

## Pomzamn İnşaat Sektöründe Yapı Tuğlası Üretiminde Kullanılmasının Araştırılması

İ. Demir, Y. Kibici, & O. Ünal

*Afyon Kocatepe Üniversitesi, Afyon*

**ÖZET:** Bu çalışmada Afyon bölgesindeki kıl hammaddesine; (A) katkısız olarak (100 % tuğla kili), (B) tuğla kiline ağırlıkça % 20 oranında (-1 mm) tane boyutunda pomza kumu, (C) ağırlıkça %30 oranında (-1 mm) tane boyutunda pomza kumu, (D) ağırlıkça %30 oranında (-3+2 mm) tane boyutunda pomza kumu, (E) ağırlıkça %30 oranında (-5+3 mm) tane boyutunda pomza kümü katılarak, ekstrüzyon yöntemi ile yeterli sayıda deney numunesi üretilmiştir. Bu her farklı serideki örnekler 900 °C'de 6 saat pişirilmiştir.

Söz konusu hammaddelerden üretilen laboratuvar örneklerine T.S.E. standartlarına göre testler uygulanmış, test sonuçları standart değerlerle karşılaştırılarak üretilen örneklerin inşaat sektörü açısından uygunluğu araştırılmıştır.

Deneyel çalışmalar sonucunda: pomzamn yapı tuğlası üretiminde kullanılabileceği saptanmıştır. Ayrıca tuğlaların birim hacim ağırlığında düşme belirlenmiş, hafif ve yalıtım değerine sahip yapı malzemesi üretiminde değerlendirilebileceği sonucuna varılmıştır. Bütün serilerde basınç dayanımı değerlerinin standartlarda verilen değerleri karşıladığı belirlenmiştir.

**ABSTRACT:** In this study, it was produced samples by using extrusion method from Afyon region clays \* which into: (A) Without adding (% 100 brick clay) (B) Adding of pumice, (-1 mm) particle sized; in rates of wt 20 %, (C) Adding of pumice, (-1 mm) particle sized, in rates of wt 30 %, (D) Adding of pumice, (-3+2 mm) particle sized, in rates of wt 30 %, (E) Adding of pumice, (-5+3 mm) particle sized, in rates of wt 30 %. Every each samples were fired at 900 °C for 6 h.

Tests that based on TSE standards were applied on laboratory samples produced from these raw materials. Then test results were compared with standard values and suitable of produced samples were investigated in the view of building sector.

As a result, it was obtained that pumice raw materials can be used as building bricks. It was observed that, bulk density of brick was decreased. Thus, it can be used as light and insulation building materials. In all series of samples compressive strength of the sample is suitable to standard values.

### 1.GİRİŞ

Malzeme bilimindeki gelişmeler fonksiyonel, dayanıklı ve ekonomik malzeme üretimini hedeflemektedir. Kentleşmenin ortaya çıkardığı hızlı yapılaşma olgusu, kaliteli malzeme üretiminin önemini ortaya çıkarmıştır.

Bu çalışmada tuğla kiline ağırlıkça % 25 oranında ve farklı tane boyutlarında pomza hammaddesi katılarak; yapı tuğlasına göre birim hacim ağırlığı daha düşük, porozitesi daha yüksek yapı tuğlası üretimi amaçlanmıştır.

Pomzamn belirgin özelliği gözenekli ve camsı olmasıdır. Yoğunluğu 0,5-1 gr/cm<sup>3</sup> ' sertliği 5-6 civarındadır. Hafifliği nedeniyle beton kırık ve

blokların yapılmasında, gözenekliliği nedeniyle inşaatlarda ısı ve ses izolasyonu sağlamak amacıyla kullanılan ideal bir malzemedir.

Pomza, volkanik olaylar sonucunda oluşmuş, fiziksel ve kimyasal etkenlere karşı dayanıklı, süngerimsi, bol gözenekli camsı volkanik bir kayadır. Bir başka deyişle pomza çok poroz olan volkanik taş camıdır da denilebilir. Oluşumu sırasında bünyedeki gazların, ani olarak bünyeyi terk etmesi ve ani soğuma nedeniyle, makro ölçekten mikro ölçüğe kadar sayısız gözenek içerir. Gözenekler arası genelde (özellikle mikro gözenekler) bağlantısız boşluklu olduğundan permeabilitesi düşük, ısı ve ses yalıtımı oldukça yüksektir (Gündüz, vd 1998).

TS standartlarında pomza; birbirine bağlantısız boşluklu, sünger görünümlü, silikat esaslı, birim hacim ağırlığı genelde 1 gr/cm<sup>3</sup> 'ten az , camsı dokulu ve sertliği Mohs skalsına göre yaklaşık 6 olan volkanik bir madde olarak tanımlanır (TS 3234).

Pomza İtalyanca bir deyimdir. Akıcı levhaların püskürmesi sürecinde içermiş olduğu gazların, ani soğuması sonucu yapıyı terk etmesi halinde geriye kalan gözenekli (boşluklu) bir camdır. Yoğunluğu 1. gr/cm<sup>3</sup> (suda yüzer), 6 Mohs sertliğe sahiptir. Kristal suyu yoktur. Volkanik camda % 5 kristal su içerir, 80-90 °C de uzaklaşır. Birbiri ile ilintisi olmayan boşluklar içerir. Pomza mikroskop altında "hylopilitik camsı" özellik gösterir. Fakat volkanik cam değildir. Oluşum ve volkanizma: 150 bin yıl önce volkanik faaliyetler (genç püskürmeler) söz konusudur. Yüksek sıcaklıkta oluşur. Bu koşullarda bazı elementler gaz haline geçer. Çok küçük birbirinden ayrı boşluklar oluşur. Sulu ortamda asit volkanizma ürünüdür, Oluşumu kontrol eden faktörler: asidik magma ısısının çok yüksek olması, lavların "püskürme" ile çıkması, gaz oranının yüksek olması, soğuma sürecinde bünyeyi terk etmesidir. Çok hafif olmaları nedeniyle volkanlar etrafında "kubbe" şeklinde yığırlar. Rüzgar- su ile 50-100 km uzaklara kadar taşınır. Göl ortamında çökerek "sedimenter pomza" yatakları oluşur (Uz, 1997).

Kil minerallerinde mevcut toplam mineral bileşimi, tane boyut dağılımı, konsolidasyon derecesi ve işleme şartları, kilin teknolojik özelliklerini belirleyen temel esaslardır. Killerde önemli teknolojik özellikler şunlardır: tane boyutu dağılımı, plastiklik, kuru mukavemet, -pişmiş ürün mukavemeti, termal vitrifikasyon aralığı, pişme rengi, kuruma ve pişme küçülmesi, su emme

kapasitesi, pişmiş bünyenin porozitesi v.b. (Konta, 1995).

İçinde kil minerali ihtiva eden, belli ölçülerde su ile karıştırıldığında plastik hamur halinde şekillenme özelliğine sahip ve (900-1000) °C de pişirildiğinde çatlamaadan sertleşebilen bütün topraklar, tuğla-kiremit imaline elverişli hammaddelerdir. Tuğla toprağı genellikle illit, az montmorillonit, kaolinit, kuvars, demir mineralleri (limonit, hematit, vb.),-az miktarda organik maddeler ve suda çözülebilen tuzlar ihtiva eder (Köktürk, 1997).

Tuğla- Kiremit toprakları düşük sıcaklıklarda eriyen, diğer seramik ürünlerinin yapımında kullanılan killere göre daha az saf olan ve genellikle pişme rengi kırmızı olan killerdir (Üzer vd., 1987).

Kil, çok ince taneli bir kayadır. Kilin esas maddesi sulu alüminyum silikat, sınıfına göre Mg ve Fe gibi diğer elementleri de içerir. İnce taneler 2- 5µm olduğundan gözle veya normal mikroskopta ayırt edilmeleri hemen hemen mümkün değildir. 100.000 defa büyütülerek mikroskopta resimleri çekilmekte, X ışınları ile iç yapısı tespit edilmekte, sıcaklığı D.T.A. cihazları ile ölçülmekte ve kesin olarak sınıfı tayin edilmektedir (Sarız ve Nuhoğlu 1992).

Afyon yöresinde tuğla üretiminde kullanılan killerde aşın plastisite nedeniyle kuruma ve pişme sırasında oluşan çatlamaaları önlemek amacıyla yapılan deneysel çalışmada; hammadde içerisinde ağırlıkça %10-15 oranında ince tane boyutunda karbonat içermeyen temiz dere kumu katılarak kuruma ve pişirme testleri uygulanmıştır. Sonuçta %10-15 oranındaki kum katkının kuruma ve pişme sırasında oluşan çatlamaaları önlediği saptanmıştır (Orhan ve Demir, 1998).

Şekillendirmede iki tür yöntem kullanılmaktadır. Plastik şekillendirmede; hammaddenin % 18-23 arasında nemlendirilerek vakum preslerde, yarı kuru preslemede ise hammaddenin %8-14 arasında nemlendirildikten sonra 100 -250 kg/cm<sup>2</sup>, lik basınç altında preslerle şekillendirilir. Her iki yöntemin de avantaj ve dezavantajları olduğu, yarı kuru presleme yönteminde kuruma ve pişme küçülmesi düşük olmasına karşın nispeten dona dayanımın düşük, yüzeyin pürüzlü olduğu ve blok tuğla üretimi gibi yüksek boşluklu ürün eldesinin zor hatta imkansız hale geldiği, bu nedenle kuruma ve pişme küçülmesi ve kuruma probleminin daha fazla olmasına karşın, şekillendirme problemlerini aşabilmek ve üretim hızını arttırabilmek amacıyla

tuğla sektöründe plastik şekillendirme tercih edilmektedir (Üzer vd., 1987).

Tuğla topraklarında kireç yüzdesini tam olarak sınırlandırmak pek mümkün olmamakta, bazı topraklarda %8 oranındaki kireç, patlama ve dağılmalar gösterdiği halde, diğer bir toprakta % 15 oranındaki kirecin pek etki göstermediği, buna kirecin daha ince taneler halinde dağılmasının neden olduğu belirlenmiştir (Dökmen, 1989).

Bir silindirik boşlukta suyun emilmesi olayı, gözenekli malzemelerin su emmesi terimi içerisinde tartışılabilir. Gözenekli yapı malzemelerinde suyun hareketi pratik bir öneme sahiptir. İnşası tamamlanan yapılardaki malzemelerde çürümenin, havalandırma işlemi ve yapı bünyesindeki suyun hareketi ile kontrol edilebileceği belirlenmiştir (Wilson at al. 1991 ).

Volkanik küllerin eritici olarak; düşük ve yüksek plastisiteli killerden üretilen seramik ürünlerin özelliklerine etkisi konusunda yapılan çalışmada; öğütülmüş bu volkanik külden katkısız (% 0) ve %30'a kadar katkılı olarak hem düşük plastisiteli ve hem de yüksek plastisiteli kile katılarak üretilen deney örnekleri 1100 °C'de pişirilmiştir. Sonuçlar %5 ve %10 olarak katılan külün düşük plastisiteye sahip killerin mekanik ve fiziksel özellikleri üzerinde çok az bir etki yaparken, %15 ve üzerindeki katkı oranlarının basınç mukavemetini iki katma çıkardığı, poroziteyi önemli ölçüde düşürdüğü ve doğrusal küçülme yüzdesinde çok az bir artış olduğu saptanmıştır (Knight, 1999).

Mika grubu kil mineralleri tuğla, kiremit ve künk boruların üretiminde hammadde olarak kullanılan önemli bileşiklerdir. Muskovit mikanın dönüşüm ve reaksiyonları üzerine, süre ve sıcaklığın etkisi konusunda yapılan çalışmada, mika grubunu temsil eden üyenin en safi' olan muskovit kullanarak termal davranışı belirlenmiş, sonuçlar bir "zaman-sıcaklık-dönüşüm diyagramı" olarak ifade edilmiştir. Buna göre sıcaklık aralığının uzun tutulmasının su ve ağırlık kaybına yol açtığı saptanmıştır. Termal ayrışmaya yol açan sebebin mika bünyesinde tabakalardan oluşan başlangıçta mevcut olan üç tabakalı tip olduğu belirlenmiştir (Barlowand Manning, 1999).

## 2. MATERYAL VE METOT

Çalışmada kullanılan malzemeler ve uygulanan yöntemler bu bölümde verilmiştir.

### 2.1.1. Çalışmada kullanılan malzemeler

Çalışmada Afyon bölgesinde tuğla üretiminde kullanılan kil hammaddesi ve Isparta bölgesinde bulunan pomza kullanılmıştır. Kil örneklerinin alındığı saha Çobanlar (Afyon) ilçesi sınırları içerisinde yer almaktadır. Hammadde sahası tuğla fabrikalarına yakın bir bölgede bulunmaktadır. Çalışmada Kullanılan kil ile pomzanın kimyasal analiz sonuçları aşağıda verilmiştir (tablo 1).

Çizelge 1. Çalışmada kullanılan kil ve pomza örneklerin kimyasal analiz sonuçları.

OKSİT	Pomza		Kil	
	Analiz	Literatür	Analiz	Literatür
SiO <sub>2</sub>	54.48	54-75	50.86	42,7-64,5
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	15.72	13-22	20.80	16,3-20,6
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	4.55	3-6	6.12	2,8-7
CaO	4.27	0,5-3	5.83	0,7-9,5
MgO	1.02	0,5-4	1.75	0,8-6,2
SO <sub>3</sub>	0.88	-	1.27	0,3
K <sub>2</sub> O	5.38	7-8	3.94	1,7-3,6
Na <sub>2</sub> O	4.16	3-6	0.71	0,1-0,8
TiO <sub>2</sub>	0.84	0,3-0,5	1.28	-
Kız. Kay.	2.51	3	10.95	6,3-11,5
Toplam	93.97		100	100

### 2.1.2. Çamur hazırlama ve örneklerin şekillendirilmesi

Deney örneklerinin üretiminde kullanılacak .kil hammaddesi Afyon ilindeki bir tuğla fabrikası hammadde yığınının, örnek alma yöntemlerine uygun olarak yeterli miktarda alınmıştır. Çeyrekleme yöntemi ile gerekli miktarda malzeme 1 mm açıklıklı valsli kırıcıda ezildikten sonra 1 mm'lik elekten elenerek hazırlanmıştır. Deney numunesi için kullanılacak' pomza hammaddesi laboratuvar tipi valsli kırıcıda ezilerek;(-5+3 mm), (-3,+2 mm) ve (-1 mm) tane boyutlarında olmak üzere üç farklı tane sınıfına ayrılmıştır. Karşılaştırmalı sonuçlar alabilmek için 5 ayrı seride deney örneği hazırlanmıştır;

- (A) Serisi: % 100 Kil
- (B) Serisi %80 kil+ %20 Pomza (-1mm)
- (C) Serisi %70 kil+%30 Pomza (-1 mm)
- (D) Serisi %70 kil+%30 Pomza (-3+2 mm)
- (E) Serisi %70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)

Bütün malzemeler önce etüv kurusu haline getirildikten sonra hassas terazide tartılarak belirlenen oranlarda alınmıştır. Önce pomza hammaddesi üzerine su püskürtülerek su emmesi sağlanmış ve belirlenen oranlarda alınan kil ve

pomza malzemeler sert plastik kıvama gelinceye kadar su ilave edilerek el ile yoğrulmuştur. Bu beş farklı karışım olarak hazırlanan çamur nemini kaybetmeyecek biçimde 24 saat bekletildikten sonra plastik şekillendirmeye hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan karışım laboratuvar tipi vakumlu (ekstrüzyon) preste, kesit ölçüleri 75x40 mm boyutunda ve %35 delik alanına sahip-kalıp (vakum ağzı) kullanılarak üretilmiş, tel kesme aparatı ile numune boyları 100L mm olarak kesilmiştir. Her bir deney serisi için yeterli sayıda deney örneği üretilmiştir. Örneklerin yaş tartıları ve boyut uzunlukları ölçülerek kaydedilmiştir.

### 2.1.3. Kurutma

Deney örnekleri değişmez ağırlığa gelinceye kadar (ortalama 6 saat) 110 °C de etüvde kurutulmuştur. Kurutma sonunda örnekler ortam koşullarından etkilenmeden oda sıcaklığına (21 °C) getirilmiştir. Kuru ağırlıkları ve boyut ölçümleri yapılarak kaydedilmiştir.

### 2.1.4. Pişirme

Şekillendirme ve kurutma işlemi tamamlanmış örneklerle ilgili gerekli veriler (hassas tartım ve boyut ölçümleri) saptandıktan sonra yapı tuğlaları için uygun olan 900 °C sıcaklıkta elektrikli kül fırınında pişirilmiştir. Pişirme süresi 6 saat olarak alınmıştır. Pişirme sonunda numuneler yeterli sıcaklığa kadar soğuduktan sonra ortam şartlarından etkilenmeden oda sıcaklığına (21 °C) geldikten sonra hassas tartım ve boyut ölçüm işlemleri yapılmıştır.

## 3. BULGULAR

### 3.1. Kimyasal analiz sonuçları

Çalışmada kullanılan malzemelerin kimyasal analizleri ve literatür değerler çizelge 1'de verilmiştir. Kil örneklerinden elde edilen kimyasal analiz sonuçlarının çizelge 1'de verilen literatür değerlerle karşılaştırıldığında; SiO<sub>2</sub>, ALP<sub>3</sub>, CaO, MgO, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, SO<sub>3</sub>Na<sub>2</sub>O ve kızdırma kaybı değerlerinin uygun olduğu saptanmıştır. Ancak kil hammaddesinde kimyasal yapıdan ziyade fiziksel davranışların önemli olduğu kabul edilmektedir. Pomza örneği sonuçlarının da literatür değerler ile uygunluk sağladığı görülmektedir.

### 3.2. Karbonat tayini

Kil örneğine uygulanan karbonat tayini sonucunda: % 8,30 CO<sub>2</sub> saptanmıştır. Elde edilen bu değer (% 8-15) arasında verilen literatür değerlere uygundur. Ancak kilin elek analizinde 2 mm'nin üzerinde karbonat tanelerine sıklıkla rastlanmıştır, bunun için 1mm'lik elekten elenerek iri karbonat tanelerinin pişmiş ürüne zarar vermesi engellenmiştir.

### 3.3. Plastiklik suyu tayini

Çizelge 2. Plastiklik suyu değerleri (lit. %: 13,20- 40,7)

Seri Adı ve % Karışımı	Plast. (%)
A- %100Kil	31,50
B- %80 kil+ %20 Pomza (-1 mm)	22,10
C- %70 kil+%30 Pomza (-1 mm)	29,15
D- %70 kil+%30Pomza (-3,+2mm)	22,05
E- %70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)	25,45

Elde edilen plastiklik suyu değerler çizelge 2'de verilmiştir. Buna göre pomza katkının plastisiteyi etkilemediği görülmektedir.

### 3.4. Kuruma küçülmesi değerleri

110 °C'de elde edilen kuruma küçülmesi sonuçlarına göre pomza katkının kuruma küçülmesine önemli bir etkisi olmadığı belirlenmiştir (çizelge 3).

Çizelge 3. Kuruma küçülmesi değerleri (Lit. max. % 8)

Seri Adı ve % Karışımı	Kur.Küç.(%)
A- % 100 Kil	4,21
B- %80 kil+ %20 Pomza (-1 mm)	5,91
C- %70 kil+%30 Pomza (-1 mm)	5,80
D- %70 kil+%30 Pomza (-3,+2mm)	4,90
E- %70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)	5,12

### 3.5: Toplam doğrusal küçülme değerleri

Çizelge 4'te 900 °C 'de pişirilen örnekler üzerinde elde edilen toplam doğrusal küçülme değerleri görülmektedir. Buna göre pomza katkının küçülmeyi bir miktar artırdığı, ancak bunun önemsiz derecede kaldığı belirlenmiştir (çizelge 4).

Çizelge 4. Toplam doğrusal küçülme değerleri (lit.: Max % 10).

Seri Adı ve (%) Karışımı	Topl.Doğ.Kuç (%)
A-% 100 Kil	4,11
B-%80 kil+ %20Pomza(-1 mm)	6,10
C-%70 kil+%30 Pomza (-1 mm)	6,50
D-%70 kil+%30 Pomza (-3,+2mm)	5,45
E-%70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)	6,10

## 3.6. Su emme değerleri

Pomza katkılı örnek serilerinde elde edilen değerlerin literatür değerlerin üzerinde gerçekleştiği ve pomza katkının su emmeyi olumsuz yönde etkilediği saptanmıştır (çizelge 5). Buna göre (C) ve (D) serilerinde sınır değerlere yakınlığı, tane boyutunun artması ile birlikte (E) serisinde %24,52'ye ulaştığı belirlenmiştir.

Çizelge 5. Su emme değerleri (Literatür max. % 18)

Seri Adı ve (%) Karışımı	Ağırl. Su Emme (%)
A-%100Kil	15,35
B-%80 kil+ %20Pomza(-1 mm)	21,07
C-%70 kil+%30 Pomza (-1 mm)	17,35
D-%70 kil+%30 Pomza (-3,+2mm)	18,68
E-%70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)	24,52

## 3.7. Birim hacim ağırlığı değerleri

Saptanan birim hacim ağırlığı değerleri Çizelge 6'da verilmiştir. Buna göre pomza katkılı örneklerde birim hacim ağırlık değerlerinin TS 705 standardında az delikli (delik oranı %35) tuğlalar için verilen değerleri sağladığı, tuğlaya göre daha hafif bir bünye elde edildiği saptanmıştır. İnce taneli (-1 mm) pomza katkının, iri taneli (-3,+2mm) pomza katkısına göre birim hacim ağırlığında bir miktar artışa neden olduğu belirlenmiştir. Bunun nedeni olarak tane yapısının incelmeyeyle birlikte, toplam porozitede meydana gelen azalmanın yol açtığı düşünülmektedir (çizelge 6).

Çizelge 6. Birim hacim ağırlığı değerleri \*

Seri Adı ve % Karışımı	Bir. Hac. Ağ. (Kg/m <sup>3</sup> )
A-%100Kil	1218
B-%80 kil+ %20Pomza (-1 mm)	1194
C-%70 kil+%30 Pomza (-1 mm)	1137
D-%70 kil+%30 Pomza (-3,+2mm)	1106
E-%70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)	1062

\*(TS705:min.,1001 ,max.,1200kg/m<sup>3</sup>)

## - 3.8. Basınç dayanımı değerleri

Bütün örnek serilerinde "hem deprem yönetmeliğinde ve hem de TS 705'te yığma yapı tuğlaları için istenen basınç dayanımı değerleri elde edilmiştir (çizelge 7). Katkısız (A) serisine göre; (B), (C) ve (D) serilerinde bir miktar artış, (E) serisinde ise azalma belirlenmiştir. (E) serisindeki azalmaya iri taneli pomzanın gözenek yapısındaki boşlukların büyümesinin neden olduğu düşünülmektedir.

Çizelge 7. Basınç dayanımı değerleri\*

Seri Adı ve (%) Karışımı	Bas. Day.(MPa)
A-% 100 Kil	6,06
B-%80 kil+ %20Pomza (-1 mm)	7,63
C-%70 kil+%30 Pomza (-1 mm)	7,28
D-%70 kil+%30 Pomza (-3 ,+2mm)	7,59
E-%70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)	5,95

\*(Deprem Yont. min 5,0 MPa, TS 705 min:4,5 MPa)

## 3.9. Kızdırma kaybı

900 °C'de pişirilen örneklerin kızdırma kaybı değerleri çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Kızdırma kaybı değ. (Lit. :max % 10-13)

Seri Adı ve % Karışımı	(% ağırlık kaybı)
A-% 100 Kil	9,21
B-%80 kil+ %20Pomza (-1 mm)	8,90
C-%70 kil+%30 Pomza (-1 mm)	7,11
D-%70 kil+%30 Pomza (-3,+2mm)	7,43
E-%70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)"	10,80

Elde edilen kızdırma kaybı değerlerinin bilinen değerleri geçmediği, pomza katkının (B), (C) ve (D) serilerinde kızdırma kaybını azaltarak olumlu etki yaptığı, buna karşılık iri taneli olan (E) serisinde az miktar artışa neden olduğu belirlenmiştir.

## 3.10 Dona dayanım testi

Dona dayanım testi sonuçları çizelge 9'da verilmiştir. Buna göre iri taneli (D) ve (E) serilerinde pomza katkının dona dayanım değerini bir miktar azaltıcı etki yaptığı, ancak bunun önemsiz olduğu belirlenmiştir.

Çizelge 9. Dona dayanım testi sonuçları

Seri Adı ve ( % ) Karışımı	Dona Dayanım Testi Sonucu Saptanan Bulgular
(A)- % 100 Kil	Önemsiz sayılabilecek pullanma saptanmıştır. Don sonu ağırlık kaybı % 1,4 olarak belirlenmiştir.
(B)-%80 kil+ %20 Pomza. (-1mm)	Önemsiz sayılabilecek pullanma ve dökülme saptanmıştır. Don sonu ağırlık kaybı % 1,9 olarak belirlenmiştir.
(C) % 70kil+%30 Pomza. (-1 mm)	Önemsiz sayılabilecek pullanma ve dökülme saptanmıştır. Don sonu ağırlık kaybı % 1,5 olarak belirlenmiştir.
D-%70 kıl+%30 Pomza (-3,+2mm)	Az miktarda pullanma ve dökülme görülmüştür.. Don sonu ağırlık kaybı % 2,3 olarak belirlenmiştir.
E-%70 kil+%30 Pomza (-5+3 mm)	Az miktarda pullanma ve dökülme görülmüştür.. Don sonu ağırlık kaybı % 2,6 olarak belirlenmiştir.

### 3.11. Kireç ve manyezi testi sonuçları

Kireç ve manyezi deneyine giren her üç seriye ait örnekler ayrı ayrı gözle muayene edilerek incelenmiştir. Örneklerde önemli sayılabilecek; çatlama, kopma, pullanma, dağılma vb. herhangi bir hasarın oluşmadığı belirlenmiştir.

## 4. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Bu çalışma, Afyon ve çevresinde bulunan tuğla toprağı ile İsparta bölgesinden alınan pomza hammaddesi kullanılarak ekstrüzyon presleme yöntemi ile üretilen deney örneklerine standart test ve deneyler uygulanmış ve bu tuğla ürünlerin mekanik özellikleri saptanmıştır. Test sonuçları standart değerlerle karşılaştırılarak üretilen örneklerin inşaat sektörü açısından uygunluğu araştırılmıştır. -Sonuçları aşağıda verilmiştir.

Plastisite sonuçları değerlendirildiğinde; pomzalı karışım serilerinde tuğla killeri için literatürde verilen %13 ile % 40 değerlerini geçmediği ve uygun olduğu görülmüştür.

Kuruma küçülmesi sonuçları bütün karışım serilerinde tuğla killeri için literatürde verilen max

% 8 değerini geçmediği, pomza katkının kuruma küçülmesi değerini önemsiz sayılabilecek bir miktar artırdığı belirlenmiştir.

Toplam küçülme değerleri her beş seride de tuğla killeri için literatürde verilen max %10 değerini geçmediği ve uygun olduğu saptanmıştır. Pomza katkının toplam küçülmeyi bir miktar artırdığı ancak bunun önemsiz derecede kaldığı belirlenmiştir.

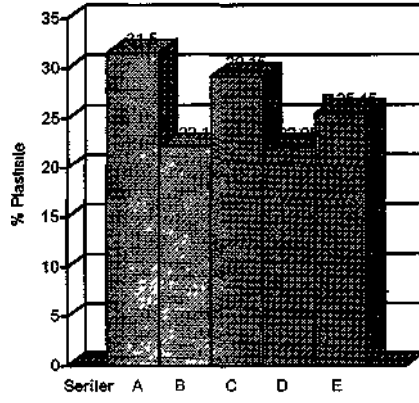
Su emme değerleri bakımından katkısız (A) serisine göre pomza katkının su emme oranını bir miktar artırdığı belirlenmiştir. Bu artışa karışıma giren pomza hammaddesinin gözenekli yapısının sebep olduğu düşünülmektedir. Buna göre (C) ve (D) serilerinde sınır değerlere yaklaştığı, tane boyutunun artması ile birlikte (B) serisinde max %18 olarak verilen değeri geçtiği ve % 24,52'ye ulaştığı saptanmıştır

Pomza katkının birim hacim ağırlığı değerlerinde azalmaya yol açtığı saptanmış olup buna pomza hammaddesinin gözenekli bünye yapısının neden olduğu düşünülmektedir. Pomza katkılı örneklerde birim hacim ağırlığının azalması toplam bina yüklerinde bir azalma sağlayacağı, gözenekli bünye yapısı nedeniyle normal tuğlaya göre daha iyi ısı ve ses izolasyonu özelliğine sahip olacağı düşünülmektedir.

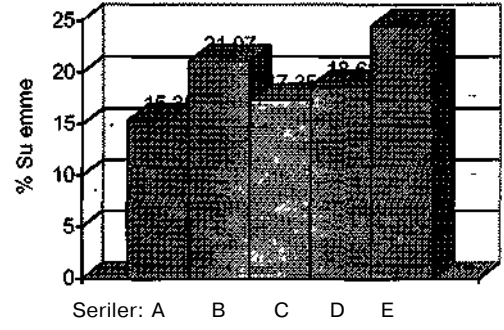
Basınç dayanımı bakımından katkısız (A) serisine göre pomza katkılı (B), (C) ve (E) serilerinde bir miktar artış elde edilmiştir. İri taneli pomza katkılı (E) serisinde ise önemsiz sayılabilecek bir mukavemet azalması belirlenmiştir. Sonuç olarak beş ayrı karışımda üretilen deney örneklerinin tümü basınç dayanımı bakımından Deprem Yönetmeliği ve TS standartlarına uygunluk sağlamıştır.

Pomza katkının kızdırma kaybı değerlerini azaltıcı yönde etkilediği ve olumlu katkı yaptığı saptanmıştır.

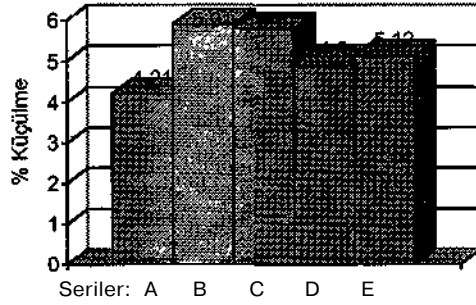
Deneysel çalışmalar sonucunda Uç farklı tane boyutunda pomzanın tuğla üretiminde kullanılan kil ile karıştırılması sonucu üretilen deney örneklerinin üretim süreçleri ve mekanik özellikleri saptanmıştır. Pomzanın kapalı gözenekli yapısının tuğla ürünün bünyesinde de gözenekli bir yapı oluşturacağı ve tuğlanın ısı yalıtım değerinin artacağı düşünülmektedir. Bu nedenle pomza katkılı tuğlada ısı yalıtım değerinin araştırılması konusunda ayrı bir çalışmanın yapılması yararlı olacaktır.



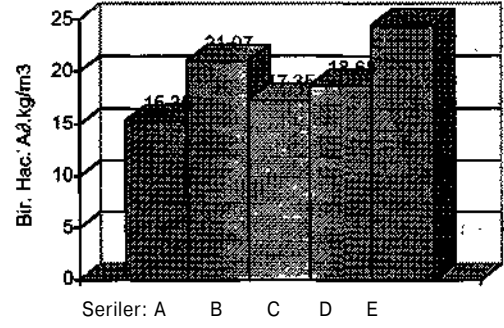
Ek 1 Plastiklik suy değerleri



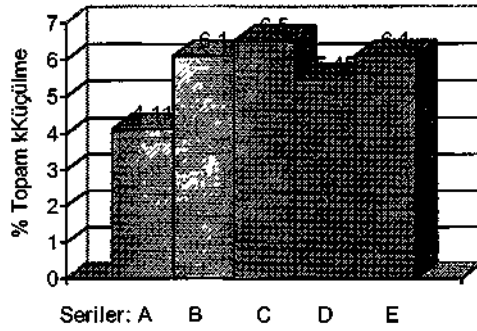
Ek 4: Ağırlığıça su emme



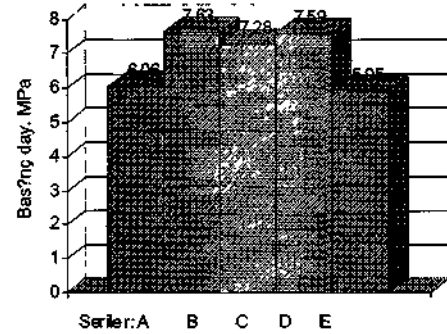
Ek 2: Kuruma küçülmesi değerleri



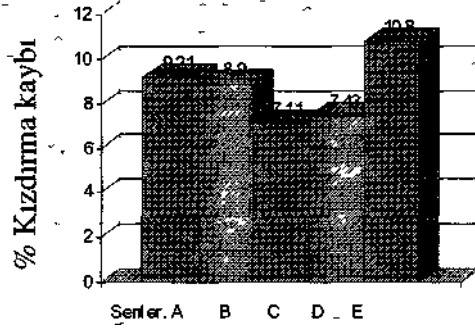
Ek 5: Bir. Hac. Ağ. Değ. (1001-1200)



Ek 3: Toplam küçülme değerleri



Ek 6 : Basınç dayanımı değ (4, 5-6)



Ek 7: Kızdırma kay. değ (10-13)

#### KAYNAKLAR

Barlow, S., G., and yarning, A..C., 1999." *Influence of time and temperature on reactions and transformations of muscovite mica.* **British "Ceramic Journal**, 98, (3),122-126.

Dökmen, L., 1989.,*Salihli ve Turgutlu'dan Alman Tuğla-Kiremit Hammaddelerine Uygulanan Analizler Ve Sonuçları.* Dokuz Eylül Üniversitesi Yayın, izmir, 4-21.

GündüzL., Sarıışık, A., Tozaçan, B., Uğur, İ., Çankıran, O., 1998. *Pomza Teknolojisi.* İsparta.

Karaman, M. E., Kibici, Y., 1999. *Temel jeoloji prensipleri.* 294-435, Ankara.

Kıbici "Y., 2001. *Seramik hammaddeleri ve teknolojik özelliklen* 30-44, (baskıda), Afyon.

Knight, J., G.,1999. *Influence of volcanic ash flux on ceramic properties of low plasticity clay and high plasticity clay of Trinidad.* British Ceramic Journal, 1. 98, 24-28.

Konta, J., \*1995. *Clay and man: Clay raw materials m the service of man..* Applied Clay Science, 10, 275-335.

Kokturk, U., 1997. *Endüstriyel Hammaddeler.* Dokuz Eylül Üniversitesi Yayını, Yayın No:205.

Orhan, M. ve Demir, I., 1998. *Tuğla kilerinde lotre değerlerinin azaltılması üzerine bir araştırma* Gazi Um. Fen Bil. Dergisi, C 11, No: 2, 383-392.

Saniz, K. ve Nuhoğlu, I., 1992. *Endüstriyel Hammadde Yatakları ve Madenciligi.* Anadolu Üniversitesi Yayın I, Eskişehir.

Üzer, M. ve Tola, Ç., 1987. *Tuğla kiremit topraklarında kuruma\* problemleri ve elektrolit ilavesinin kurumaya etkisi* Saydam Matbaacılık, Ankara.

Uz, B., 1997. *İmraniye-Hamatepe (Erzin- Hatay) civarındaki bazaltik pomzaların petrografik ve teknolojik etüdü.* I. İsparta Pomza Sempozyumu, 153-161, İsparta.

Wilson, M. A., Hoff, D. W., and Hall, C , 1991. *Water movement in porous building materials- x absorption from a small cylindrical cavity* Building and Environment, Vol. 26, No. 2, 143-150.

Anonim, 1985. *TS 705: Fabrika Tuğlaları Duvarlar için ve Düşey Delikli Hafif.* Ankara.

Anonim, 1986. *Ts 4790: Tuğla ve kiremit topraklarının deney metodu*'Ankara..