5 kireç katkılı örneklerde ... 8484 MPa

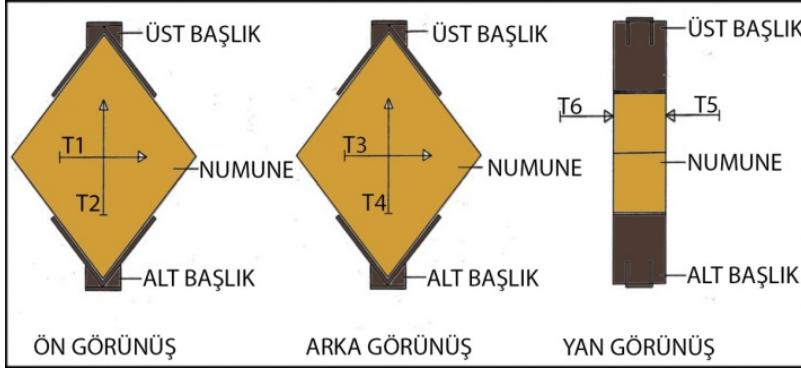
%10 alçı+%5 kireç katkılı örneklerde..... 7777 MPa

Elde edilen elastisite modülü değerleri karşılaştırıldığında, katkısız örneklerin elastisite modülü değerlerinin alçı-kireç katkılı örneklerinkinden yaklaşık %15 daha büyük olduğu görülmektedir. Aynı yükler altındaki katkısız örnekler katkılı örneklerden daha az deformasyon yapabilmektedir; diğer bir deyişle katkısız örnekler, katkılı örneklerin biçim değiştirerek bütünlüklerini koruduğu yüklerin altında kaldıklarında dağılıp parçalanacaklardır. Sadece alçı katkılı örnekler kırılğan olmalarına karşın, iç bağları katkısız örneklere kıyasla çok güçlü olduğu için, onlardan fazla deformasyon yapabilmektedir. Karışıma kireç girince bünye daha sünek olmakta, biçim değiştirme kabiliyeti artmaktadır. Kireç oranı arttıkça süneklik de artmaktadır.

ALKER karışımında kireç oranı arttıkça elastisite modülünün küçülmesi olgusundan yararlanılarak, değişik biçimlerde dolu, delikli ve boşluklu bloklar ve değişik boyutlarda panoların üretilebilmesi olanağı sağlanabilir.

### 3.23- Kayma Dayanımı ve Rijitlik Modülü

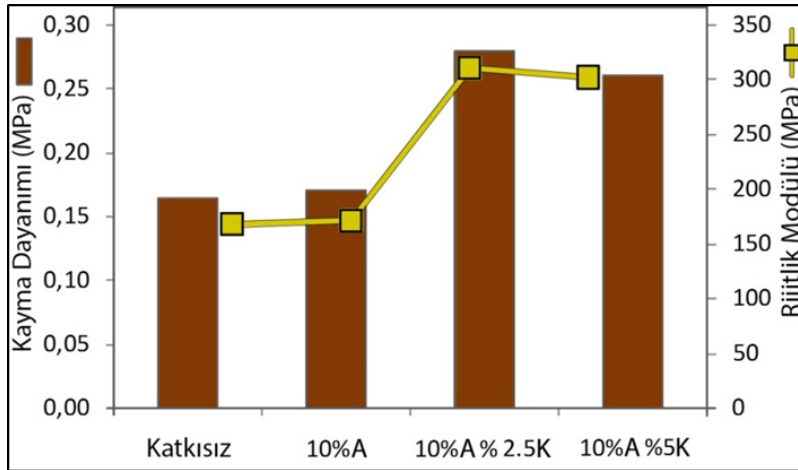
Deneyler ASTM E519-10 standardı esaslarına göre uygulanmış, çalışmalarda yüklemeler 500 ton kapasiteli kapalı çevrim deformasyon kontrollü presle yapılmıştır.



Şekil 14- Kayma dayanımı deney düzeni şematik çizimi ve kayma deneyi uygulanmış bir örnek

Kayma dayanımı ve rijitlik modülü deney sonuçlarının verildiği Şekil 16 incelendiğinde, %10 alçı-%2,5 kireç katkılı örneklerin kayma dayanımlarının en büyük değeri, katkısız örneklerin kayma dayanımlarının ise en küçük değeri aldığı görülmektedir. Sadece %10 alçı katkılı örneklerin kayma dayanımı ve rijitlik modülleri, katkısız örneklerin kayma dayanımı ve rijitlik modüllerininkilere yakın değerler alırken, kireç katkılı örnekler onların yaklaşık iki katı büyüklükte değerler alarak önemli ölçüde farklı bir davranış sergilemektedir. Katkısız ve sadece %10 alçı katkılı örneklerin kayma dayanımı ve rijitlik modülü değerlerinin aynı düzeyde olması ve %10 alçı+%2,5 kireç katılarak oluşan ALKER karışımından üretilen örneklerin kayma dayanımı ve rijitlik modüllerindeki artışlar, kireç katkının bünye içinde önemli değişimler ve gelişmeler sağlayan aktif roller üstlendiği yönündeki düşüncemizi desteklemektedir.





Şekil 15- Katkısız ve katkılı örneklerde kayma dayanımı ve rijitlik modül değerleri

### 3.3- ALKER Karışımıyla Üretilen Ürünlerin Niteliklerinin Değerlendirilmesi

Yaptığımız deneylerin sonuçlarını bir arada değerlendirerek incelersek, önümüze ALKER karışımıyla üretilen ürünlerin benzerlerinden farklılıklarını belirgin olarak görebileceğimiz ilginç bir tablo çıkmaktadır. İncelediğimiz pişirilmemiş toprak kökenli malzeme, yoğunluğu benzerlerinden daha az ve daha gözenekli olmasına karşın, basınç dayanımı ve diğer mekanik nitelikleri yüksek değerler alabilmekte, pişirilmemiş olmasına ve suyla temasa geldiğinde bünyesine çok ve hızla yükselen miktarda suyun girmesine karşın, dağılıp dökülmeden bütünlüğünü koruyabilmektedir.

ALKER'in niteliklerini katkısız topraktan üretilen geleneksel kerpiçlerle kıyaslayabilmek için Çizelge 2'de fiziksel ve mekanik niteliklerle ilgili değerleri bir arada veriyoruz. Çizelge incelendiğinde doğadan alındığı haliyle, kil oranı yüksek topraklara saman katılarak üretilen geleneksel kerpiçlerin niteliklerinin, tane dağılımı düzeltilmiş katkısız kerpiçlerden bile ne kadar geride kaldığı görülmektedir.

ÜRÜNLER	Geleneksel Kerpiç(*)	Katkısız Toprak (**)	ALKER	ALKER
			(%10 alçı- %2,5)	(%10 alçı- %5 kireç)
NİTELİKLER				

			kireç)	
<b>Birim Hacim (<math>gr/cm^3</math>)</b>	1.7 - 1.99	1.8	1.6	1.5
<b>Rötre (%)</b>	-	2.7	1.0	0.6
<b>Isı İletkenlik Katsayısı (<math>w/nK</math>)</b>		0.216	0.290	0.250
<b>Basınç Dayanımı (MPa)</b>	0.78	2.82	2.952	3.288
<b>Elastisite Modülü (MPa)</b>	550	7777	8980	8480
<b>Kayma Dayanımı (MPa)</b>	-	0.28	0.17	0.30
<b>Rijitlik Modülü (MPa)</b>	-	280	165	330

Çizelge 2- ALKER karışımıyla üretilen ürünlerin nitelikleri

(\*) Doğadan alındığı haliyle saman katılarak kullanılan kil oranı yüksek toprak  
(\*\*) Tane dağılım oranları düzeltilmiş ve nem oranları ayarlanmış katkısız toprak  
(\*\*\*) Bu değer geleneksel kerpiçlerin küp şeklindeki örneklerinin silindir örneklere ve  $kg/cm^2$  MPa dönüştürülmüştür

ALKER karışımıyla üretilen ürün nitelikleri şöyle özetlenebilir:

ALKER'in birim hacim ağırlığı benzerlerinden az rötre ve şişme oranları çok küçüktür. Bu nedenle aynı beton gibi rötre derzi bırakılmadan sürekli döküm yapılabilir. Karışıma katılan kireç oranı arttıkça sudan yıpranma azalır sifıra yaklaşır, bünyesindeki kılcal kanallar artar ve inceler. Basınç ve kayma dayanımları ile elastisite ve rijitlik modülleri yapı ve özellikle deprem açısından olumlu yönde önemli büyüklükte değerlere sahiptir. Erozyona dirençlidir. Kalıba yerleştirme işlemi bittiği anda ürünün oluşum süreci tamamlanır, kür ve kurutma işlemleri gerektirmez. ALKER açık ortamda pişirilmeden oluşan toprak kökenli stabil bir yapı malzemesidir.

#### 4- ALKER'İN KULLANIM OLANAKLARI VE SAĞLADIĞI YARARLAR

ALKER karışımı bütünüyle doğal ürünlerden oluşur; sağlığa zararlı hiçbir öge içermez. Önemli ölçüde enerji tasarrufu sağladığı için CO<sub>2</sub> emisyonu sorununun çözümüne olumlu katkı yapar, çevre kirliliği yaratmaz. Sahip olduğu fiziksel ve mekanik nitelikler nedeniyle benzeri toprak kökenli karışımlardan bazı farklı davranışları ve faydalı özellikleri vardır. Bunları şu ana başlıklar altında toplayabiliriz:

- ALKER karışımıyla üretilen ürünler pişirilmeden, hiçbir ek işlem yapılmadan ve enerji tüketimi gerektirmeden, her ölçekteki şantiyede üretilebilir. Diğer yapı malzemelerinin çoğunda olduğu gibi bir tesis kurulmasına gerek kalmadan her ölçekteki şantiyede hazırlanabilir. Merkezde üretim tesisi kurmak için sarf edilecek emek, zaman, kuruluş ve işletme sermayesi gerekmez. Üretime karar verildiği an işe başlanabilir.
- ALKER karışımının piriz süresi, doğal halindeyken, 20 dakikada tamamlanır. Bu süre şantiyede tüketilecek her ölçekteki karışımın hazırlanması, taşınması, kalıba yerleştirilip sıkıştırılması için yeterlidir. İstenirse, piriz süresi uzatılarak ticari amaçla bir merkezde üretilip, hazır beton gibi, uzak mesafelere servis yapılabilir.
- Ticari amaçla büyük çapta blok üretimi yapılan tesislerde, başka yöntemlerin hemen hepsinde olduğu gibi, kür ve kurutma sürecine, geniş alanlarda sergileme, bakım ve toplama işlerine veya tuğla fabrikalarındaki gibi kurutma tesislerine gerek olmadığı için, o işlere sarf edilecek işgücü, zaman ve enerjiden tasarruf edilir.
- ALKER karışımı, kullanılacağı yer ve amaca göre belirlenecek oranlarda katkılarla ve kıvamda hazırlanabilir. Her biçim ve boyutta, her üretim ölçeğinde, ürünün gerektirdiği süneklik ve gevreklikte hazır yapı elemanları, bloklar ve panoların üretiminde kullanılabilir.
- ALKER karışımıyla üretilen ürünlerde kür ve kurutma gerekmediği için, doğal afetler sonrasında afetzedelere her mevsimde çok kısa sürede kalıcı nitelikte kaliteli konutlar yapılabilir. Afetzedeler için yapılacak tek katlı evler için altyapı tamamlanınca, hazırlanan kalıplara kapı ve pencere kasaları koyularak bir günde pompayla yerinde döküm yapılabilir. Altyapı hazırlıkları sırasında doğrama atölyesinde kapı ve pencereler üretilebilir. Prefabrik binaların oluşturulmasından daha az zamanda, bir haftada afetzedeler evlerine

yerleşebilirler. Soğuk ve sıcak mevsimlerde çadırda yaşamaktan çok daha iyi koşullarda yaşama olanağı sağlanabilir.

- Blok ve benzeri ürünler, ALKER karışımı sergileme, kurutma gerektirmedikinden, mevsim ve hava koşullarından bağımsız olarak bir sundurmada üretilebilir.
- ALKER karışımıyla üretilen yapıların sahip olduğu fiziksel nitelikler, günümüz insanının tüm isteklerini en sağlıklı düzeyde, en az enerji sarfıyla sağlar. Sıcak dönemde hiçbir yapay donatıya gereklilik duyulmadan, en soğuk dönemlerde de diğer tür yapılardan çok daha az yakıt tüketilerek sağlıklı ısınma olanağı kazandırır.
- Toprak yapılar ve onların gelişmiş bir türü olan ALKER yapıların sahip olduğu nitelikler, iç ortamda gerçekleşen biyoklimatik konfor düzeyini dış ortamdaki iklimsel değişikliklerin etkisinden korur ve devamlı aynı çizgide kalmasını sağlar. ALKER yapılar termos kaplar gibidir.
- ALKER karışımıyla üretilen yapılar, günümüzde sağlanması öngörülen yapı biyolojisi, ekoloji, termik konfor, çevre kirliliği yaratmaz enerji tasarrufu gibi tüm koşulları diğer toprak yapılar gibi sağlamanın ötesinde, yapısının farklılığı nedeniyle daha üst düzeyde gerçekleştirir. Çağdaş yapılar olarak nitelendirilebilirler.

## **5- ALKER KARIŞIMIYLA YAPIM OLANAKLARI**

ALKER karışımıyla toprak yapıların ana ögesi olan duvar yapımı, diğer toprak yapı malzemeleriyle yapılan uygulamalara benzer. Blok üretimi, bu bloklarla örgü işleri ve yerinde döküm sıkıştırma yöntemiyle duvarların oluşturulması genel yapı kurallarına göre uygulanır. ALKER karışımının kısa sürede yeterli düzeyde rijitlik kazanması, yapım sürecinin programlanmasında göz önünde tutulması gereken bir özelliktir.

### **5.1- Blok Üretimi ve Bloklarla Yapım**

ALKER karışımıyla, diğer yöntemlerde olduğu gibi ahşap kalıplara döküm yapmak yoluyla veya gelişmiş tesislerdeki araçlarla seri blok üretimi yapılabilir.

Blok üretiminde kaliteli ürün alabilmek için ALKER karışımı kerpiç üretiminden daha katı kıvamda hazırlanır. Kalıp alınırken, rijitlik kazanmış, katı kıvama gelmiş

ürünün zedelenmemesi için kanatları açılabilen ahşap kalıp veya yağlanan çelik kalıplar kullanılırsa daha iyi olur.



Şekil 16 - Küçük şantiyelere de götürülebilen, seri blok üretimi yapılan araçlardan bir örnek (<http://web.ornl.gov/sci/roofs+walls/AWT/HotboxTest/AdobeEarth/TerraBuilt/>)

Şekil 16'deki gibi küçük araçlarla veya büyük çapta seri üretim yapan her türlü araçla kapalı ortamlarda, hava ve mevsim koşullarına bağımlı olmadan seri üretim yapılabilir, ürünler istiflenebilir. ALKER üretiminde kür ve kurutma işlerine gerek olmadığı için, diğer her türlü karışımla üretime göre büyük ölçüde enerji, işgücü ve zaman tasarrufu sağlanır. ALKER karışımıyla üretilen bloklarla, yapı kurallarına uymak koşuluyla, değişik kalınlıkta, tuğla gibi, yığma duvar örgüsü yapılabilir.

## 5.2- Yerinde Döküm Yöntemiyle Yapım

Genellikle uluslararası literatürde bu yapım yöntemi her lisanda, “sıkıştırma, tokmaktama” anlamına gelen sözcüklerle tanımlanmaktadır. Son zamanlarda geliştirilen pompa tekniği ile çok hızlı, daha kaliteli ve ucuz döküm yapılabilir. Karışım kalıba basınçla döküldüğü, tokmaktama ve sıkıştırma gerekmediği için bu yöntemi “yerinde döküm” olarak tanımlamayı, olayı daha iyi tanımladığı için tercih ediyor ve bu şekilde kullanılmasını öneriyoruz.

ALKER karışımı kısa sürede piriz yaparken oluşan güçlü alçı kristalleri rötrenin çok küçük, normal betondaki ile aynı düzeyde olmasına neden olduğu için, diğer tür toprak yapılarıdaki gibi rötrenin derzi bırakma zorunluluğu yoktur, döküm tıpkı betonla olduğu gibi kesintisiz olarak yapılabilir.

ALKER karışımıyla yerinde döküm işlemi diğer yöntemlerde olduğu gibidir; ancak kalıba yerleştirme ve sıkıştırma işi, piriz süresi bittiği anda tamamlanmış olmalıdır. Karıştırma, taşıma ve döküm işlerinde uygulanacak yöntemler ve alçının karışım

katılması bu süreye göre programlanmalıdır. Dikkat edilmesi gereken diğer bir önemli nokta, herhangi bir gecikme nedeniyle yerleştirme ve sıkıştırma işi bitirilmeden karışımın bir kısmı piriz yapmışsa o kısmın bütünüyle yapıdan uzaklaştırılması, kesinlikle kullanılmamalıdır. Taşıma mesafesinin uzunluğu veya diğer herhangi bir nedenle daha çok zaman gerekiyorsa, karışıma bir geciktirici katılarak piriz süresi istendiği kadar uzatılabilir.

Sıkıştırma işi bitiminde hemen alınabildiği için, kalıp kolay sökülüp tekrar kurulabilir türde seçilmelidir.

### 5.3- Değişik Biçim ve Fonksiyonda Blok ve İç ve Dış Yüzeylerde Kaplama Panoları

Daha önce de belirtildiği gibi kireç, alçı oranları ve kıvam üretilen ürüne göre ayarlanabilir; böylelikle istenen biçim ve boyutta boşluklu ve dolu blok, değişik boy ve kalınlıkta iç ve dış yüzey kaplama panoları üretilir.

## 6- ALKER KARIŞIMIYLA YAPILAN UYGULAMA DENEMELERİ

### 6.1- I. Deneme Evi

TÜBİTAK MAG 505 Araştırma Projesi çerçevesinde laboratuvarında elde ettiğimiz sonuçların normal bir toprak yapı şantiyesinde uygulama olanaklarını denemek için bir deneme evi inşa projesi hazırladık. Sağladığımız bir sponsorun desteği ile Şekil - 17'de görülen I. Deneme Evi'ni yaptık. Kaba yapısı bitirildikten sonra, ince yapısı İTÜ Anaokulu olarak tamamlanmış ve 8 sene bu şekilde kullanılmıştır.



Şekil 17. Deneme Evi-İTÜ Anaokulu; ve fayans kaplı mutfaktan bir görünüş  
(Foto: Tanrıverdi C.)

Yurdumuzun kırsal yörelerinde toprak yapılarımızı geliştirmek amacıyla, bu çalışmalardan yararlanma olanağını denemek için köy şartlarında bir şantiye kurduk. Duvar örmesini bilen bir usta ile üç düz işçiden oluşan bir ekiple çalışmalarımızı yürüttük. Laboratuvar koşullarında elde ettiğimiz sonuçları, oluşturduğumuz ekiple şantiye koşullarında blok üretimi çalışmasında test ettik. Aynı karışımla geleneksel kerpiç boyutunda ürettiğimiz blokların da 20 dakika içinde yeterli rijitlik kazandıklarını ve kalıptan hemen alınıp istife konulma olanağının sağlandığını, kür ve kurutma işlemlerine gerek olmadığını gördük. Dökülmüş olan beton zemin döşemesi üzerine bir rutubet izolasyon katmanı koyarak, bloklarla duvar örüldü.

Bir kalıba karışımı doğrudan dökme olanağını denemek için hazırlanan sandık şeklindeki kalıba döküm yaptık. Döküm denemesi başarılı oldu. Bu karışımla döküm yöntemiyle de duvar yapılabileceği olanağını gördük. Banyo ve mutfakta döşemeden tavana kadar fayans kaplama uygulanabilirliğini denedik ve başarılı olduk (Şekil- 17); diğer odalarda ise alçı sıva uyguladık. Dış yüzeylerde, çeşitli firmaların ürettiği hazır sıvaları deneyerek doğrudan toprak üzerine uygulanabilen bir karışım belirledik.

## 6.2- II. Deneme Evi

I. Deneme evinde elde ettiğimiz sonuçları geliştirmek için karışıma kireç katmanının yararlı olacağını düşündük. Yeni toprak, alçı ve kireç karışımı ile yaptığımız bir dizi laboratuvar çalışmasında ve uygulama denemelerinde olumlu sonuçlar elde ettik. 1995'te yeni bir yapı yapma olanağı sağlanınca, o zaman doçent olan Prof. Dr. Bilge Işık ile II. Deneme evini yerinde döküm yöntemi ile yapmayı denedik. Bu yapıda inşaatlarda karıştırma, taşıma, yerleştirme işlerinde kullanılan iş makinalarının toprak yapılarda da kullanılma olanağını denedik. Böylece mekanik araçlarla çok sayıda toprak yapının kısa sürede bir arada üretilebilme olanağının bulunduğunu gördük.



*Şekil 18- II. Deneme Evi'nin sıvasız duvarlarının yapımından 20 sene sonra hiçbir yıpranma saptanmayan 2015'teki görünümü (Foto: Kafescioğlu M.)*



### 6.3- Altınoluk'taki Deneme Evi

Bu yapı, ALKER karışımı ile kayar kalıplı, yerinde döküm yöntemiyle 1999'da yapılmıştır. Proje ve uygulaması Prof. Dr. Bilge Işık'a ait olan bu yapı, ALKER karışımıyla özel bir kişi için yapılmış ilk denemedir.



*Şekil 19- ALKER karışımıyla kayar kalıpla ve yerinde döküm tekniğiyle yapılmış villa, İzmir/Altınoluk, 1999 (Bilge Işık)*

### 6.4- Şanlıurfa / Viranşehir'de Alker Karışımıyla Yapı Denemesi Ve Bir Organizasyon Modeli

Şanlıurfa'nın Viranşehir ilçesinde Avukat Metin Yeğin'in girişimi ve belediyenin desteğiyle özel bir statüde, çevrede yaşayan farklı kökenden bir çok ailenin katıldığı ekolojik köy projesini gerçekleştirmek amacıyla "Toprak ve Su Kolektifi" oluşturulmuş. Başka yerlerde çalışmaya gidenler ve değişik nedenlerle Viranşehir'den ayrılanlar dışında kalan 10 ailenin katılımıyla proje yürürlüğe konulmuş. Ön hazırlık sürecinde kadınların ve çocukların da katıldığı toplantılar düzenleyerek, farklı bölgelerden gelen insanların oluşturduğu toplulukta yeni bir yaşam modeli, her şeyin paylaşıldığı ortak yaşam koşulları belirlemişler.

Belediyenin verdiği 35 dönümlük arazide konutlar, toplantı salonu, çocuklara oyun alanı ve ekolojik tarım yapılacak tarlalar planlanmış. İlk hazırlıkların başladığı tarihten itibaren geçen 2 yıl içinde toplantı salonu, beş evin kaba ve ince yapısı ve her işi tamamlanmış, aileler evlerine yerleşmişler.

Yapılarda ilk önce geleneksel kerpiç kullanılması istenmişse de, araştırmalar sonunda ALKER'in daha uygun olacağı kanısına varılmış. Bu malzemeyi kullanmak için gerekli ilk bilgileri Prof. Dr. B. Işık'tan almışlar.



Çevrede kerpiç yapımında kullanıldığı bilinen bir yerden alınan toprağın yapıya uygunluğu görsel incelemelerle, sınanmış ve ALKER karışımı oluşturularak döküm denemeleri yapılmış. Karışımın döküme uygun olduğu belirlendikten sonra, konutların ALKER karışımıyla, yerinde döküm yöntemiyle yapımına başlamışlar.

Ön hazırlık aşamasında alınan karar gereğince, hangi evin kime ait olacağı belirlenmeden hep birlikte çalışarak konutların yapımına başlamışlar. Çalışan ekipte yalnız biri daha önce betonarme yapılarda kalıpcı usta olarak çalışmış, diğerleri basit vasıfsız işçiler. Erkekler yapıda çalışırken kadın ve çocuklar da tarlada çalışmışlar. Ürettikleri organik tarım ürünlerini pazarlayarak getirisini kolektifin kasasına aktarmışlar.

Yapı işlerini yürütürken bazı zorluklarla karşılaşmışlar; o sırada bana ulaştılar. Üniversiteden 20 kişilik bir öğrenci ekibiyle Viranşehir' e gittik. Şantiyede öğrencilerle birlikte yapıları inceledik. Neleri düzeltmeleri ve bundan sonra neler yapmaları gerektiğini açıkladık. Akşam bütün ilgililerin katıldığı bir toplantıda toprak yapılarla ilgili ayrıntıları açıkladık, soruları yanıtladık. Çeşitli ülkelerdeki modern toprak yapılardan örnekler gösterdik. Toprak evde yaşamın mutluluk olduğuna inanarak evlerini yaparken daha hevesli çalışmalarını gerektiği intibağı edindiler. Öğrenci ekibi bir hafta alanda kalarak çalışmalara destek oldu.

Vurgulanması gereken önemli nokta, kaba yapının oluşmasında devamlı bir teknik eleman bulunmadan, oradaki usta ve işçilerin kendilerine yapılan tariflerle yapıyı düzgün bir biçimde tamamlamayı başarmalarıdır. Bu deneme daha önce belirttiğimiz gibi ALKER karışımıyla üretimin, kolay uygulanır ve basit olduğunu, ileri teknoloji ve büyük maliyet gerektiren bir işlem olmadığını kanıtlamıştır.



*Şekil 20- Şanlı Urfa/ Viranşehir'de Toprak-Su Kollektifi' nde ALKER karışımıyla yapılan evlerden birine ait duvar ve yapının bitmiş hali (Foto: Solhan E.)*



Şekil 21- Oturma odası ve banyodan iç görünüşler

## 7- SONUÇ

Yukarıdaki açıklamalarda belirtildiği gibi ALKER karışımıyla üretilen yapılar, özellikle gelişmekte olan ülkelerde, güncel sorunların çözümü çabalarına destek olabilirler.

İnternet sayfalarında, konunun bütünü hakkında bilgi sahibi olmadan, hangi koşullarda hangi olanakların sağlanabileceği bilinmeden yayınlar yapıldığı görülmektedir. Bu nedenle herkesin doğru ve olabildiğince çok bilgi edinmesini arzu ettiğimiz konuyu ana hatlarıyla açıklama gereği duyduk. Nitelikleri ayrıntıları ile bilindiğinde, ALKER' i (alçı ve kireç katkılı toprak yapı malzemesini) doğru kullanma ve olabildiğince çok yararlanma olanağı sağlamak düşüncesiyle ve topluma hizmet amacıyla bu makaleyi hazırladık.

Her araştırma çalışmasında elde edilen bulgular çözülmesi gereken bazı sorunları da beraberlerinde getirirler. ALKER de bazıları önemli, bir dizi soruyla beraber geldi. Bunların arasından çözüme ulaştırıldığında çok yarar sağlayacağını düşündüğüm birkaç tanesini toprak yapıları seven genç meslektaşlarımın ilgisine sunuyorum:

- Katkısız ham alçının 8 - 10 dakika olan piriz süresi toprak + alçı karışımında, hiçbir geciktirici ekmeden, 20 dakikaya ulaşmaktadır. Piriz gecikmesinin hangi etkilerle oluştuğu, gecikme sürecinin hangi mekanizmalarla geliştiği ,
- Piriz geciktirme süreci aydınlatıldıktan sonra, bu mekanizmadan piriz süresini daha fazla uzatma amacıyla yararlanma olanaklarının araştırılması,
- Alçı-kireç ikilisinin rutubetli ortamda kohezyon niteliği olan killi toprakla bir araya geldiğinde, toprak bünyesinde ortaya çıkan başlangıçta hızlı daha sonra yavaşlayarak devam eden radikal değişim sürecinin nasıl geliştiği ,

- Sudan etkilenmeyen, genellikle gözlenenin aksine, birim hacim ağırlığı daha az ve daha gözenekli olmasına karşın mekanik nitelikleri daha büyük değerler alan yeni bünyenin tanımlanması,
- Doğal ve yapay puzolanların kireçle birlikte stabilizasyon sağladığı bilinmekte fakat bildiğim kadarıyla kullanılmamaktadır. Üniversitelerimizde yapılan birkaç araştırmada çok olumlu sonuçlar alındığı görülüyor. Ülkemizde ve gelişmekte olan diğer ülkelerde, çevre kirleten bir atık olarak biriken uçucu küllerin toprak yapıların stabilizasyonu için kullanılması çok yönlü yarar sağlayacaktır. Küllerin niteliklerinin belirlenmesi ve toprak yapıların geliştirilmesi amacıyla kullanılma olanağının denenmesi,
- Uçucu kül – kireç karışımına alçı katılmasının ek yarar sağlama olanaklarının araştırılması.

## KAYNAKÇA

Baradan, Bülent, “Kerpiç Yapıların Korunması İçin Uygun Puzolonik Karışımlar”, Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Sempozyumu, Ankara, 1995.

Bergaya, Faıza (ed.), *Developments in Clay Science*, c. 1, Hollanda: Elsevier, 2006.

Cookson Claasz B., *Living in Mud*, İstanbul: Ege, 2010.

Çelebi, M. Rifat, *Anadolu Kerpiç Mimarlığı*, İstanbul: İstanbul Kültür Üniversitesi, 2012.

Değirmenci, Nurhayat, “Endüstriyel Atıkların Kerpiç Stabilizasyonunda Kullanılması”, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*, c. 18, s. 3, Ankara: Gazi Üniversitesi, 2005.

\_\_\_\_\_, “Kerpiç Duvarların Korunması İçin Siva Araştırması”, Tarihi Eserlerin Güçlendirilmesi ve Geleceğe Güvenle Devredilmesi Sempozyumu, Ankara, 2007.

Derya, Ekmel, *Stabilize Toprağın Yapı Gereci Olarak Kullanılması Yönünde Deneyler*, Ankara: ODTÜ, 1982.

Easton, David, *The Rammed Earth House*, Vermont: Chelsea Green, 2007.

Heathcote, Kevan, “Earth Wall Construction: Compressive strength of cement stabilized pressed earth blocks,” *Building Research and Information* 19(1991), s. 101-105.

Houben, Hugo ve Hubert Guillaud, *Earth Construction-A Comprehensive Guide*, Londra: Intermediate Technology Publications 1994.

Işık, B., P. Özdemir ve H. Boduroğlu, “Earthquake Aspects of Proposing Gypsum Stabilized Earth (Alker) Construction for Housing in the Southeast (GAP) Area of Turkey”, Workshop on Recent Earthquakes and Disaster Prevention Management, Earthquake Disaster Prevention Research Center Project (JICA), General Directorate of Disaster Affairs (GDDA), Middle East Technical University, Ankara, 10-12 March 1999.

Işık, Bilge, Danışman: Ruhi Kafescioğlu, Yardımcılar: A. Akın, H. Kuş, İ. Çetiner İ., C. Göçer ve N. Arıoğlu, “Alçı Katkılı Kerpiç Yapı Malzemesine Uygun Mekanize İnşaat Teknolojisinin ve Standartlarının Belirlenmesi”, Proje No: İNTAG TOKİ 622, 1995.

İstanbul Teknik Üniversitesi İnşaat Fakültesi Yapı Malzemesi Laboratuvarı, “Alçı ve kireç katkılı toprak (Alker) numuneleri üzerinde fiziksel ve mekanik deney raporu,” 2 Haziran 2014, no. 1795.

Kafescioğlu, Ruhi, *Çağdaş Yapı Malzemesi Toprak ve Alker*, İstanbul, İTÜ Vakfı Yayınları, 2017'de yayınlanacak.

\_\_\_\_\_, *Orta Anadolu'da Köy Evlerinin Yapısı*, İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi, 1949.

\_\_\_\_\_, *Kireç-Kumtaşı Hakkında Kısa Bir Etüd*, İstanbul: İTÜ, 1965.

\_\_\_\_\_, *Kuzey-Batı Anadolu'da Ahşap Ev Yapıları*, İstanbul: İTÜ Mimarlık Fakültesi, 1955.

\_\_\_\_\_, "The Relevance of Earth Construction for the Contemporary World and Alker-Gypsum Stabilized Earth", Living in Earthen Cities-Kerpiç 05 Konferansı, İTÜ, İstanbul, 6-7 Temmuz 2005.

\_\_\_\_\_, "Thermal Properties of Mudbricks: the Example of Gypsum Stabilized Adobe," Proceedings of the Expert Group Meeting on Energy-Efficient Building Materials for Low-Cost Housing, United Nations Human Settlement Division, Amman, 1987.

Kafescioğlu, Ruhi, Nihat Toydemir, Erol Gürdal ve Bülent Özuer, "Yapı Malzemesi Olarak Kerpicin Alçı ile Stabilizasyonu", TÜBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, Proje no: 505, 1980.

Khatab, S.A.A., M. Al-Mukhtar ve J.M. Fleureau, "Long Term Stability Characteristics of a Lime-Treated Plastic Soil", *Journal of Materials in Civil Engineering*, c. 19, sayı 4, Reston VA: American Society of Civil Engineers, Nisan 2007, s. 358-366.

Kocataşkın, Ferruh, "Kerpiç Yapı ve Kimyasal Stabilizasyon", Kerpiç Semineri, İmar ve İskân Bakanlığı Yapı Malzemesi Genel Müdürlüğü, Ankara, 9-11 Haziran 1964.

Koçu, Nazım ve S. Zerrin Korkmaz, "Kerpiç Malzeme ile Üretilen Yapılarda Deprem Etkilerinin Tespiti", 2. Ulusal Yapı Malzemesi Kongresi, İTÜ, İstanbul, 6-8 Ekim 2004.

McHenry, Paul Graham Jr., *Adobe and Rammed Earth Buildings*, Arizona: University of Arizona Press, 1989.

Minke, Gernot, *Bauen Mit Lehm*, Heft 1, 5, Almanya: Ökobuch Verl., 1986

\_\_\_\_\_, *Construction Manual for Earthquake-Resistant Houses Built of Earth*, Eschborn, 2002.

Moore, Duane M. ve Robert Reynolds, *X-ray Diffraction and the Identification Analysis of Clay Minerals*, NY: Oxford University Press, 1997.

Naumann, Rudolf, *Eski Anadolu Mimarlığı*, çev. Beral Madra, Ankara: Türk Tarih Kurumu, 1975.

Ngowi A.B., "Improving the traditional earth construction:a case study of Botswana", *Construction and Building Materials*, c. 11, sayı 1, BK: Elsevier, 1997, s. 1-7.

Nowamooz, Hossein ve Cyrille Chazallon, "Finite Element Modelling of a Rammed Earth Wall", *Construction and Building Materials*, c. 4, sayı 25, BK: Elsevier, 2011, s. 2112-2121.

Özüdoğru, Kemal, Oğuz Tan, İsmail H. Aksoy, *Çözümlü Problemlerle Temel Zemin Mekaniği*, İstanbul: Birsen, 2001.

Pacheco-Torgal ve Said Jalali, "Earth Construction: Lessons from the past for future eco-efficient construction", *Construction and Building Materials*, sayı 29, BK: Elsevier, 2012, s. 512-519.

Pekmezci, Bekir, Ruhi Kafescioğlu ve Ebrahim Agahzadeh, "Improved Performance of Earth Structures by Lime and Gypsum Addition," *ODTÜ Mimarlık Dergisi*, c. 29, sayı 2, Ankara: ODTÜ, Şubat 2012, s. 205-221.

Storelli, P. (haz.), *Habitat e Architetture di terra*, Roma: Gagnemi Editore, 1996.

Postacioğlu, Bekir, "Çimentolu Zeminlerin Özellikleri ve Mesken Yapılarında Kullanılma İmkânları", Kerpiç Semineri, İmar ve İskân Bakanlığı Yapı Malzemesi Genel Müdürlüğü, Ankara, 9-11 Haziran 1964.

\_\_\_\_\_, "Kerpiçlerin Mekanik ve Fiziksel Özellikleri", Kerpiç Üretimi ve Kerpiç Yapılar Hakkında Bilgi Toplama Alan Çalışması Deney Sonuçları Raporu, Ruhi Kafescioğlu Arşivi, 1949.

Rael, Ronald, *Earth Architecture*, NY: Princeton Architectural Press, 2009.

Schroeder, Horst, *Lehmbau: Mit Lehm ökologisch planen und bauen*, Almanya: Wieweg+Teubner, 2010.

Schroeder, Lisa ve Vince Ogletree, *Adobe Homes for All Climates*, Vermont: Chelsea Green, 2010.

Schwalen, Harold C., "Effect of Soil Texture Upon the Physical Characteristics of Adobe Bricks," *Technical Bulletin, University of Arizona Agricultural Experiment Station*, no. 58, 1935, s. 275-294.

Seeher, Jürgen, *Hattuşa Kerpiç Kent Suru: Bir Rekonstrüksiyon Çalışması*, İstanbul: Ege, 2007.

Severson, Kent, "Some Comments on the Preservation of Mudbrick and Mudplasters on Archaeological Sites", 5. Uluslararası Hititoloji Kongresi, Çorum, 2-8 Eylül 2002.

Singer, Itamar, "The 100th Anniversary of Knudtzon's Identification of Hittite as an Indo-European Language", 5. Uluslararası Hititoloji Kongresi, Çorum, 2-8 Eylül 2002.

Soil Mechanics and Foundations Department of the Technical University of İstanbul, "Research on Soil Stabilization with Lime", 1964

Şimşek, Osman, Arş.Gör. Emre Sancak ve Seyhan Fırat, "Kerpiçin Özelliklerini İyileştirme Yönünde Bir Araştırma", Türkiye İnşaat Mühendisliği 16. Teknik Kongresi, ODTÜ, Ankara, 2001.

Tanrıverdi, Cemal, "Alçılı Kerpiçin Üretim Olanaklarının Araştırılması", yüksek lisans tezi, İTÜ Mimarlık Fakültesi, İstanbul, 1984.

Yılmaz, Zerrin ve Gülten Manioğlu, "Evaluation of Thermal Performance of Gypsum Stabilized Adobe (Alker) for a School Building in İstanbul", Living in Earthen Cities-Kerpiç 05 Konferansı, İTÜ, İstanbul, 6-7 Temmuz 2005.