

## **Foça Tüflerinin Çimento Sanayiinde Tras Hammaddesi Olarak Kullanılabilirliği**

**A. Baykal**

*Dokuz Eylül Üniversitesi Müh. Fak. Jeo. Muh. Böl. Bomova/İzmir*

ÖL<sup>1</sup>: Sanayinin hızla gelişip büyüyen bir sektör olması, değişik malzemelerin hammaude olarak incelenmesini ve kullanılabilme olanaklarının araştırılmasını zorunlu hale getirmektedir. Ülkemizin hammadde potansiyeli açısından zengin olması, bu çalışmaları desteklemekte ve yeni yeni malzemelerin denenmesine olanak sağlamaktadır. Bu görüşler ışığı altında, Foça yöresinde yaygın olan tüfün, çimento sanayiinde tras malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmış ve bazı özellikteki tüf örneklerinin %25 oranına kadar diğer bazı tüf örneklerinin ise %20 oranına kadar tras malzemesi olarak kullanılabilceği belirtilmiştir.

Use of Foça Tuffs As Fill Material in the Cement Industry

**ABSTRACT:** Fast development of the industry forces us to investigate the value of various materials as raw materials and their wider use in the industry. As Turkey has a quite rich raw materials potential, it is possible to investigate and examine such new raw materials for their industrial use. The tuffs which are widely exposed in Foça region, are investigated in order to determine if they could be used as fill materials in the cement industry. This study has shown that while some of the tuffs are could be used up to 25% as fill materials, some other could be used up to 20% as fill materials in the cement manufacture.

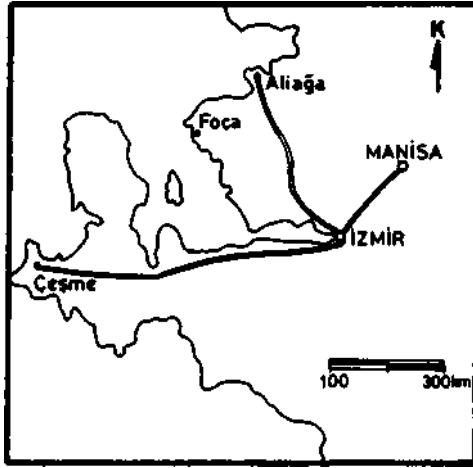
### **1. GİRİŞ**

Ege bölgesi, İzmir iline bağlı Foça ilçesine ait (Şekil 1) Urla K 17 C1 - K 17 d2 paftalarından yaklaşık 45 km<sup>2</sup>lik bir alanın 1/25000 ölçekli litolojik haritası hazırlanmıştır (şekil 2). Haritalama sırasında, araştırmaya konu olan tüfün bölge litostratigrafisindeki yerleri saptanmıştır.

Tüfler andezitlerin tabanında ve yer yer aglomeralarla veya aglomeratik tüflerle

ardalanmış bir şekilde yer almaktadır. Bu duruma ait karakteristik yüzlekler Foça'nın güneyindeki Can Tepe kayalıklarının eteklerinde görülebilir,

Haritalama çalışmaları sırasında konumlan ve şuuruları belirlenen tüfün bazı makroskobik saha özellikleri (sertlik, homojenite, renk vb) dikkate alınarak üç alt gruba ayrılmışlardır.



Şekil 1. Yer Buldum Haritası

Çalışmaya konu olan I.grup tüfler, Foça'nın güneyinde Can Tepe kayalıklarının etekleri, Killik Tepelerin güney ve kuzey etekleri, Sankaya Tepe güney etekleri, yeni Foça sahil yolunun önemli bir bölümünde yayılım gösterir.

## 2. MATERYAL VE YÖNTEM

Saha gözlemlerine dayanarak, silissiz tüfler olarak adlandırılan tüflerden Can Tepe doğu yamacından, Killik tepelerinden, Değirmen Tepe'den, Yeni Foça ile Eski Foça arasındaki sahil yolunun bazı kesimlerinden sistematik olarak toplam 22 adet tüf örnekleri alınmıştır.

Örnekler üzerinde mineralojik çalışmalar, jeokimya çalışmaları ve çimento hammaddesine yönelik fiziksel testler yapılmıştır. Daha sonra karışım reçeteleri hazırlanmış ve bu karışım malzemelerinin kimyasal analizleri, fiziksel testleri yapılmıştır.

Yaklaşık 50 kg olarak alınan örneklerden homojenleştirme işlemi tamamlandıktan

sonra 1 kg'a kadar azaltılmış ve 90 u'lük elek üstünde %5 kalacak şekilde öğütülmüştür.

## 3. MİNERALOGİSİ VE JEOKİMYASI

örnekler üzerinde XRD Analizleri yapılarak tüm kayarım mineralojik bileşimi saptanmıştır. Kil ayırma şlemlerinden soma kil fraksiyonlarına XRD Analizleri uygulanarak kil mineralleri belirlenmiştir. Buna göre tüflerin bileşiminde genelde kil minerali olarak Kaolinitin bulunduğu, Sahil yolu tüf örneklerinde ise kaolinitillit mineralinin birlikte bulunduğu saptanmıştır. Kil dışı diğer mineraller ise akuvars, Kristabalit, Feldspattır (sanidin-Albit) (Çizelge 1).

Örneklerle ilgili Elektron mikroskop çalışmaları (SEM) yapılmış ve kil nümerallerinin kristal yapılan gözlenmiştir (Foto 1-2).

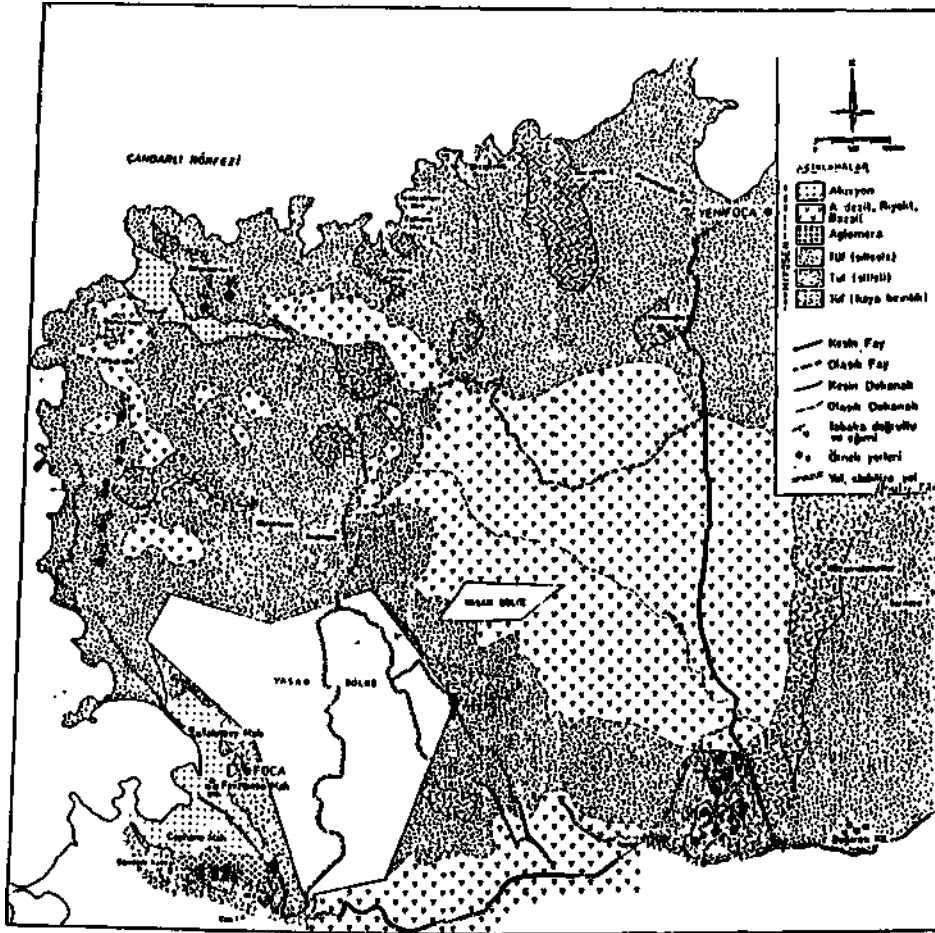
Jeokimyasal incelemeler yapılmış ve sonuçlar tras hammaddesi açısından uygun bulunmuştur (Çizelge2).

## 4. FİZİKSEL TESTLER

Özgül ağırlık deneyi, T.S. 639'da verilen deney yöntemlerine göre yapılmış olup, Becman 630 model piknometre kullanılmıştır.

Özgül yüzey deneyi ise, T.S. 24'e göre yapılmıştır. Her iki deneye ait sonuçlar çizelge 3'de verilmiştir.

Puzzolanik aktivite deneyi ise, özgül ağırlık ve özgül yüzey (blain) deney sonuçlarından yararlanılarak yapılmış olup, kullanılan malzemeler çizelge 4 de gösterilmiştir.



Şekil 2. Foça Yöresi Litolojik Haritası

Çizelge 1. Örneklerin Mineralojik Bileşimi (Bolluk sırasına göre)

K-1	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobolit			
K-2	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobolit			
K-3	Sanidin	kaolinit	kristobalit	a-kuvars			
K-4	Sanidin	kaolinit	kristobalit				
K-5	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobalit			
K-6	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobalit			
D-7	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobalit			
D-8	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobalit			
D-9	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobalit			
D-1	a-Kuvars	sanidin	kaolinit	kristobalit			
C-11	Kaolinit	sanidin	albit				
C-12	a-kuvars	sanidin	kaolinit				
C-13	a-Kuvars	sanidin	kaolinit				
C-14	a-Kuvars	sanidin	kristobalit	kaolinit			
S-15	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit		
S-16	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit		
S-17	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit		
S-18	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit		
S-19	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit		
S-20	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit		
S-21	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit	kristobolit	albit
S-22	a-Kuvars	kaolinit	illit	sanidin	albit		



Foto 1. Foça yöresi silissiz tüflerin bileşiminde bulunan kaolinit mineralleri (Killik Tepe)

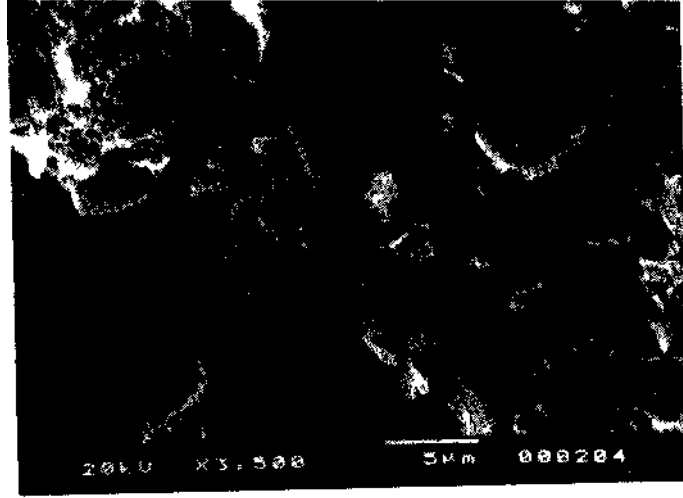


Foto 2. Foça tüflerinin bileşimindeki kaolinitUht mineralleri (Foça Sahilyolu)

Çizelge 2. Örneklerin asal element analiz değerleri

ÖrnekN 0	SiO <sub>2</sub> %	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> %	CaO %	MgO %	K <sub>2</sub> O %	Na <sub>2</sub> O %	SO <sub>3</sub> %	KK. %
K-1	76.05	10.37	1.01	0.40	0.12	4.85	0.17	0.04	3.33
K-2	76.0L	12.58	0.59	0.32	0.00	5.24	0.24	0.07	2.81
K-3	76.32	12.72	0.57	Q-39	0.09	6.72	0.29	0.02	2.32
K-4	75.83,	13.02	0.63	0.79	0.12	5.82	0.38	0.00	3.38
K-5	76.21	13.97	0.72	0.65	0.09	4.22	0.24	0.03	1.99
K-6	75.52	10.52	0.68	0.62	0.18	4.18	0.41	0.03	2.19
D-7	74.76	13.21	0.73	0.42	0.18	4.92	0.21	0.08	2.82
D-8	76.12	12.92	0.66	0.57	0.11	5.13	0.19	0.03	3.12
D-9	75.88	13.01	0.98	0.39	0.17	5.08	0.21	0.00	2.92
D-10	75.3?	12.42	0.92	0.71	0.14	4.98	0.25	0.07	3.07
C-11	70.77	13.77	0.82	1.01	0.38	5.08	0.75	0.03	4.22
C-12	72.19	14.02	0.99	0.92	0.42	4.62	1.68	0.07	4.82
C-13	71.57	14.19	1.01	1.32	0.57	4.97	1.92	0.04	5.01
C-14	71.13	13.85	1.11	1.27	0.56	5.17	1.98	0.04	4.96
S-15	74.42	12.15	1.85	0.20	0.33	4.18	0.81	0.50	4.86
S-16	75.82	13.01	0.99	0.21	0.28	4.23	0.97	0.00	3.01
S-17	76.32	13.47	1.03	0.16	0.31	4.50	1.02	0.07	3.03
S-18	76.19	13.21	0.47	0.18	0.11	4.44	0.82	0.12	3.18
S-19	76.21	12.82	0.71	0.18	0.19	4.62	0.93	0.09	3.01
S-20	75.99	12.87	0.78	0.14	0.22	4.21	0.97	0.07	2.92
S-21	74.82	13.28	0.61	1.02	0.13	4.21	0.85	0.11	2.40
S-22	75.33	13.24	0.48	1.07	0.26	4.56	0.97	0.05	2.52

Çizelge 3 Örneklerin özgül ağırlık ve Özgül yüzey değerleri

Örnek No	özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Özgül Yüzey (cm <sup>2</sup> /gr)	Örnek No	özgül Ağırlık (gr/cm <sup>3</sup> )	Özgül Yüzey (cm <sup>2</sup> /gr)
K-1	2.47	7313	C-11	2.31	8216
K-2	2.45	7432	C-12	2.20	8792
K-3	2.34	8292	C-13	2.38	7442
K-4	2.40	10716	C-14	2.42	7929
K-5	2.33	7214	S-15	2.66	8395
K-6	2.49	8329	S-16	2.42	8525
D-7	2.25	10215	S-17	2.58	8462
D-8	2.34	7926	S-18	2.48	9225
D-9	2.31	8721	S-19	2.57	9724
D-10	2.14	10021	S-20	2.65	8929
			S-21	2.63	9226

Çizelge 4. Puzzolanik aktivite deneyi için hazırlanan bileşim

MALZEME CİNSİ	ALINAN MİKTAR (gr)
Sönmüş Kireç Ca(OH) <sub>2</sub>	150
Tras	Tras Özgül Ağ 2x150 ————— = T SonmuşKır Öz Ağ (2.28 gr/cm <sup>3</sup> )
Standart Kum (TS 819)	1350
Su	0.5(150 + T)

Çizelge 5. Örneklerin Mukavemet Deney Sonuçları

Örnek No	Eğilme Mukavemeti kgf/cm <sup>2</sup>	<sup>x</sup> Basma Mukavemeti kgf/cm <sup>2</sup>
TS 24'e göre	en az 10	en az 40
K-1	20	115
K-5	15	101
D-8	18	92
S-15	24	107
S-18	13	112

Bu karışıma göre hazırlanan prizma şeklindeki kalıplar üzerinde 7 günlük eğilme ve basma mukavemeti deneyleri yapılmış,

bulunan sonuçlar kabul edilen sınırlar içinde olduğu için çimento çalışmalarına geçilmiştir (çizelge 5).

## 5. ÇİMENTO ÇALIŞMALARI

TS 25'e uyan tras ile (ağırlıkça 20-40 kısım) TS 19'a uyan portland çimentosu klinkeri (ağırlıkça 80-60 kısım) bir miktar alçı taşı (CaSO<sub>4</sub>-2H<sub>2</sub>O) <sup>Uc</sup> birlikte öğütülerek çimento çalışmaları yapılmıştır.

İlk hedef %5 alçıtaşı ve klinker kullanılarak başlangıç karşılaştırma karışımının elde edilmesidir. Bu amaçla klinker ve %5 alçıtaşı, baz olarak alınan 4200 özgül yüzey değerine

ulaşana kadar öğütülmüştür.

İkinci hedef, tras örnekleri için ayn ayn %15, %20, %25 tras katkılı çimento kaşımünün hazırlanması ve bu kaşımınlar üzerinde kimyasal ve fiziksel testler yapılarak en verimli çimento kaşımının % kaçlık tras katkısı ile elde edildiğinin saptanmasıdır.

İlk bölümde yapılan laboratuvar deney sonuçları birbirine yakın olduğu için Killik Tepe ve Değirmen Tepe örnekleri kaşınılmış (TjrrA Sahil yolu üzerinden alınan örnekler kendi aralarında kaşınılmış ve (Tpg) adı altında çimento deneyleri yapılmıştır. Bulunan sonuçlar çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Çimento Deney Sonuçları

ANALİZLER	REFERANS ÖRNEK	%15	TKD %20	%25	%15	TFS %20	%25
SiO <sub>1</sub>	19.72	27.26	30.21	32.81	6.64	28.61	31.41
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	5.81	6.59	6.95	7.17	6.76	6.97	7.28
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.93	3.53	3.38	3.28	3.55	3.50	3.42
CaO	64.00	ve 53.54	49.94	47.15	53.65	50.86	47.82
MgO	0.68	v0.87	0.81	0.79	0.88	0.86	0.82
K <sub>2</sub> O	0.86	1.49	1.72	1.96	1.37	1.51	1.72
SO <sub>3</sub>	1.80	2.45	2.45	2.38	2.42	2.48	2.49
K.K	1.30	1.90	2.97	2.25	2.64	2.99	3.45
Mukavemetler							
Basınç günlük kg/cm <sup>2</sup>							
3	294	250	179	179	218	170	135
7	375	260	235	235	281	236	183
28	460	405	389	389	435	405	335
Eğilme kg/cm <sup>2</sup>							
3	54	44	39	34	45	31	24
7	61	51	48	41	51	40	29
28	72	66	64	61	63	58	44
Ozgül ağırlık gr/cm <sup>3</sup>	3.15	3.06	3.02	2.97	3.05	3.00	2.97
Litre ağırlık (gr)	10.50	9.67	9.44	9.38	9.60	9.50	9.44
İncelik % Ozgül yüzey Cm <sup>2</sup> /gr	3020	4265	4350	4375	4230	4287	4288
0.2 mm Eleküstü Kalıntısı	27.2	29	27	27.5	24	26.4	27.2
0.09 mm Eleküstü		2.8	2.6	3.4	2.4	3.2	4.6
Hacim Sabitliği	4	1	2	2	0	2	5
Donma Süresi (saat)							
Başlangıç	1.30	1.50	1.35	1.15	2.25	2.25	2.15
Son	2.30	2.45	2.50	2.30	3.35	3.35	3.30

Çizelge 7. Örneklerin Kimyasal Analiz Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Dikkat edilecek Özellikler	Limit değerleri	Foça örnekleri
SiO <sub>2</sub> +Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> +Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> değerleri	en az %70	%85 - %90
MgO	en çok % 5	0 - %0 5
SO <sub>3</sub>	en çok % 3	0- %0.12
Rutubet	ençok%10	%1 99 - % 5

## 6. SONUÇLAR

Kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde asal element analiz sonuçları çizelge 7'de de görüldüğü gibi T.S.lanm limit değerleri içersindedir.

Puzzolanik maddelerde özgül ağırlık, tane şekli, porozite, incelik puzzolonik aktiviteyi etkileyen önemli fiziksel özelliklerdir. Pozzolonik maddeler, fazla miktarda su tutabilme özelliğine sahip olmaları nedeniyle taze betonun su ihtiyacını etkiler. Fazla su, sertleşmiş betonun bazı özelliklerine etki eden en önemli faktördür. Bu nedenle yapılan fiziksel test sonuçları, yine kullanılabilir sınırlar içersindedir (çizelge 5).

Trash çimento karışımlarından alınan kimyasal analiz sonuçları değerlendirildiğinde, T<sup>^</sup> örneğinin %15, %20,%25 oranları ile T<sup>™</sup> %15, %20 oranları aranılan su değerleri içinde kaldığı görülmektedir. Yanlızca Tp<sup>^</sup> %25'lik kızdırma kaybı oranı, sınır değerlerin üzerine çıkmaktadır. Çünkü Trash çimentoda kızdırma kaybı ençok %3

olarak kabul edilmektedir Diğer değerler çizelge 7'deki değerlerle aynıdır

Trash çimento karışımlarının mukavemetini oluşturan eğilme-basınç dayanımları ise %25'lik Tp<sub>s</sub> örneği dışında 7-28 günlük sürelerin baz olarak alındığı değerlerin çok üstündedir, %25'lik Tp~ bu değerlerin çok altında sonuç vermektedir (çizelge 8).

Çizelge 6'da üretimi tamamlanmış, Trash çimentonun analiz değerleri görülmektedir. Bu referans örnek Foça-Trası ile karşılaştırıldığında sonuçları arasında önemli bir farklılığın söz konusu olmadığı gözlenmektedir.

Sonuç olarak TKJJ trası çimento içinde %15,%20,%25 ve Tps trası ise çimento içinde %15,%20 oranında katkı maddesi olarak ilave edilip, T.S.E'ne uygun kaliteli trash çimento üretimi yapılabilir. %25 Tps katkılı çimentonun fiziksel testlerinin olumsuz yakını çıkması bu örneğin bileşiminde bulunan illit mineraline bağlanabilir.

Çizelge 8. Eğilme-Basınç dayanım limit değerleri

>	<b>Basınç Dayanımı kgf/cm<sup>^</sup></b>	<b>Eğilmeden Çekme Dayanımı kgf/cm<sup>^</sup></b>
Trash Çimento	7 gün 28 gün	7 gün 28 gün
T.Ç 323	210 325	40 55



*Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 1995, izmir / Turhye*

Bozuk kristal yapısı ve kaolinit mineraline göre daha fazla su tutabilme özelliği, bu örneğin daha dikkatli kullanılması gerektiği sonucunu vermektedir.

**7. KAYNAKLAR**

Jefferson, D.F.^ 1989, çimento hammaddeleri Geliştirme Planaması ve Denemesi, Çimento Teknolojisi I, Çimhol A.Ş.

Yayınlan No.2

Schafer, H.U, 1989. Çimento Endüstrisinde Hammaddelerin seçimi, Çimento, Çimento Müstahsilleri Birliği, Çimento Bülteni, Cilt 26, sayı 263, ANKARA

T.S.E. 25, 1975 Tras T.S.E. Basımevi-Ankara

T.S.E. 26, 1975 Trash Çimento T.S.E. Basımevi-Ankara

