



ISSN:1306-3111  
e-Journal of New World Sciences Academy  
2009, Volume: 4, Number: 2, Article Number: 2A0009

**TECHNOLOGICAL APPLIED SCIENCES**

Received: September 2008  
Accepted: March 2009  
Series : 2A  
ISSN : 1308-7223  
© 2009 www.newwsa.com

**Ömer Can**  
**Hasbi Yaprak**  
University of Gazi  
omercan@gazi.edu.tr  
Ankara-Turkiye

**MERMER TOZU KATKILI KERPIÇİN MÜHENDİSLİK ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

**ÖZET**

Bu çalışmada, Afyon yöresindeki mermer fabrikalarından çıkan atık mermer tozunun kerpicingin fiziksel ve mekanik özelliklerine etkisi araştırılmıştır. Mermer tozu, deneyde kullanılan kile ağırlıkça %5, %10, %15, %20, %25 oranlarında eklenerek, her bir karışımdan 70x70x70 mm ve 40x40x160 mm boyutunda 6'şar adet numune üretilmiştir. Numunelere; birim ağırlık, şişme, ultrases, büzülme, basınç dayanımı, çekme dayanımı, çamurlaşma ve kılcallık testleri uygulanmıştır. Yapılan deneyler sonucunda, %20 mermer tozu katkılı kerpicingin en yüksek değerleri verdiği; birim ağırlığın 2,10 gr/cm<sup>3</sup>, şişme süresinin 6 dakika, ultrases geçiş hızının 1,21 km/s, basınç dayanımının 10,71 N/mm<sup>2</sup>, eğilmede çekme dayanımının 2,47 N/mm<sup>2</sup>, çamurlaşma süresinin 23 dakika, kılcallık değeri 20. dakikada 4cm olduğu görülmüştür.

**Anahtar Kelimeler:** Kerpiç, Mermer Tozu, Kil Oranı, Dayanım, Dayanıklılık

**INVESTIGATION OF ENGINEERING PROPERTIES OF ADOBE-MIXED GROUND MARBLE**

**ABSTRACT**

In this study, the impact of ground marble released from the marble factories around the province of Afyon on mechanical and physical properties of adobe was investigated. For this purpose, ground marble was mixed with the clay used in the experiment at the rates of 5, 13, 15, 20 and 25 respectively; and from each of these mixtures 6 samples with different sizes (70x70x70mm and 40x40x160mm) were produced. Unit weight, swelling, ultrasound, shrinkage, compressive strength, tensile strength, mudding and capillarity tests were applied to these samples. As a result of the experiments carried out, it was observed that adobe mixed with 20% ground marble had the highest values with the unit weight of 2,10 gr/cm<sup>3</sup>; swelling duration of 6 minutes; ultrasound velocity of 1,21 km/s; compressive strength of 10,71 N/mm<sup>2</sup>; tensile strength of 2,47 N/mm<sup>2</sup>; softening duration in water of 23 seconds; capillarity of 20 minutes .

**Keywords:** Adobe, Ground Marble, Clay Ratio, Strength, Durability



## 1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Ülkemizin kırsal kesiminde yaşayan insanlar, tek katlı konut, hayvan barınağı ve depo yapıları olarak, kerpiç binaları kullanmaktadır. Bunun nedeni, kerpicin yapıldığı kilin kolayca bulunması, maliyetinin düşük, ısı ve ses geçirgenliğinin az olması ve insan gücünün değerlendirilmesidir. Kerpiç, toprağın su ile yoğrulup kalıplanmasından sonra açık havada kurutulmasıyla elde edilen bir yapı malzemesidir. Ana malzemesi kildir. Kerpiç kiline bitkisel lifler (saman, kıtık vb) katılarak kerpicin mukavemetini yükseltmek ve basınç dayanımını artırmak amaçlanmış, kerpiçten yapılmış binaların, deprem güvenliği ve dayanıklılık açısından olumsuz etkilerinin nasıl azaltacağı araştırılmıştır [11, 12, 13, 14 ve 15]. Yapımında sadece kil kullanılarak yapılan kerpiçlerin; düşük basınç dayanımı ve çekme gerilmesi, su emme sonucu şişme, dayanım ve fiziksel özellik kaybı, yüksek büzülme nedeniyle çatlak oluşumu, düz olmayan duvar yüzeyleri ve sıva yapma güçlüğü, gibi özelliklerinin iyileştirilmesine gereksinim duyulmuştur. Kilin orijinine bağlı olarak kireç, asfalt, çimento, vb. seçilen katkı malzemeleri kili güçlü, bağlayıcılığı olan, su geçirimsiz ve dış ortam etkilerine karşı dayanıklı hale getirmek için kullanılmıştır [6].

Kıvrak, J., yaptığı çalışmasında kerpiç kiline, kütlece %0, %5, %10, %15, %20, %25 oranında silis dumanı eklemiş ve saman ile karıştırarak, kerpiç üretmiştir. Üretilen numuneler üzerinde, birim hacim ağırlık deneyi, basınç dayanımı deneyi, suya dayanıklılık deneyleri yapmıştır. İlave edilen silis dumanı oranlarındaki değişimin kerpiçler üzerindeki mekanik ve fiziksel özelliklerine etkisi değerlendirmiştir. Silis dumanı ilavesinin bütün deneylerde olumlu sonuç verdiği gözlemlenmiştir [7].

Kafesçioğlu, çağdaş kerpiç olarak adlandırılan alkeri (alçılı kerpiç) üretmiştir. Çalışmasında 100kg toprak, 22lt su, 2kg kireç ve 10kg alçı karışımından alker oluşturmuş, 3 dakika gibi kısa bir sürede çırpıcıda karıştırıldıktan sonra kalıba yerleştirmiştir. Alker 20 dakika sonra da inşaatta kullanılabilir hale gelmiştir. Normal kerpice göre suya karşı dayanıklı bir malzeme üretmiştir [6].

## 2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICATION)

Bu çalışmada, Afyon yöresindeki mermer fabrikalarından çıkan atık mermer tozu katılarak elde edilen kerpicin fiziksel ve mekanik özellikleri araştırılmıştır. Bu yolla hem mermer tozu atığının geri dönüşümü sağlanması hem de kerpiç dayanımı artırılması amaçlanmıştır. Mermer tozu, çoğunluğu 300 mikronun altında olan mermer tanecikleridir. 1m<sup>3</sup> hacminde (yaklaşık 3 ton ağırlığında) bir bloğun işlenmesi sırasında açığa çıkan toz miktarı; bloktan elde edilecek plaka kalınlığına bağlı olarak, blok ağırlığının yaklaşık % 30-40'ı kadardır. Afyon yöresindeki işletmelerde mermer blok ve plakalarının kesilmesi, parlatılması sırasında ortaya çıkan atık mermer tozu miktarı yaklaşık 125000-150000 ton/yıl civarındadır. Bu atıkların önemli bir bölümü değerlendirilemediğinden çevre kirliliğine neden olmaktadır. Bu atıklar da geri dönüşümün sağlanması; ekonomik ve çevresel etki yönünde önemli kazanımlar sağlayacaktır [20 ve 21].

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

### 3.1. Materyal (Materials)

Araştırmada ilk olarak kerpiç üretiminde kullanılmaya elverişli uygun toprak çeşidi belirlenmesi için pilot bölge seçilmiştir. Belirlenen kerpiç toprağı üzerinde TS 1900-1 standartlarına uygun testler gerçekleştirilmiştir. Test sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. Kerpiç toprağı özellikleri  
(Table 1. Adobe soil features)

Özellikler		Test Değerleri
Atterberg limitleri	Likit limit	72,5
	Plastik limit	32,8
	Plastisite indisi	39,7
Tane boyutu dağılımı	Çakıl (>4.75 mm) %	0,8
	Kum (0.074-4.75) %	48,6
	Silt ve kil (<0.074mm) %	28,06
Özgül Ağırlık g/cm <sup>3</sup>		2,58

Stabilizasyon malzemesi olarak Afyon yöresinde çıkarılan mermerin işlenmesi sırasında ortaya çıkan mermer tozu atıklarından temin edilmiştir.

### 3.2. Metot (Methods)

Kerpiç yapımında kullanılacak toprak malzeme kurutulmuş, ezilerek 2mm'lik elekten elenmiş, elek üstünde kalan malzeme ayrılmıştır. Stabilizasyon malzemesi olarak kullanılan mermer tozu da 2mm'lik elekten elenerek hazırlanmıştır. Hazırlanan toprak malzemeye farklı oranlarda mermer tozu katılarak Tablo 2'de kodları verilen, altı farklı karışım hazırlanmıştır.

Tablo 2. Malzeme karışım oranları ve kodları  
(Table 2. The mix rates and codes of the material)

Kod	Karışım oranları
M0	Mermer tozu katkısız
M1	Toprak + %5 Mermer tozu katkılı
M2	Toprak + %10 Mermer tozu katkılı
M3	Toprak + %15 Mermer tozu katkılı
M4	Toprak + %20 Mermer tozu katkılı
M5	Toprak + %25 Mermer tozu katkılı

Numune üretiminde 70x70x70 mm boyutunda küp ve 40x40x160 mm boyutunda prizmatik kalıplar kullanılmıştır. Kalıpların tüm yüzeyleri yağlanmış ve hazırlanan karışım sıkıştırılarak kalıp içerisine yerleştirilmiştir. Kalıpların üst yüzeyleri kesilerek, tüm yüzeylerin aynı özellikte olması sağlanmıştır. Numuneler bir gün süreyle üst yüzeyleri örtülerek kalıp içerisinde bırakılmış, ertesi gün kalıptan çıkarılmıştır. Izgara üzerinde hava kuru haline gelinceye kadar kurutulan numuneler, tekrar etüvde 80°C sıcaklıkta sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş. Numuneler, ortamdan rutubet almayacak biçimde soğutulduktan sonra test edilmiştir.

- 70x70x70 mm boyutundaki 6'şar adet üretilen küp numunelere; birim ağırlık, şişme, ses geçiş hızı, çamurlaşma, basınç dayanımı,
- 40x40x160 mm boyutundaki 6'şar adet üretilen numunelere kılcallık, rötre ve çekme dayanımı testleri uygulanmıştır. Tüm testlerde her bir seri için altı adet numune kullanılmış, ortalamaları alınmıştır.

#### 3.2.1. Birim Ağırlık Deneyi (Unit Weight Test)

Birim ağırlık deneyi TS 537'ye göre yapılmıştır. 70x70x70mm'lik küp numunelerin boyutları 0.01mm hassasiyetinde kumpasla ölçülmüş, ağırlıkları 0.01 gr hassasiyetinde terazi ile tartılmıştır.

### 3.2.2. Kerpicing Şişmesi Deneyi (Adobe Swelling Test)

Şişme deneyi 70x70x70 mm boyutundaki numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Numunelerin altına poroz taş yerleştirilmiş, taşın üst yüzüne kadar su doldurulmuş ve numunenin üst yüzeyine cam plaka yerleştirilmiştir. Komparatör cam plakanın ortasına gelecek şekilde deney düzeneği oluşturulmuştur. Suyun numunede yükselmesi sonucu oluşan hacim artışı, 10 dakika arayla komparatörden okunmuş, şişme değerleri % olarak hesaplanmıştır.



Şekil 1. Kerpic şişme deneyi  
(Figure 1. Adobe swelling test)

### 3.2.3. Kılcallık (Suyun Zamana Bağlı Yükselmesi) Deneyi (Disintegration by the Effect of Water Test)

TS 2514 kılcallık deneyi ile ilgili bir tanımlama getirmemiştir. Kafesçioğlu'nun TUBİTAK (Proje No:505) projesindeki çalışması yöntem olarak alınmıştır. 40x40x160 mm boyutundaki numuneler, yan yüzeylerinde 10mm aralıklı ölçü çizgileri çizilerek, tabanında plastik ızgara bulunan bir kabın içerisine yerleştirilmiştir. Numunelerin alt yüzeylerinin 5mm yüksekliğinde su ile teması sağlandıktan sonra 5, 10, 20 ve 40. dakikalarda suyun numune yan yüzeyinde kılcal olarak yükselme değerleri ölçülmüştür. Katkı oranına bağlı olarak numunelerin belirli bir süreden sonra, yıkıldığı gözlenmiştir.

### 3.2.4. Çamurlaşma Deneyi (Mudding Test)

Bu test yöntemi kerpicing suya karşı direncini test etmek amacıyla geliştirilmiş ve TS 2514'te tanımlanmıştır. Ancak standart test uygulanacak numunelerin boyutları hakkında bir tanımlama getirmemiştir. Sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulmuş, 40x40x160mm boyutundaki numuneler, alt ucu 50mm suyun içine batacak şekilde asılmış, sudaki kısmın deney parçasından kopup ayrılmasına kadar geçen süre saptanmıştır.

### 3.2.5. Rötire Deneyi (Shrinkage Test)

TS 2514'te tanımlandığı biçimde hazırlanan katkısız ve mermer tozu katkılı karışımlar 40x40x160 mm boyutundaki kalıplara sıkıştırılarak dökülmüştür. Numuneler hemen kalıptan çıkartılarak, yağlanmış bir cam leva üzerine yerleştirilmiştir. Her bir numunenin her iki ucuna şablon yardımı ile bıçakla işaret çizgileri konulmuştur. İşaret çizgileri arasındaki mesafe 0,01 mm hassasiyetindeki dijital kumpas yardımı ile ölçülmüştür. Ölçme işlemi; kuruma nedeni ile boyut değişimi olmayana kadar tekrarlanmıştır. Elde edilen ölçüm değerlerine göre rötire değerleri hesaplanmıştır.

### 3.2.6. Ultrases Deneyi (Ultrasonic Testing)

Ultrases deneyi, ASTM C 597'ye göre, 70x70x70 mm boyutundaki numuneler hazırlanarak yapılmıştır. Propların yüzeye tam olarak yapışması için numunelerin yüzeyleri düzeltilmiş, karşılıklı iki yüzey arasındaki boyutlar 0.01mm hassasiyetinde ölçülmüştür.

### 3.2.7. Basınç Dayanımı Deneyi (Compression Stress Test)

Basınç dayanımı 70x70x70 mm boyutundaki numuneler kullanılarak, TS 2514'e göre yapılmıştır. Test işleminde Şekil 2'de görülen ELE Autotest 250 marka eğilmede çekme ve basınç deney cihazı kullanılmıştır. Bütün deney numunelerinde yükleme hızı 0,5kN/sn olarak alınmıştır. Basınç yükleme doğrultusu ile kalıba dökülme doğrultusunun aynı yönde olmasına özen gösterilmiştir.



Şekil 2. Basınç dayanımı deneyi  
(Figure 2. Compression stress test)

### 3.2.8. Eğilmede Çekme Deneyi (The Tensile Strength of Bending Test)

Çekme testi uygulanacak 40x40x160 mm boyutundaki prizmatik numunelerin boyutları en az iki noktadan 0.01mm hassasiyetinde ölçülmüş, deney TS 2514'e göre yapılmıştır. Test işleminde Şekil 3'te görülen ELE Autotest 250 marka eğilmede çekme ve basınç deney cihazı kullanılmıştır.

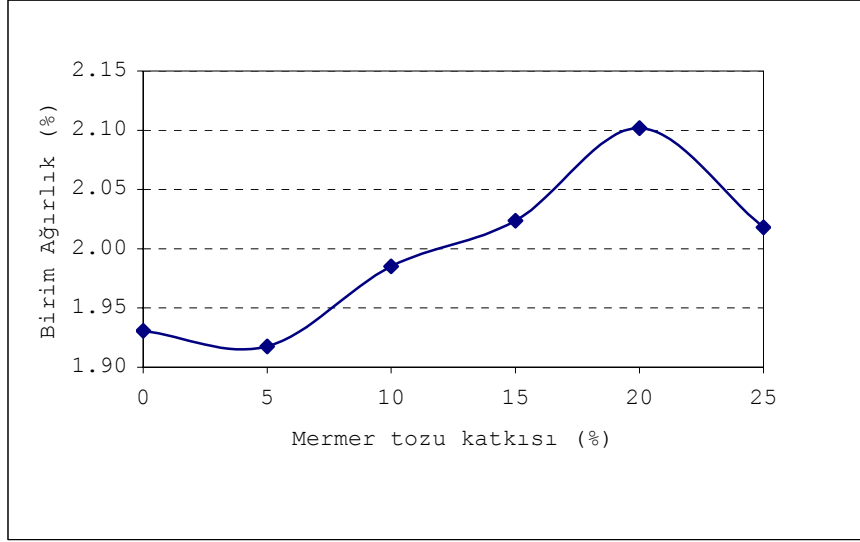


Şekil 3. Eğilmede çekme deneyi  
(Figure 3. The tensile strength of bending test)

#### 4. BULGULAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

##### 4.1. Birim Ağırlık (Unit Weight)

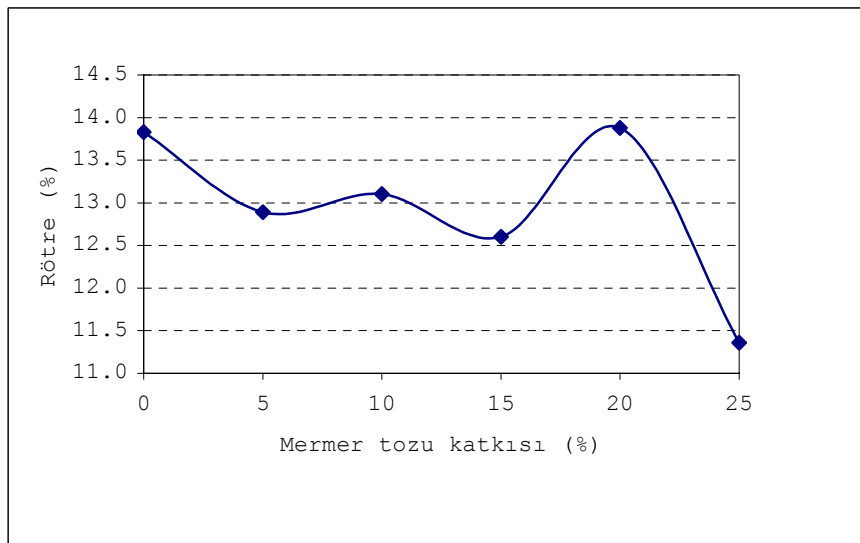
Mermer tozu katkılı ve katkısız numunelerin kurutulduktan sonra belirlenen birim ağırlıkları Şekil 4'te verilmiştir. Katkısız numunelerde birim ağırlık  $1.98 \text{ g/cm}^3$  olarak saptanmıştır. % 5 mermer tozu katkısı birim ağırlığı değiştirmemiştir. %10, %15 ve %20 katkılı numunelerde birim ağırlık değerleri artmış, %20 katkılı numunelerde  $2.10 \text{ g/cm}^3$  olarak en büyük değeri almıştır.



Şekil 4. Birim Ağırlık  
(Figure 4. Unit weight)

##### 4.2. Rötire (Shrinkage)

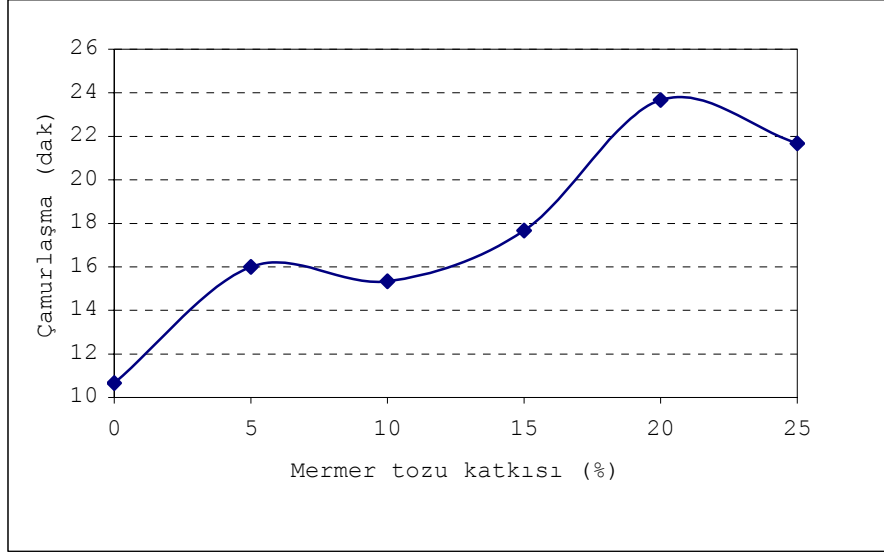
Prizmatik numunelerde gerçekleştirilen rötire deneyi sonucu elde edilen bulgular şekil 5'te verilmiştir. Katkısız numunelerde rötire oranında bulunmuştur. Katkı oranı arttıkça rötire değerlerinde azalma kaydedilmiş, en düşük rötire oranı %25 mermer tozu katkılı numunelerde %11.4 olarak saptanmıştır.



Şekil 5. Rötire  
(Figure 5. Shrinkage)

#### 4.3. Çamurlaşma Süresi (Mudding Time)

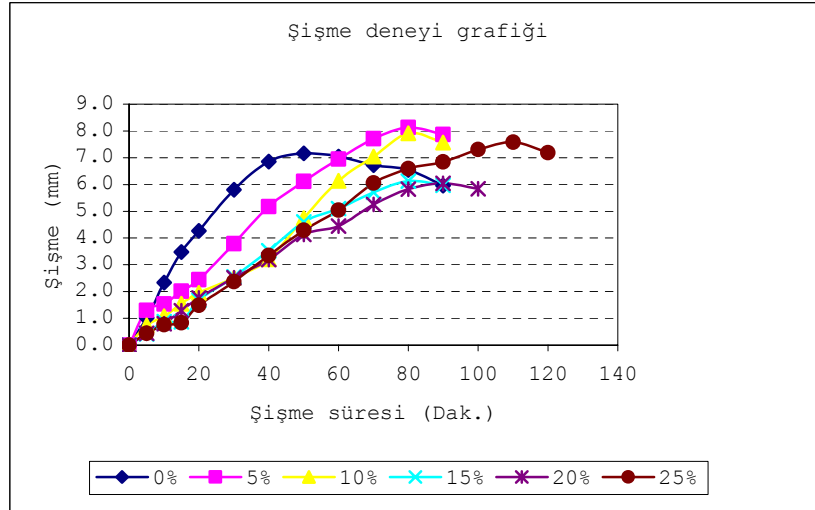
Suya karşı direncinin zayıf oluşu nedeniyle, çamurlaşma kerpiç için önemli bir testtir. Test sonuçları şekil 6’te belirtilmiştir. Katkı oranındaki artışa paralel olarak çamurlaşma süresinin uzadığı görülmüştür. Suya karşı en büyük direnç 23 dakika ile %20 mermer tozu katkılı numunelerde sağlanmıştır.



Şekil 6. Çamurlaşma süresi  
(Figure 6. Mudding time)

#### 4.4. Şişme Miktarı (Swelling Amount)

Şişme değerleri şekil 7’de belirtilmiştir. %0 katkılı numunelerde maksimum şişme 50. dakikada %11.40 olarak gerçekleşmiştir. %5 ve %10 katkılı numunelerde bu değer %12.98 ve %12.56 olmuştur. Katkılı numunelerde şişme %’si artmış ancak en yüksek şişme 80. dakikada oluşmuştur. Bu mermer tozunun malzemenin dayanıklılığını artırdığının bir göstergesidir. En düşük şişme değeri %15 mermer tozu katkılı numunelerde %9.81 olarak 80. dakikada saptanmıştır.



Şekil 7. Şişme Miktarı  
(Figure 7. Swelling amount)

#### 4.5. Kılcallık (Su Etkisi Altında Dağılma) (Disintegration by the Effect of Water)

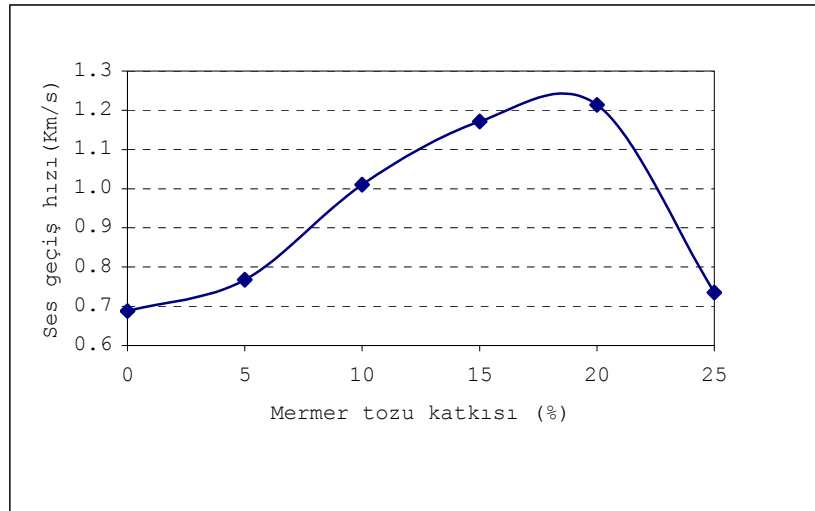
Kılcallık deneyi ile hem numunelerde suyun etkisiyle oluşan kapilarite, hem de katkılı ve katkısız numunelerin suya karşı direnci saptanmıştır. Katkısız ve %5 katkılı numuneler suyun etkisiyle 5. dakikada yıkılmıştır. %10, %15 ve %20 katkılı numunelerde yıkılma 20. dakikada olmuştur. %25 katkılı numunelerde yıkılma 25. dakikada 4,5cm kapilarite değerinde gerçekleşmiştir. Deney sonucu elde edilen bulgular Tablo 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Su etkisi altında dağılma süresi  
(Table 3. Timing disintegration by the effect of water)

Numune kodu	Süre (dk)			
	5	10	20	25
M0	2.00 cm	-	-	-
M1	2.33 cm	-	-	-
M2	1.66 cm	3.50 cm	4.50 cm	-
M3	2.00 cm	3.00 cm	4.00 cm	-
M4	2.00 cm	2.66 cm	4.00 cm	-
M5	1.83 cm	3.33 cm	4.00 cm	4.50 cm

#### 4.6. Ultrases Ölçümleri (Ultrasonic Test)

Ses geçiş hızı deneyi küp numunelerle yapılmış, bulunan değerler özet olarak şekil 8'de belirtilmiştir. Ses geçiş hızında oluşan artış, numunelerin dayanımlarının arttığına işaretidir. Bu artış Şekil 8'de grafikte gösterilmiştir. Uygulanan testte, katkı miktarındaki artış ses geçiş hızını da yükseltmiştir. En büyük ses geçiş hızı %20 mermer tozu katkılı örneklerde 1.21 km/s olarak saptanmıştır.

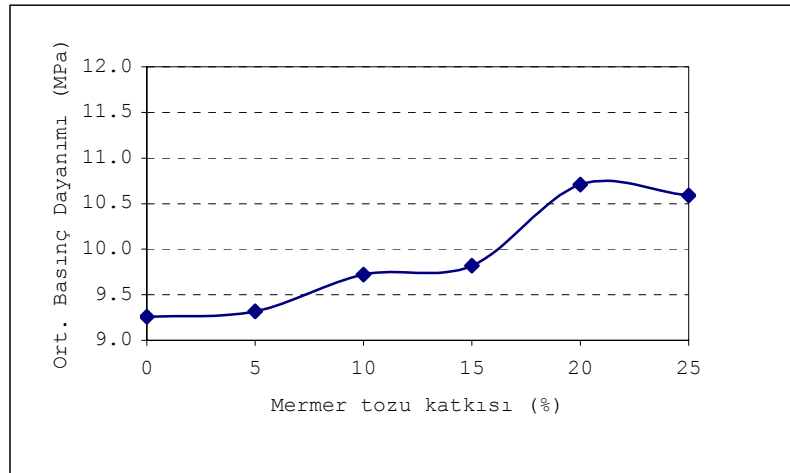


Şekil 8. Ortalama Ultrases geçiş hızı  
(Figure 8. Ultrasonic test)

#### 4.7. Basınç Dayanımı (Compression Strength)

Katkılı ve katkısız küp numunelerde gerçekleşen basınç dayanımı değerleri Şekil 9'da sunulmuştur. Test sonuçları; katkı oranı artışına paralel olarak basınç dayanımının arttığını göstermektedir. En büyük basınç dayanımı %20 mermer tozu katkılı numunelerde 10,71 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. %20 katkı oranından sonra dayanımlarda düşme meydana gelmiştir.

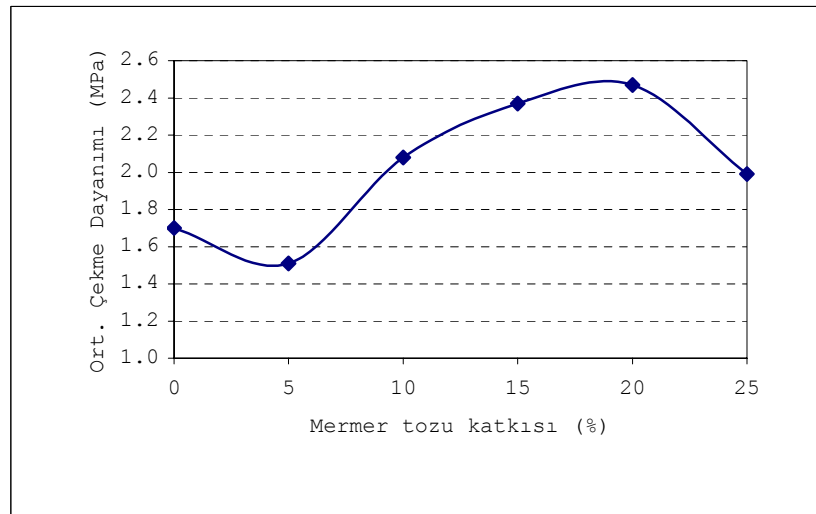




Şekil 9. Ortalama basınç dayanımı  
(Figure 9. Average compression strength)

#### 4.8. Eğilmelerde Çekme Dayanımı (The Tensile Strength of Bending)

Prizmatik numunelerde yapılan eğilme deneyi sonucu elde edilen çekme dayanımı değerleri şekil 10'da belirtilmiştir. Basınç dayanımında olduğu gibi, katkı oranı artışı, çekme dayanımı değerlerini de artmıştır. %20 mermer tozu numunelerde 2,47 N/mm<sup>2</sup> olarak maksimum değerini almıştır.



Şekil 10. Ortalama eğilmelerde çekme  
(Figure 10. Average tensile strength of bending)

#### 5. SONUÇLAR (CONCLUSIONS)

Mermer tozu karışım oranlarına göre yapılan deneylerdeki sonuçlara bakıldığında;

- Birim Ağırlık deneyinde en yüksek değeri 2,10gr/cm<sup>3</sup> ile %20'lik mermer tozu katkılı numuneler vermiştir.
- Kerpiç kiline katılan mermer tozu oranı arttıkça rötrenin arttığı gözlenmiştir.
- Kerpicing suya karşı drencinin zayıf olması nedeni ile çamurlaşma testi önemlidir. Bu deney sonucunda referans numune drenci 13 dakika iken en yüksek drenci 23 dakika ile %20'lik mermer tozu katkılı numuneler vermiştir.



- Mermer tozu katkılı numunelerde şişme %'si artmış en düşük şişme değeri %15 mermer tozu katkılı numunelerde %9.81 olarak 80. dakikada saptanmıştır.
- Mermer tozu oranı arttıkça kerpicing suya karşı drenci artmıştır. En yüksek değeri %25'lik mermer tozu katkılı numunelerde 25 dakika sonunda 4,5cm yükselmiştir.
- En yüksek ultrases geçiş hızı %20'lik mermer tozu katkılı numunelerde 1,21 km/s olmuştur.
- En yüksek basınç dayanımı değeri %20 mermer tozu katkılı numunelerde 10,71 N/mm<sup>2</sup> olarak bulunmuştur. Basınç dayanımında olduğu gibi, katkı oranı artışı, çekme dayanımı değerlerini de artmıştır. %20 mermer tozu numunelerde 2,47 N/mm<sup>2</sup> olarak maksimum değerini almıştır.

Mermer tozu katkılı kerpicing normal kerpice göre dayanımı yüksek, şişme süresi daha uzun, çamurlaşma süresi daha uzun, suyun zamana karşı yükselmesi daha geç olmuştur. Elde edilen sonuçlara göre kerpiç yapımında mermer tozu katkısı kullanmak normal kerpice göre avantaj sağlayacağı düşünülmektedir. Bu araştırmada mermer tozu katkısı kullanırken sadece dayanım açısından değil, birde kerpice katkı olarak eklenmesi düşünülen mermer tozunun ağırlıkça % olarak en uygun miktarı da araştırılmıştır. Yapılan deneyler sonucunda %20'lik mermer tozu katkısı en uygun oran olduğu görülmüştür.

#### KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. ASHRAE, (1981). Standart 55-81, Termal Comfort Conditions for Human Occupancy. American Society of Heating Refrigerating and Air-conditioning Engineers, Atlanta.
2. Yılmaz, Z. and Manioğlu, G., (2005). "Evaluation of Thermal Performance of Gypsum Stabilized Adobe (Alker) for a School Building in İstanbul", 1<sup>st</sup> International Conference, Living in Earten Cities, 182-190.
3. Hajek, P. and collective, (2004). "Building Constructions and Sustainable Development", Report for Ministry of Industry and Trade of The Czech Republic, CTU in Prague.
4. CIB, (1999). Agenda 21 on Sustainable Construction. CIB Report Publication, 237, ISBN 90-6363-015-8.
5. Ruzicka, J., (2005). "Influence of Way of Stabilization of Unburned Bricks on Mechanical Physical Properties", 1<sup>st</sup> International Conference, Living in Earten Cities, 158-165.
6. Kafescioğlu, R. and Isık, B., (2005). The Relevance of Earth Construction for the Contemporary World and Alker-Gypsum Stabilized Earth", 1<sup>st</sup> International Conference, Living in Earten Cities, 166-173, İstanbul-TURKEY.
7. Kıvrak, J., (2007). "Silis Dumanı Katkılı Kerpiçlerin Mekanik Ve Fiziksel Özelliklerinin Araştırılması", Y. Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
8. Goodhew, S. and Griffiths, R., (2005). Sustainable "Earth Walls to Meet The Building Regulations", Energy and Buildings, 37, 451-459.
9. Hall, M. and Djerbib, Y., (2004). "Moisture Ingress in Rammed Earth: part 1-The Effect of Soil Size-Distribution on The Rate of Capillary Suction", Construction and Building Materials, (18), 269-280.
10. Gündüz, Z., (1993). "Curuf Katkısı ile Kilden Kerpiç İmalinin Mühendislik Özellikleri" Endüstriyel Atıkların İnşaat Sektöründe Kullanılması Sempozyumu, İnşaat Mühendisleri Odası Ankara Şubesi, Ankara.



11. Gündüz, Z. ve Sümer, M., (1996). "Ahşap Ürün Atıkları İle Kerpiç Stabilizasyonu" IX. Mühendislik Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta.
12. Gündüz, Z., (1996). "Yığma Yapılar" Afet Bölgelerinde Yapılacak Yapılar için Mayıs 1996 da yayınlanan Yönetmelik ve Uygulamaları Semineri, Sakarya Üniversitesi Yayını, Adapazarı.
13. Gündüz, Z., (1994). "Planya Talaşı Katkısı İle Kilden Kerpiç İmalinin Mühendislik Özellikleri" I. Ulusal İnşaat ve Çevre Teknolojisi Sempozyumu, Celal Bayar Üniversitesi, Manisa, 19-21.
14. Gündüz, Z., (1991). "Perlit Katkısı İle Kilden Kerpiç İmalinin Mühendislik Özellikleri" V. Ulusal Kil Sempozyumu, Anadolu Üniversitesi, Eskişehir.
15. Gündüz, Z., (1993). "Hızır Tozu Katkısı İle Kilden Kerpiç İmalinin Mühendislik Özellikleri" VI. Ulusal Kil Sempozyumu, Boğaziçi Üniversitesi, İstanbul.
16. Yıldız, K. and Gökdemir, A., (2007). "The Effect Of Ferrochrome Waste And Polypropilen Fiber Admixture On The Strength Of Adobe" Journal of New World Sciences Academy, (2/4),265-273.
17. Baradan, B., (1995). "Kerpiç Yapıların Korunması İçin Uygun Puzolanik Karışımlar", End. Atıkların İnşaat Sektöründe Kul. Semp., Ankara, 73-79.
18. Şimşek, O., Sancak, E. ve Fırat, S., (2001). "Kerpiç Özelliklerini İyileştirme Yönünde Bir Araştırma", Türkiye İnş. Müh. XVI. Teknik Kongre ve Sergisi, Ankara.
19. Erol, Ö., (2000). "Uçucu Kül Katkısıyla Kerpiç Üretimi Üzerine Bir Araştırma", Y. Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü.
20. USTA, M., (2004). "Atık mermer tozunun zeminlerin serbest basınç dayanımına etkisi" Yüksek Lisans Tezi Afyon Kocatepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
21. Ersoy, B., (1987). "Mermer Atık sularının Arıtımı" Afyon Kocatepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi (AKÜ-TAGEM), 2004
22. TS 1900-1, (2006). İnşaat Mühendisliğinde Zemin Laboratuvar Deneyleri, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
23. TS 2514, (1985). Kerpiç Bloklar Yapım ve Kullanma, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
24. TS 537, (1985). Turkish standart of Cement Treated Adobe Bricks, Institute of Turkish Standarts, Ankara, Turkey.
25. ASTM C 597, (1998). Standart Test Method for Pulse Velocity Through Concrete, Amerikan Society for Testing and Materials.
26. Çatal, H.H., (2002). "3 Şubat 2002 Sultandağı Depreminin Yapı Mühendisliği Yönünden İncelenmesi" Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Fen Ve Mühendislik Dergisi, (4/3),57-66.
27. Çelebi, R. ve Saatçioğlu, N.Ö., (2002). "Afyon Depremi ve Düşündürdükleri" Uludağ Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Dergisi, (7/1),1-4.
28. Meukam, P., Jannot, Y., Noumowe, A., and Kofane, T.C., (2004). "Thermo Physical Characteristics of Economical Building Materials", Construction and Building Materials (18), 437-443.