

ALACAATI (ÇEŞME) TÜFÜNÜN KARO ÜRETİMİNDE KULLANILABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

İlker ÖZKAN¹, Zeliha METE¹, Hakan ELÇİ², Esra DOKUMACI³

¹ Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Endüstriyel Seramik Programı, İzmir/Türkiye

² Dokuz Eylül Üniversitesi, Torbalı Meslek Yüksekokulu, Jeoteknik Programı, İzmir/Türkiye

³ Dokuz Eylül Üniversitesi, Metalurji ve Malzeme Mühendisliği Böl. İzmir/Türkiye

ÖZET

Seramik karo üretiminde alternatif hammadde kullanım olanaklarının çalışılması her zaman gündemde olan bir araştırma konusu haline gelmiştir. Üreticiler hem ürün kalitesini yükseltmek hem de üretim maliyetlerini azaltmak için bu konuya oldukça hassas yaklaşmaktadırlar. Bu çalışmada karo üretiminde alternatif bir hammadde olarak Alaçatı tüfleri kullanılmıştır. Tüf numunesinin kimyasal ve XRD analizleri yapılmış, ayrıca farklı sıcaklıklarda fırınlanan numunelerin fiziksel değişimleri ve optik mikroskop ile mikroyapısı gözlemlenmiştir. Standart karo reçetesine farklı oranlarda tüf ilave edilerek kuru presleme yoluyla şekillendirilmiştir. Şekillendirilen ürünler 1140 °C, 1160 °C, 1180 °C ve 1200 °C’de fırınlanarak, oluşan ürünün fiziksel özellikleri (su emme, boyut değişimi) ölçülmüştür. Ayrıca elektron mikroskobu ile uygun numunelerin morfolojik incelemesi yapılmıştır. Elde edilen sonuçlarla tüflerin karo üretiminde kullanılabilirliği tartışılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Tüf, Karo, Alternatif Hammadde.

INVESTIGATION ON THE USAGE OF THE ALACATI (CESME) TUFFS IN TILE PRODUCTION

ABSTRACT

The investigations on the usage of the alternative raw materials have been always popular in the ceramic floor tile production. Manufacturers have been interested in this subject for both increasing product quality and decreasing production costs. In this research Alaçatı tuffs were used as an alternative raw material. Chemical and XRD analysis of the samples were done and microstructures of the samples that were fired at different temperatures were examined with an optical microscope. Tuff was added to the standart tile compositions at different ratios and the bodies were formed by pressing. These formed bodies were fired at 1140°C, 1160°C, 1180 °C and 1200°C. The physical properties (water absorption and elongation) of the fired samples were measured. Most suitable samples were examined by using SEM. The results were discussed.

Keywords: Tuff, Tile, Alternative Raw Material.

1. GİRİŞ

Son zamanlarda tüm endüstri alanları, alternatif, daha ucuz hammadde arayışına girmişlerdir. Bu sayede optimum sonuç olarak maliyetlerini düşürmek ve çevresel kirlenmeye karşıda etkili olmak istemektedirler. Seramik endüstrisi de artık ve alternatif malzeme kullanımında devamlı yatırımlar yapmaktadır [1]. Seramik endüstrisinin bu konudaki uğraşı, son ürün olarak tabir edilen fırınlanmış mamulün karakteristiklerini ve kalitesini değiştirmeden, bu tür malzemeleri kullanarak maliyetlerini

azaltma çabasıdır [2]. Bu alternatif malzemeler bölgesel hammaddeler olduğu gibi [3,4], bir endüstri alanının atıkları da olabilmektedir [1,5,6].

Zeolitler, SiO_4^{4-} ve AlO_4^{5-} tetrahedronlarının ortak oksijen atomları ile bağlandığı üç boyutlu kafes yapısına sahip kristal hidrate tektoalüminasilikatlardır. Zeolitler, tersinir şekilde su alıp verme, kesit çapına uygun şekilde molekülleri adsorblama ve içerdikleri inorganik katyonları yapısında önemli bir değişiklik göstermeden değiştirme kabiliyetleri ile karakterize edilirler [7,8].

Zeolitik tüflerin kullanımı yönünde literatürde araştırmalar mevcuttur. Tüflerin doğal yapı taşı olarak kullanımı[9], porselen stoneware karolarda kullanımı[10], portland çimentolarda kullanılabilirliği[11], düşük ağırlıklı agregata hammaddesi [12] olarak kullanılabilirliği gibi birçok alanda araştırmalar yapılmıştır.

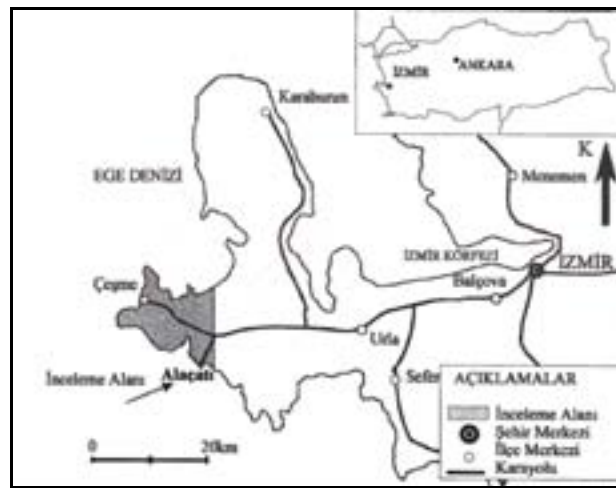
Bu çalışmanın amacı Alaçatı (Çeşme) tüfünün karo üretiminde kullanılabilirliğinin araştırılmasıdır.

2. MATERYAL VE METOD

İzmir iline bağlı Çeşme Alaçatı yöresinden (Resim 1) tüf numuneleri alınmıştır. Alınan tüf numuneleri 100 μm altına öğütülmüş, daha sonra dörtleme metodu ile homojen şekilde karışması sağlanmış ve analizler için bu karışım kullanılmıştır.

Alaçatı tüfünün kimyasal analizi Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği jeokimya laboratuvarında yapılmıştır.(Çizelge 1). Tüfün mineralojik özellikleri Dokuz Eylül Üniversitesi, Malzeme ve Metalurji Mühendisliği laboratuvarlarında bulunan XRD cihazı (Rigaku, D/Max-2200/PC marka, Cu K α radyasyonlu, tarama hızı 2 $^{\circ}$ C/dak) ile belirlenmiştir.

Alaçatı tüfünün farklı sıcaklıklarda fiziksel özelliklerini incelemek için tüf numuneleri, %6 rutubetli granül haline getirilmiştir. Granüller 35 mm çapındaki kalıpta 150 kgf/cm^2 basınç altında hidrolik pres yardımıyla şekillendirilmiştir. Şekillendirilen tabletler farklı sıcaklıklarda 1000, 1050, 1100, 1150 ve 1200 $^{\circ}$ C'de Nabertherm 15/14 marka cihazda fırınlanarak su emme ve boyut değişimi değerleri ölçülmüştür. Aynı deneyler reçetelerde kullanılacak diğer hammaddeler için de yapılmıştır.



Resim 1. Çalışma alanının yerbuldur haritası [13].

Alaçatı tüfünün etkilerini incelemek için tipik yer karosu reçetesine farklı oranlarda Alaçatı tüfü kullanılarak reçeteler yaş metotla hazırlanmıştır. İlk önce su ve elektrolit tartılmış, içine killeri atılmış ve açılması beklenmiştir. Killeri açıldıktan sonra, öğütülmüş olarak temin edilen (albit:-75 μm , kuvars:-45 μm), albit ve kuvars ilave edilmiştir. Karıştırıcıda reçetenin homojen olarak karışması sağlanmıştır.

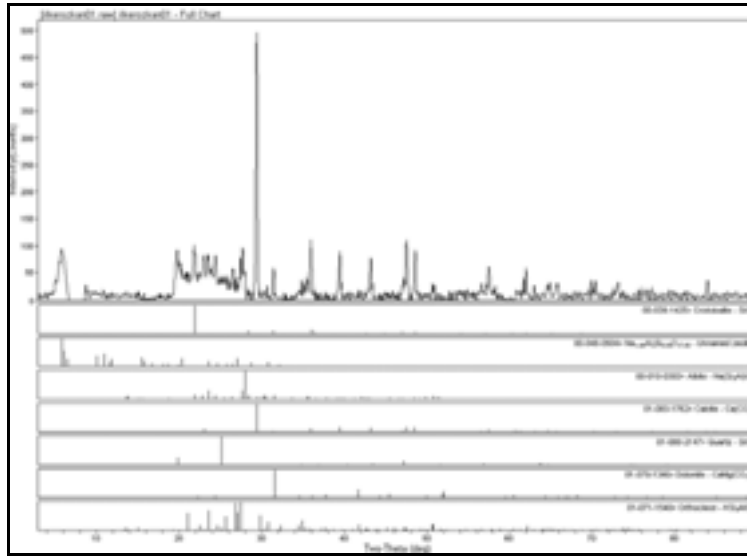
Etüve konularak kurutulmuş reçeteler yaklaşık %6 oranında nemlendirilerek granül haline getirilmiştir. Granüller 50x100 mm boyutundaki kalıpta 150kgf/cm² basınç altında şekillendirilmiştir. Şekillendirilen ürünler 1140, 1160, 1180 ve 1120°C'de fırınlanmıştır. Fırınlanan ürünlerin su emme ve boyut değişimi değerleri ölçülmüştür (Çizelge 5-6).

3. BULGULAR VE TARTIŞMALAR

Alaçatı tüfüne ait kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmektedir. Analizler sonucu Alaçatı tüfünün yüksek oranda SiO₂ ve alkali oksit içeriği (CaO, Na₂O, K₂O) dikkat çekmektedir. Alaçatı tüfünün toplam kayaç XRD grafiği incelendiğinde ise mineral bileşenleri olarak; kristobalit, albit, kalsit, kuvars, dolomit ve ortoklas içerdiği görülmektedir (Resim 2).

Çizelge 1. Alaçatı tüfünün kimyasal analizi.

	Alaçatı tüf (Şantiye)	Alaçatı tüf (Ocak)
SiO ₂	57,17	63,96
Al ₂ O ₃	8,24	9,11
Fe ₂ O ₃	0,79	0,97
MgO	0,66	0,90
CaO	11,54	5,78
Na ₂ O	2,30	2,35
K ₂ O	4,01	3,94
TiO ₂	0,03	0,07
MnO	0,125	0,133
A.Z.	14,87	12,15
Toplam	99,735	99,363



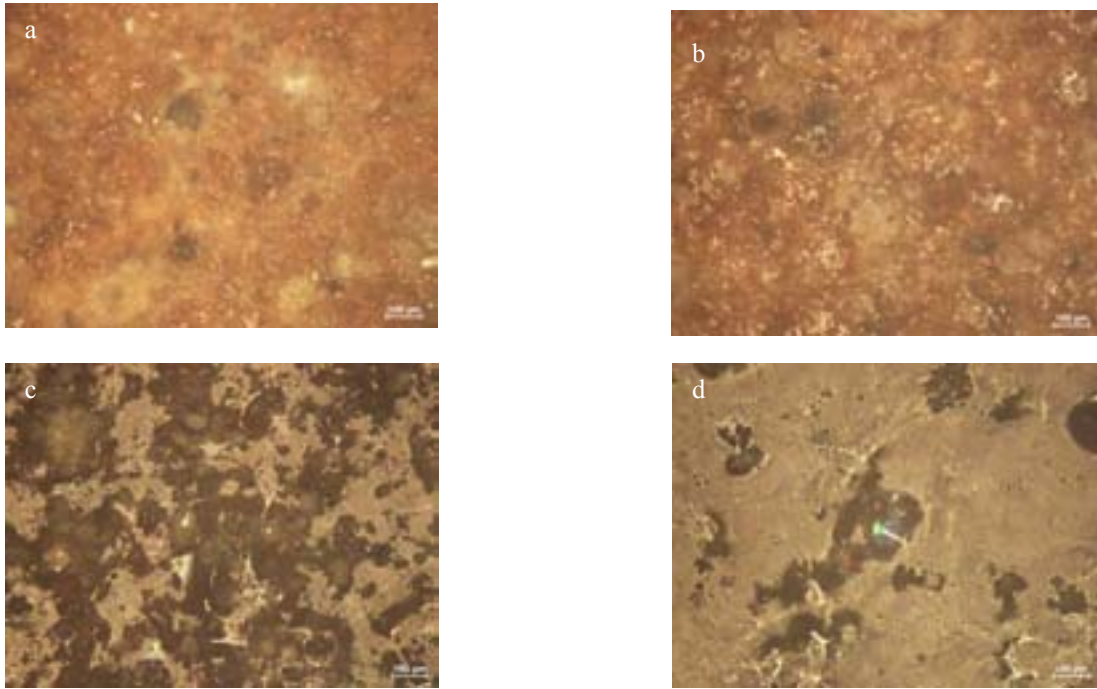
Resim 2. Alaçatı tüf numunesinin XRD grafiği

Alaçatı tüfünün farklı sıcaklıklarda fırınladıktan sonra yapılan testlerden elde edilen fiziksel özellikleri Çizelge 2'de verilmektedir. Sıcaklık arttıkça tüfün su emme değeri azalmaktadır. Özellikle 1100°C'de su emme değerinde ani bir düşme gözlenmektedir. Su emme testleri sırasında 1000°C'de ve 1050°C'de fırınlanan numunelerde çiçeklenme adı verilen beyaz tabakalar gözlenmiştir. Tüfün içinde bulunan kalsit mineralinin su ile tepkimeye girerek bu oluşuma neden olduğu düşünülmektedir. 1100°C'ye kadar numunelerin boyutlarında küçülme gözlenirken, 1150°C'de bir önceki sıcaklığa göre boyutun daha büyük çıktığı belirlenmiştir. Bunun nedeni ise 1150°C'de fırınlanan numunede erime başlangıcı görülmesi ve tablet numunesinin şeklinde yayılma gözlenmesidir.

Çizelge 2. Alaçatı tüfünün su emme ve boyut değişimi değerleri.

Sıcaklık(°C)	Su emme (%)	Boyut değişimi (%)
1000	11,66	-8,26
1050	5,61	-10,89
1100	0,62	-13,17
1150	0,52	-11,49

Farklı sıcaklıklarda fırınlanmış Alaçatı tüfünün mikro yapı fotoğrafları Resim 3'de görülmektedir. 1000°C'de fırınlanan numunede gözlenen gözeneklerin 1050°C'de fırınlanan numunede küçüldüğü görülmektedir. 1100°C'de fırınlanan numunede camsı matris fazın oluşturmaya başladığı, 1150°C'de ise camsı faz miktarının arttığı gözlemlenmiştir.

**Resim 3.** Farklı sıcaklıkta fırınlanan tüf numunelerinin mikro yapı fotoğrafları: (a) 1000°C, (b) 1050°C, (c) 1100°C, (d) 1150°C.

Alaçatı tüfünün kimyasal analizi kullanılarak hesaplanan teorik rasyonel yapısının başlıca bileşenlerinin feldspat ve kuvars olduğu görülmüştür. Bu nedenle hazırlanan orijinal yer karosu reçetesinden farklı oranlarda albit ve kuvars azaltılarak bunların yerine tüf kullanılmıştır. Çizelge 3'de orijinal reçete ve farklı oranlarda tüf kullanılarak hazırlanan diğer dört farklı reçete görülmektedir.

Çizelge 3. Farklı oranlarda Alaçatı tüfünün uygulandığı yer karosu reçeteleri

Hammadde	0. Reçete (%)	1. Reçete (%)	2. Reçete (%)	3. Reçete (%)	4. Reçete (%)
İstanbul Kili	20	20	20	20	20
Söğüt Kili	30	30	30	30	30
Albit	40	37	34	31	28
Kuvars	10	8	6	4	2
Tüf	-	5	10	15	20
TOPLAM	100	100	100	100	100

Oluşturulan reçeteler, piknometre kullanılarak yoğunluk ve Ford Cup No:4 kullanılarak akış zamanı değerlerine bakılmıştır. Hazırlanan reçetelerin yoğunluk ve akış zamanı değerleri Çizelge 4'de görülmektedir. Tüf ilavesinin yoğunluk değerlerinde ilk önce azalmaya daha sonra artmaya, akış zamanında da artmaya neden olduğu gözlemlenmiştir.

Çizelge 4. Hazırlanan reçetelerin yoğunluk ve akış zamanı değerleri

Reçete	Yoğunluk (gr/lt)	Akış zamanı (sn)
O.Reçete	1649,6	15,25
1.Reçete	1618,1	15,93
2.Reçete	1624,8	19,68
3.Reçete	1632,5	28,12
4.Reçete	1640,1	30,24

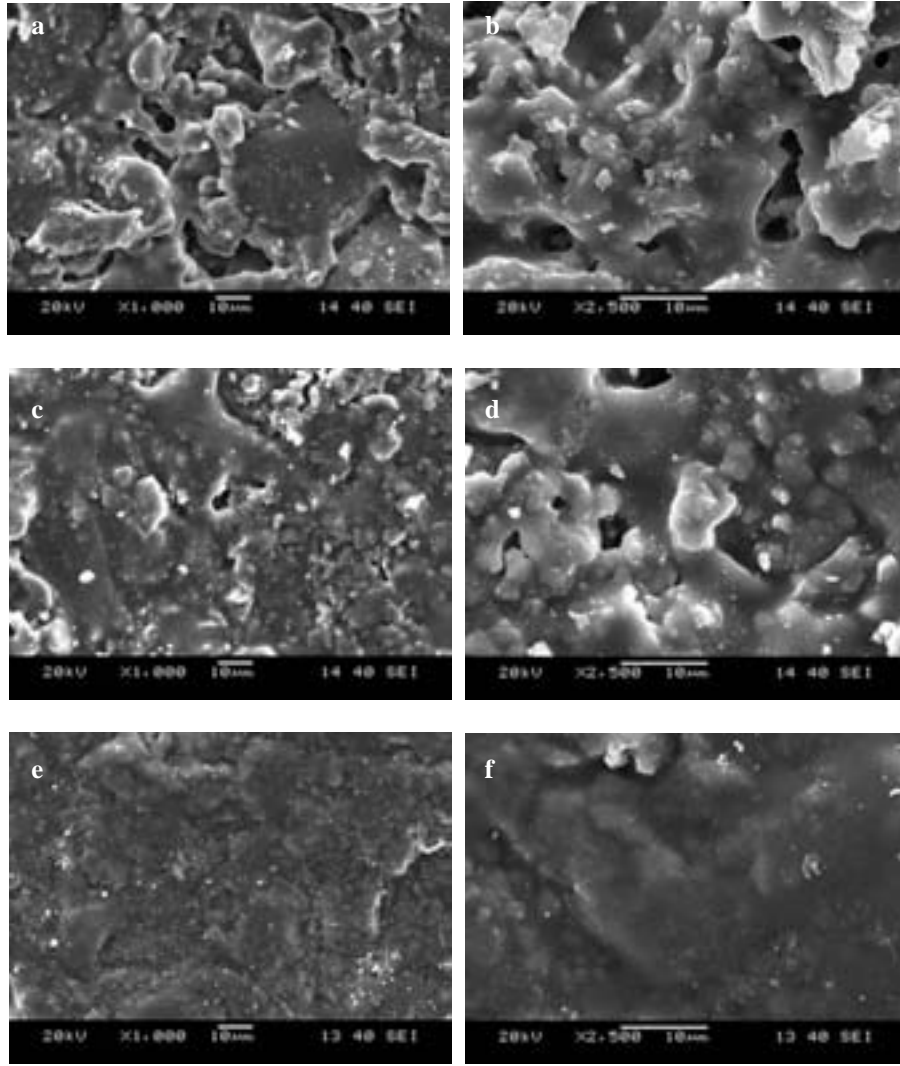
Çizelge 5. Hazırlanan reçetelerin farklı sıcaklıklardaki su emme değerleri

Sıcaklık	O. Reçete (%)	1. Reçete (%)	2. Reçete (%)	3. Reçete (%)	4. Reçete (%)
1140°C	8,92	9,38	9,51	9,94	10,16
1160°C	4,66	4,43	4,71	5,31	5,34
1180°C	1,78	1,60	1,51	1,55	1,96
1200°C	0,63	0,34	0,28	0,24	0,22

Farklı sıcaklıklarda fırınlanan numunelerin su emme ve boyut değişimi değerleri Çizelge 5 ve 6'da verilmektedir. Reçetelerde sıcaklık arttıkça numunelerin su emme değerlerinde ve boyut değişimi değerlerinde azalış gözlenmektedir. Ayrıca 1180°C'de tüf oranının artması ile su emme değerinin azaldığı da gözlemlenmiştir. Resim 4'de gösterilen SEM fotoğraflarından da bu durum görülmektedir. Akma zamanı değerlerinde ise 2.Reçeteden sonra akma zamanının önemli şekilde arttığı görülmektedir. Bu durum tüflerin teknolojik açıdan un uygun kullanım oranının maksimum %10 olması gerektiğini düşündürmektedir.

Çizelge 6. Hazırlanan reçetelerin farklı sıcaklıklardaki boyut değişimi değerleri

Sıcaklık	O. Reçete (%)	1. Reçete (%)	2. Reçete (%)	3. Reçete (%)	4. Reçete (%)
1140°C	-6,92	-6,70	-7,25	-7,33	-6,63
1160°C	-9,19	-9,54	-9,79	-9,15	-8,73
1180°C	-11,07	-12,04	-12,20	-11,62	-11,01
1200°C	-12,06	-12,64	-13,02	-12,64	-12,70



Resim 4. 1180^oC’de fırınlanmış numunelerin SEM fotoğrafları;
(a)-(b): O.Reçete, (c)-(d): 1.Reçete, (e)-(f): 2.Reçete

4. SONUÇLAR

Alaçatı (Çeşme) tüfünün yer karosu reçetesinde kullanılabilirliği incelenmiş ve maksimum %10 oranında kullanılabileceği sonucuna varılmıştır. Uygun oranlarda kullanıldığında su emme ve boyut değişimi değerlerini olumlu yönde etkilemektedir. %10 oranından daha fazla kullanılan Alaçatı tüfü, reçetenin akış zamanını olumsuz etkilemektedir.

5. KAYNAKLAR

1. Acchar, W., Vieira, F. A., Segadães, Ana M., *Using ornamental stone cutting rejects as raw materials for red clay ceramic products: Properties and microstructure development*, Materials Science and Engineering A, Volume 435-436, Pages 606-610, 2006.
2. S.Kurama , A. Kara, H. Kurama, *Investigation of borax waste behaviour in tile production*, Journal of the European Ceramic Society, Volume 27, Pages 1715-1720, 2007. Blanco García,,M. Rodasa, C.J. Sánchez, M. Dondi, J. Alonso-Azcárate, *Technological characterization and ceramic application of gravel pit by-products from middle-courseJarama river deposits (central Spain”*, Applied Clay Science, Volume 28, Pages 283-295, 2005.

3. S.J.G. Sousa, J.N.F. Holanda, *Development of red wall tiles by the dry process using Brazilian raw materials*, Ceramics International, Volume 31, Pages 215-222, 2005.
4. M.M.Jordán, M.B. Almendro-Candela, M. Romerob, J.Ma. Rincón, *Application of sewage sludge in the manufacturing of ceramic tile bodies*, Applied Clay Science Volume 30, Pages 219-224, 2005.
5. Syamal Ghosh, Mihir Das, S. Chakrabarti, S. Ghatak, *Development of ceramic tiles from common clay and blast furnace slag*, Ceramics International Volume 28, Pages 393-400, 2002.
6. A.H. Englert, J. Rubio, *Characterization and environmental application of a Chilean natural zeolite*, International Journal of Mineral Processing, Volume 75, Pages 21– 29, 2005.
7. Aleksandra Daković , Srđan Matijašević, George E. Rottinghaus, Vera Dondur, Tanja Pietrass , Catherine F.M. Clewett, *Adsorption of zearalenone by organomodified natural zeolitic tuff*, Journal of Colloid and Interface Science Volume 311, Pages 8–13, 2007.
8. A.B.Yavuz, H. Elçi, M.Y. Koca, E.Tonguç, *Çeşme Alaçatı Tüflerinin Malzeme Özellikleri ve Doğal Yapıtışı Olarak Kullanılabilirlikleri*, 30.yıl Fikret Kurtman Jeoloji Sempozyumu, Selçuk Üniversitesi Jeoloji Bölümü, Konya, 2006.
9. Roberto de' Gennaro, Piergiulio Cappelletti, Guido Cerri, Maurizio de' Gennaro, Michele Dondi,, Guia Guarini, Alessio Langella, Debora Naimo, *Influence of zeolites on the sintering and technological properties of porcelain stoneware tiles*, Journal of the European Ceramic Society Volume 23, Pages 2237–2245, 2003.
10. B.Yılmaz, A.Uçar, B. Öteyaka, Veli Uz, *Properties of zeolitic tuff (clinoptilolite) blended portland cement*, Building and Environment Volume 42, Pages 3808–3815, 2007.
11. R. de' Gennaro, P. Cappelletti, G. Cerri, M. de' Gennaro, M. Dondi, A. Langella, *Zeolitic tuffs as raw materials for lightweight aggregates*, Applied Clay Science Volume 25, Pages 71– 81, 2004.
12. Kaçmaz H., *Alaçatı (Çeşme) Tüflerinin Jeokimyasal Özellikleri ve Zeolitleşme*, Dokuz Eylül Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yayınlanmamış Yüksek Lisans Tezi, 2, 2001.

