

DIATOMİT HAMMADDESİNİN TUĞLA ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Alper BİDECI*, Özlem SALLI BİDECI*

* Kırklareli Üniversitesi Teknik Eğitim Fakültesi Yapı Eğitimi Bölümü Kavaklı, KIRKLARELİ

Alınış: 19 Kasım 2007

Kabul Ediliş: 29 Ağustos 2008

Özet: Bu çalışmada, diatomit hammaddesinin tuğla üretiminde kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bunun için Ankara İmrahor Bölgesindeki tuğla fabrikalarından alınan tuğla kili ve Ankara Şeker Fabrikası diatomit tesislerinden alınan diatomit hammaddesi kullanılmıştır. TSE 705 (TS EN 771-1) standardında verilen dolu tuğla sınıfı, (1.8/100) tuğlanın mekanik özellikleri göz önüne alınarak, farklı karışım oranlarındaki deney numuneleri, 800 °C, 900 °C ve 1000 °C 'de pişirme sıcaklıklarında pişirilmiştir. Uygun tuğla üretimi için, pişirilen deney numuneleri üzerinde standart testler uygulanmıştır. Deneysel çalışmalar sonucunda %20 diatomit katkılı ürünlerin 900 °C 'de pişirilmesi ile gerekli mekanik özellikleri sağlayan ürün elde edilebileceği görülmüştür.

Anahtar Kelimeler: Kil, Tuğla, Diatomit, Üretim

AN INVESTIGATION ABOUT THE USABILITY OF DIATOMITE RAW MATERIAL FOR BRICK PRODUCTION

Abstract: The aim of this study is to investigate the usability of diatomite, which is not common in the Brick production. For this study brick clay taken from Imrahor district of Ankara and diatomite raw material obtained from Kizelgur Factory of Ankara Sugar Factory. Specimens were prepared by using different diatomite mix ratios with respect to mechanical properties of class of filled brick (1.8/100) given in TS 705 (TS EN 771-1) test specimens which have different mixture ratios were burned in 800 °C, 900°C and 1000 °C. Standart mechanical tests were applied to the specimens and suitable brick production was tired to be made. At the end of the experimental studies it was observed that the mixture which had 20% diatomite and burned in 900 °C heat, supplied the required mechanical properties.

Key Words : Clay, Brick, Diatomite, Production

Giriş

Tuğla üretimi ortaçağdan beri bilinmektedir. Önceleri ilkel yöntemlerle ve çoğunlukla inşaat sahasında üretilmekte iken, inşaat teknolojilerindeki gelişmelerin yapı malzemeleri sanayine yansması sonucu, tuğlanın üretim ve kullanım teknolojileri de çeşitli aşamalardan geçmiştir (Bideci, 2003).

Çağdaş yapı sistemlerinin ve prefabrikasyonun gelişimi, özellikle son yıllarda hızlı şehirleşme ile yüksek binaların yapılması, yapılarda taşıyıcılığa katkısı olmayan bölme ve dış duvar elemanlarının hafifletilmesi gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Bu da tuğla gibi ağır geleneksel yapı malzemelerinin ya terk edilmesini ya da özelliklerinin değiştirilmesini gerekli kılmıştır (Güzel, 1993).

Bu konuya yönelik yapılan araştırmalar arasında aşağıdakiler dikkat çekicidir.

Tuğla atıklarının üretimde yeniden değerlendirilmesi için, farklı karışım oranları ve pişirme sıcaklıklarında yapılan çalışmada, %30 atık malzeme kullanılarak ve 900 °C'de pişirilerek elde edilen tuğla malzemesinin, standart sonuçları yerine getirdiği görülmüştür (Demir ve Orhan, 2003).

Afyon tüflerinin tuğla üretiminde kullanılabilirliği üzerine yapılan çalışmada, %30'a kadar tüf ilavesi ve 900 °C'de pişirme şartlarında, standart mekanik özelliklere sahip ve bazı değerlerin daha iyi olabileceği tuğlanın üretilebileceği belirlenmiştir. Bu şekildeki üretimlerle, kil hammaddelerinin daha az kullanılarak çevre sorunlarına karşı duyarlı olunabileceği görülmektedir (Demir ve Orhan, 2003).

Afyon bölgesi tüflerinin tuğla üretiminde kullanılması konusunda yapılan çalışmada, % 10, % 20 ve % 30 oranında kullanılan katkıları, ekonomik pişirme sıcaklığı olarak kabul edilen 900 °C pişirmenin 800 °C ve 1000 °C'de pişirilen deney numunelerine göre daha iyi sonuçlar verdiği gözlenmiştir. 800 °C'de pişirilen numunelerde standart mekanik

özelliklerin sağlanamadığı, 1000 °C’de ise mekanik özelliklerin önemli ölçüde değişmediği belirlenmiştir (Demir, 2001).

Pirinç kabuğu külü ile kırmızı killi toprak karışımından üretilmiş tuğlalar üzerine yapılan deneysel çalışmada pirinç kabuğu külünün etkisi incelenmiştir. Kül katkısının artışı ile rötre değeri lineer olarak azalırken, su içeriği lineer olarak artmış, su emme değeri % 17,1 olarak bulunmuştur. 1000 °C’de 4 saat süre ile pişirilen tuğlalarda en yüksek basınç dayanımı değeri elde edilmiştir. %20 kül katkısında basınç dayanımı 24,9 N/mm² olarak bulunmuştur (Rahman, 1988).

Afyon Çobanlar mevkii killerin tuğla yapımına uygunluğu üzerine yapılan araştırmada, bölgeden alınan kil numuneleriyle katkılı, katkısız ve değişik oranlarda kum katkılı olmak üzere üç ayrı deney numunesi üretilmiş ve bunlara bir dizi test uygulanarak hammaddenin davranışları gözlenmiştir. Böylece en uygun üretimin hangi koşullarda yapılabileceği ortaya konulmuştur (Demir, 1996).

Ankara yöresinden elde edilen diatomit hammaddesinin seramik sanayinde kullanımına yönelik karakteristik özelliklerinin araştırıldığı çalışmada, diatomitin yüksek silika içerdiği ve silika kaynağı olarak değerlendirildiği, ham örnek olarak diatomitin 800 ° C’ ye kadar yalıtkan tuğla olarak kullanılabileceği belirtilmiş, bu sıcaklığın üzerinde kullanılmasının ise aşırı büzülme ve safsızlıkların ergime sıcaklığını düşürmesinden kaynaklanan olumsuzluklardan dolayı mümkün olmadığı açıklanmıştır (Gören, 1999).

Tuğlaların hafifletilmesi ve termal özelliklerinin geliştirilmesi amacı ile kile doğal bir hafif agrega olan diatomit katılarak yapılan çalışmada, çeşitli fiziksel ve mekaniksel özellikler pişmiş ürünler üzerinde incelenmiş, hacimce %70 oranındaki katkıların hacim ağırlıklarının oldukça düşük olmasına rağmen (ortalama 1.17 gr/cm³), kil ile yeterli bağlayıcılık özelliği göstermedikleri ve mukavemetlerinin düşük olduğu ve daha fazla diatomit katkısının yarar sağlamayacağı belirtilmiştir. Daha düşük konsantrasyonlardaki karışımların uygun olduğu, ileri düzeydeki araştırmalarla üretimin mümkün olabileceği ve yapılarda hafif bileşen olarak kullanılabilecekleri sonucuna varılmıştır (Karadağ, 1989).

Materyal ve Metod

Bu çalışmada; Ankara ili İmrahor Bölgesinde bulunan tuğla kili ile Türkiye Şeker Fabrikasına bağlı bulunan Ankara Kızılçay (Diatomit) Fabrikasından alınan diatomit hammaddesi kullanılmıştır. Tuğla killeri doğal hava şartlarında kurutularak, No:10 elekten elenerek hazırlanmıştır.

Deney örneklerinin pişirilmesinde “SFL” marka, 1500 °C sıcaklık ve otomatik termostatlı, ± 5 °C hassasiyetli, dijital göstergeli fırın kullanılmıştır.

TS 705 (TS EN 771-1) (10) Standardında verilen dolu tuğla sınıfı (1,8/100) özelliklerindeki tuğlanın mekanik özellikleri göz önüne alınmıştır. Deney numuneleri kil + diatomit şeklinde olup, serbest hacim esasına göre belirlenmiştir. Diatomit hammaddesinden hacimsel olarak %10, %20, %30 oranlarında katkılı ve katkısız deney örneği, 800 °C, 900 °C ve 1000 °C pişirme sıcaklıklarında değerlendirilmek üzere, her bir sınıftan 45 adet olacak şekilde toplam 180 adet üretilmiştir.

Deney numunelerinin şekillendirilmesinde TS 4790’da belirtilen şekillendirme ve kalıplama esaslarına uygun olarak, pnomatik sistemli, manometre kontrollü deney düzeneği kullanılmış ve (25×50)mm boyutlarında silindirik numuneler elde edilmiştir.

Çamur Hazırlama

Bütün malzemeler önce etüv kurusu haline getirilmiştir. Daha sonra terazide tartılarak, belirlenen oranlarda alınmış ve sert plastik kıvama gelinceye kadar su ilave edilerek elle yoğrulmuştur. Yoğrulan çamur, rutubetini kaybetmeyecek biçimde 24 saat bekletildikten sonra plastik şekillendirmeye hazır hale getirilmiştir.

Şekillendirme

Hazırlanan çamur, pnomatik sistemle çalışan sıkıştırma aletinde 1 kg/cm² basınç uygulanarak sıkıştırılmıştır. Numuneler 25 mm çap, 50 mm yükseklikte şekillendirilmiştir. Bu işlemde tel kesme aparatı kullanılarak, numune boyununun 50 mm olması sağlanmıştır. Her bir deney serisi için 45’er adet numune üretilmiştir. Şekillendirilen numunelerin plastik uzunlukları kumpas ile işaretlenmiş ve yaş ağırlıkları hassas terazide tartılmıştır.

Kurutma

Üretilen numuneler 24 saat normal oda sıcaklığında bekletildikten sonra, kuruma sırasında çarpılmanın engellenmesi için, döndürme işlemi yapılarak diğer yüzeylerinin de kurumaları sağlanmıştır. Daha sonra numuneler sıcaklığı 55 °C’ ye ayarlanmış etüve konularak 4 saat bekletilmiş, değişmez kütleye gelinceye kadar 110 °C’ de etüvede

kurutulmuştur. Numuneler kurutma sonunda ortam şartlarından etkilenmeden oda sıcaklığına getirilmiştir. Kurutulan numunelerin ağırlıkları hassas terazide ve uzunlukları kumpas ile ölçülerek kaydedilmiştir.

Piştirme

Şekillendirme ve kurutma işlemi tamamlanmış numunelerle ilgili gerekli veriler (hassas tartım ve boyut ölçümleri) saptandıktan sonra 800 °C, 900 °C ve 1000 °C sıcaklıklarda, dijital göstergeli kül fırınında, normal atmosfer koşullarında ve 150 °C/saat piştirme hızı ile piştirme işlemi yapılmıştır. Cihaz her sıcaklık düzeyinde 1 saat sabit tutulmuştur. Piştirme sıcaklıklarına (800 °C, 900 °C ve 1000 °C) gelindiğinde, fırın en son sıcaklıkta 2 saat sabit tutulmuştur. Daha sonra fırın soğumaya bırakılarak 200 °C' ye düştüğünde numuneler çıkarılarak desikatöre alınıp, oda sıcaklığına kadar soğutulmuştur. Piştirme sonunda numuneler yeterli sıcaklığa kadar soğuduktan sonra hassas tartım ve işlemleri yapılarak kaydedilmiştir.

Bulgular Ve Değerlendirme

Serbest Nem Tayini

TS 2746'da belirtilen esaslara göre kil numunelerinin serbest nem oranı % 11,40 bulunmuştur. Serbest nem oranı, karışıma katılacak karma suyu miktarını belirlemek açısından değer taşımaktadır.

Plastiklik Suyu Tayini

Elde edilen plastiklik suyu değerleri Tablo 1'de verilmiştir. Buna göre, diatomit katkı oranları arttıkça, plastiklik suyu oranı giderek artmaktadır. Sonuçlar "Brick Industry Association – BIA 11490" ile uygunluk sağlamaktadır.

Tablo 1. Plastiklik suyu deney sonuçları

% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
	% 10	% 20	% 30
25,30	25,68	27,43	30,42
BIA 11490 'a göre		% 20 – 30 Sınır Değerler	

Doğrusal Kuruma Küçülmesi

Doğrusal kuruma küçülmesi ile ilgili deney verileri Tablo 2'de görülmekte olup, elde edilen deney sonuçlarının, standart değerler (BIA 11490 %7-30) arasında olmadığı, fakat tüm numunelerde daha uygun doğrusal kuruma küçülmeleri elde edildiği görülmektedir. Ayrıca, diatomit katkılı numunelerin doğrusal kuruma küçülmelerinin, %100 kil numuneye göre azalma eğilimi göstermektedir. Bu değerlerin üretim aşamasında olumlu etki yaratabileceği söylenebilir.

Tablo 2. Doğrusal kuruma küçülmesi deney sonuçları

% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
	% 10	% 20	% 30
6,6	5,0	5,0	4,6
BIA 11490'a göre		% 7 – 30 Sınır Değerler	

Toplam Doğrusal Küçülme Deneyi

Toplam doğrusal küçülme deneyi sonuçları Tablo 3'te verilmiş olup, piştirme sıcaklık artışları katkısız (%100 Kil) seride maksimum standart değeri geçmiş, bunun yanında diatomit katkılı serilerde (BIA 11490)'a göre sınır değerler içerisinde kalmıştır. Ayrıca diatomit katkı oranı arttıkça, toplam doğrusal küçülme değerlerinin de azaldığı

görülmektedir. Böylece diatomit katkısının toplam doğrusal küçülme değerlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.

Tablo 3. Toplam doğrusal küçülme deneyi sonuçları

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
		% 10	% 20	% 30
800 °C	7,60	5,60	5,00	4,60
900 °C	7,80	6,00	5,60	5,20
1000 °C	8,20	6,40	6,20	5,80
BIA 11490'a göre		% 2 – 8 Sınır Değerler		

Basınç Mukavemeti Deneyi

Deney serilerinden elde edilen basınç mukavemet değerleri Tablo 4'te verilmiştir. Farklı karışım numune serilerine ve pişirilme sıcaklıklarına göre basınç mukavemeti deneyi sonuçları değerlendirildiğinde, karışım serilerine ve pişirilme sıcaklıklarına göre farklılıklar gözlenmiştir. En uygun basınç dayanımı 900 °C'de pişirilen numune serisinden elde edilmiştir. Diatomit katkısı bakımından da %20 ve %30 diatomit katkılı deney numune serilerinin basınç dayanımlarının iyi sonuçlar verdiği belirlenmiştir.

Tablo 4. Basınç mukavemeti deneyi sonuçları (N/mm²)

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
		% 10	% 20	% 30
800 °C	11,22	10,44	11,17	12,65
900 °C	16,69	8,76	13,32	13,68
1000 °C	13,79	6,18	8,95	10,81
TS 705'e göre (TS EN 771-1)		Aritmetik Ortalama : 10 N/mm ² En Küçük Değer : 8 N/mm ²		

Su Emme Deneyi

Su emme deneyi sonuçlarının verildiği Tablo 5'e göre; su emme oranları standart değerler içerisinde kalmaktadır. Diatomit katkı oranının artması, su emme oranlarında da artışa yol açmaktadır. Bu durumda diatomit katkısı su emme oranlarını olumsuz yönde etkilemektedir. Buna ek olarak pişirme sıcaklığı artışı su emme oranlarını azaltmaktadır.

Tablo 5. Su emme deneyi sonuçları (%)

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
		% 10	% 20	% 30
800 °C	6,30	8,29	11,83	17,35
900 °C	3,67	7,53	9,93	16,40
1000 °C	2,03	5,42	9,15	15,73

TS 704'e göre (14)	Her birinin ağırlıkça su emme oranı %20'den büyük olmamalıdır. Her birinin aritmetik ortalaması %18' den fazla olmamalıdır.
--------------------	--

Dona Dayanıklılık Deneyi

Numunelere dona dayanıklılık deneyi uygulandığında, zararlı olabilecek çatlama, kopma, pullanma, dağılma vb. hasarlar görülmüştür. Ancak numunelerden, şüphe edilenlere uygulanan basınç dayanım testinde 900 °C pişirilen %20 diatomit katkılı numune serisinin diğer numune serilerine oranla daha iyi sonuçlar verdiği görülmektedir (Tablo 6).

Tablo 6. Dona dayanım testi uygulanan numunelerin basınç mukavemeti deneyi değerleri (N/mm²)

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)			DİATOMİT KATKILI								
	Dona Dayanım Deneyi Sonrası Basınç Dayanımı	Don Öncesi Basınç Dayanımı	Basınç Dayanımının %85 Değerleri	% 10			% 20			% 30		
				Dona Dayanım Deneyi Sonrası Basınç Dayanımı	Don Öncesi Basınç Dayanımı	Basınç Dayanımının %85 Değerleri	Dona Dayanım Deneyi Sonrası Basınç Dayanımı	Don Öncesi Basınç Dayanımı	Basınç Dayanımının %85 Değerleri	Dona Dayanım Deneyi Sonrası Basınç Dayanımı	Don Öncesi Basınç Dayanımı	Basınç Dayanımının %85 Değerleri
800°C	10,89	11,22	9,54	10,06	10,44	8,87	8,32	11,18	9,50	5,58	12,64	10,75
900°C	12,49	16,69	14,18	7,71	8,76	7,45	11,67	13,31	11,31	7,79	13,67	11,62
1000°C	10,62	13,79	11,72	5,21	6,18	5,25	8,10	8,95	7,61	8,43	10,80	9,19
TS 705'e göre (TS EN 771-1)				Aritmetik Ortalama : 10 N/mm ² En Küçük Değer : 8 N/mm ²								

Zararlı Kireç ve Manyezi Deneyi

Numunelere uygulanan zararlı kireç ve manyezi deneyi sonuçlarına göre, numunelerde, çatlama, kopma, pullanma, dağılma gibi önemli sayılabilecek hasarlara rastlanmamıştır.

Ateş Zayıatı Testi

Elde edilen ateş zayıatı değerlerinin BIA 11490' da verilen sınır değerleri arasında olup, verilenlerden diatomit katkısının ateş zayıatını olumlu yönde etkilediği söylenebilir (Tablo 7).

Tablo 7. Ateş zayıatı değerleri (%)

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
		% 10	% 20	% 30
800 °C	8,25	8,15	7,91	5,80
900 °C	9,11	8,60	8,22	6,60
1000 °C	8,44	9,05	8,35	6,70

BIA 11490'a göre	Sınır Değerler; % 2,5 – 10
------------------	----------------------------

Birim Hacim Ağırlığı Deneyi

Piştirilme sıcaklıkları ve karışım serilerine göre numunelerin birim hacim ağırlıkları Tablo 8'de verilmiş olup, katkısız örneklerin sınır değerini üzerinde olduğu, katkılı örneklerin ise , %30 katkılı 800 °C deki piştirme şartları hariç, diğer tüm durumlarda standart sınırları içinde kaldığı görülmektedir.

Tablo 8. Birim hacim ağırlığı değerleri (kN/m³)

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
		% 10	% 20	% 30
800 °C	20,63	18,99	17,68	15,93
900 °C	20,68	18,77	17,37	16,16
1000 °C	20,55	19,21	17,43	16,28
TS 705'e göre (TS EN 771-1)		Sınır Değerler; 18 kN/m ³ – 16,01 kN/m ³		

Görünür Yoğunluk ve Porozite Deneyi

Numunelerin belirlenen görünür yoğunluk değerleri Tablo 9'da verilmiştir. Diatomit katkı oranlarının artırılması ile görünür yoğunluk değerleri azalmıştır. Bunun yanında piştirme sıcaklığının yükseltilmesi, görünür yoğunluk değerlerinde artışa yol açmaktadır.

Tablo 9. Görünür yoğunluk değerleri (kN/m³)

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
		% 10	% 20	% 30
800 °C	21,65	20,02	19,74	17,31
900 °C	21,79	20,76	19,56	18,46
1000 °C	21,83	20,35	19,48	18,97

Numunelerin porozite değerleri Tablo 10' da görülmekte olup, diatomit katkı oranı arttıkça porozite oranlarında artış, piştirme sıcaklığı arttıkça porozite oranlarında düşme görülmektedir.

Tablo 10. Porozite değerleri (%)

Sıcaklık	% 100 KİL (Katkısız)	DİATOMİT KATKILI		
		% 10	% 20	% 30
800 °C	10,98	12,42	19,70	27,75
900 °C	6,41	12,73	16,29	25,26

1000 °C	3,89	12,71	15,49	24.96
---------	------	-------	-------	-------

Sonuç ve Öneriler

Diatomit hammaddesinin tuğla üretiminde kullanılabilirliğine ilişkin yapılan deneysel araştırma sonucunda aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir:

- Tuğla üretiminde karışımdaki diatomit oranının artmasıyla, plastiklik suyu oranı da artmaktadır.
- Doğrusal kuruma küçülmesi değerlerinin standart değerde verilen kuruma küçülmesi değerler ile karşılaştırıldığında sınır değerinin altında olduğu belirlenmiştir. Bu durumun, diatomit katkılı numunelerin doğrusal kuruma küçülmelerinin üretim aşamasında olumlu etki yaratacağı söylenebilir.
- Toplam doğrusal kuruma küçülmesi değerlerinin standart değerler ile karşılaştırıldığında, standart sınırların içinde olduğu saptanmıştır. Diatomit katkısının oranı arttıkça toplam doğrusal küçülme değerlerinin azaldığı görülmektedir. Böylece diatomit katkısının toplam doğrusal küçülme değerlerini olumlu yönde etkilediği belirlenmiştir.
- 800 °C, 900 °C ve 1000 °C 'de pişirilen numune serilerinde en uygun basınç dayanımının 900 °C 'de pişirilen numune serisinden elde edildiği görülmüştür. Diatomit katkısı bakımından da % 20 ve % 30 diatomit katkılı deney numune serilerinin basınç dayanımlarının olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir.
- Farklı karışım numune serilerine ve pişirilme sıcaklıklarına göre su emme deneyi sonuçları değerlendirildiğinde, su emme oranları standart değerler arasında kaldığı belirlenmiştir. Diatomit katkı oranının artması ile su emme oranının da arttığı gözlenmiştir. Diatomit katkısı su emme oranını olumsuz yönde etkilemektedir. Su emme deneyi uygulanan numunelere basınç dayanımı testi yapıldığında, 900 °C'de pişirilen, %20 diatomit katkılı numune serisinin basınç dayanımlarının olumlu sonuçlar verdiği belirlenmiştir.
- Dona dayanım testi sonucunda, kullanma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemiştir. Ancak deney sonuçlarından şüphe edilmesinden dolayı, deneyden çıkan numuneler üzerinde basınç dayanımı testi uygulanmış, diatomit katkı oranının artmasıyla dona dayanım basınç değerlerinde azalma olduğu ve 900 °C'de pişirilen %20 katkılı numunelerin uygun olduğu belirlenmiştir.
- Zararlı kireç ve manyezi deneyi sonucunda, kullanma sırasında zararlı olabilecek çatlak, kopma, pullanma ve dağılma gibi hasarlar görülmemiştir.
- Ateş zayılatı deneyi sonucunda, numunelerin standart değerde belirtilen % 2,5–10 sınırları içerisinde oldukları gözlenmiştir.
- Birim hacim ağırlığı deneyi sonucunda, standart değer aralığı olan 18 – 16,01 kN/m³ birim hacim ağırlığı aralığını, %30 katkılı ve 800 °C'de pişirilen numuneler hariç, diğerlerinin sağlaması, katkı kullanımının malzemede olumlu sonuçlar ortaya çıkardığını göstermektedir.

Yukarıda belirlenen tüm bulgular göz önüne alındığında %20 diatomit katkılı ürünlerin 900 °C' de pişirilmesi ile gerekli mekanik özellikleri yerine getirebilen ürün elde edilebileceği görülmüştür.

Bu çalışmada, Diatomit katkısı ile üretilen tuğla örneklerinin ısı geçirgenlik değerleri tespit edilememiştir. Bundan sonra yapılacak çalışmalarda, konunun bu yönünün de araştırılması önerilir.

Kaynaklar

- BIA-11490 (Brick Industry Association.), "Technical Notes On Brick Construction", 11490 Commerce Park Drive, Reston, Virginia, 1989.
- Bideci, A., "Diatomit hammaddesinin tuğla üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 2003.
- Demir, İ., "Afyon bölgesi tüflerinin tuğla üretiminde kullanılması", Doktora Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 2001.
- Demir, İ., "Afyon Çobanlar Mevkii killerin tuğla yapımına uygunluğunun araştırılması", Yüksek Lisans Tezi, *Gazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Ankara, 1996.
- Demir, İ., Orhan, M., "Reuse of waste bricks in the production line", *Building and Environment*, No:38, pp. 1451-1455, 2003.
- Gören, R., "Ankara yöresi diatomit hammaddesinin seramik sanayiine yönelik karakteristik özelliklerinin araştırılması", Doktora Tezi, *Yıldız Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, İzmir, 1999.
- Güzel, A., G., "Pomza katkılı tuğla üretimi ve bu tuğlaların mekanik ve boşluk özelliklerinin incelenmesi", Doktora Tezi, *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, İstanbul, 1993.
- Karadağ, N., "Diatomit katkısı ile tuğla eldesi", *İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, Yüksek Lisans Tezi, İstanbul, 1989.
- Orhan, M., Demir, İ., "Use of Afyon Tuffs in brick production", *İndüstriyel Ceramics*, Vol. 23. No:3, 2003.
- Rahman, M.A., "Effect of Rice Husk Ash on the Properties of Bricks Made from Fired Lateritic", *Soil-Clay Mix. Materials and Structures*, 21 (123): 222-227, 1988.
- TS 705 "Fabrika Tuğlaları-Duvarlar İçin Dolu ve Düşey Delikli", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1986.
- TS EN 771-1 "Kagir Birimler-Özellikler-Bölüm 1: Kil Kagir Birimler (Tuğlalar)", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 2005.
- TS 4790 "Tuğla ve Kiremit Topraklarının Deney Metodu", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1986.
- TS 2746 "Seramik Yapımında Kullanılan Killer Serbest Nem Miktarı Tayini", Türk Standartları Enstitüsü, Ankara, 1978.