

Taşhane (Terme) Andezitik Tüflerinin Çimento Üretiminde Katkı Maddesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması

I. Alp, H. Deveci, A.O. Yılmaz, A. Kesimal & E. Yılmaz

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 61080, Trabzon

ÖZET: Bu çalışmada, Taşhane andezitik tüflerinin katkılı çimento üretiminde katkı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Örneklerin mineralojik, petrografik ve kimyasal analizleri, malzemenin $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ toplam içeriği % 79.86 olan volkanik orijinli porfirik traki andezit olduğunu göstermiştir. Bu bulgular ve kireç ile yapılan pozvolanik aktivite testleri, malzemenin TS 25 tarafından istenen tras özelliklerine uygun olduğunu göstermiştir. Üretilen katkılı Portland çimentoları üzerinde yapılan testler sonucunda, Taşhane andezitik tüflerinin TS 26 da belirtilen trash çimento için istenen özelliklere göre değerlendirildiğinde Portland çimentosu klinkene %27 oranına kadar katılarak katkılı çimento üretiminde kullanılabilceği bulunmuştur.

ABSTRACT: In this study, the prospect of using the Taşhane andesitic tuffs as blending material in the manufacture of blended cement was examined. Mineralogical, petrographic and chemical analyses of the samples showed that the material was porphyritic trachyandesite of volcanic origin with a $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ content of 79.86%. These findings and the results of pozzolanic activity test with lime indicated that the material meets the requirements specified by TS 25 for trass. The tests on the blended cements produced revealed that the Taşhane andesitic tuffs could replace, up to 27% w/w, Portland cement to produce the blended cement, which satisfies the specification of TS 26 for Trass cement.

1. GİRİŞ

Çimento, su ile kimyasal reaksiyonlar vererek katılaşıp sertleşebilen, kum ve çakıl gibi katı agregalan birbirine bağlayarak masif bir yapı oluşturan malzemelerdir. Çok çeşitli malzemeler bağlayıcı (çimento) özellik gösterebilir (Neville, 2000). Portland çimentosu endüstriyel olarak üretilen ve inşaat uygulamalarında en yaygın olarak kullanılan çimento tipidir ve genellikle silika, alumina ve demir oksit içeren hammaddelerden üretilmektedir.

Portland çimento üretiminde ilk adım genellikle kireçtaşı ve kil gibi hammaddeleri $\sim 1400^\circ C$ sıcaklıkta ısıtılarak tabii tutarak yapılan klinker üretimidir. Üretilen klinker az miktarda ($\sim 3-4$) alçı ile birlikte ince boyutlara öğütülerek Portland çimentosu elde edilmektedir (Taşkın, 1984).

Portland çimentosu üretim prosesinin enerji yoğun bir işlem olması nedeniyle maliyeti yüksek bir üründür (Taşkın, 1984; Neville, 2000). Çimento maliyetini/tüketimini azaltmak için bağlayıcı özelliğe sahip diğer bazı inorganik malzemeler katkılı çimento üretmek için kullanılabilir. Bu malzemelerden bazdan doğal pozvolanlar (tras) ve cüruf, uçucu kül, silis dumanı gibi metallurjik tesis atıklarıdır (Çizelge 1). Katkılı çimento, Portland çimentosuna göre çok daha az enerji tüketimi sağlaması ve bazı özelliklerinin getirdiği ilave katkılardan dolayı yapı sektöründe geniş bir kullanım alanı bulmuştur. Beton uygulamalarında tras katkılı çimentoların kullanılması çeşitli teknolojik avantajlar da sağlamaktadır (Camacho and Afif, 2002);

- Betonun işlenebilirliğini arttırmak,
- Geçirgenliği azaltmak,
- Sülfat etkisine karşı dayanımı arttırmak,
- Çatlamalara karşı dayanımı iyileştirmek,

- Uzun dönemde dayanıklılığı arttırmak.

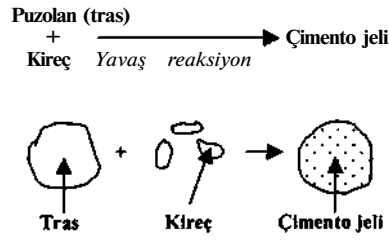
Çizelge 1. Katkılı çimento üretiminde kullanılan hammaddeler (Bakker, 1999)

Malzeme	Tipi	Kaynağı
Klinker	Hidrolik	Üretilmiş
Fırın cürufu	Hidrolik	Atık
Uçucu kül	Puzzolanik	Atık
Silis dumanı	Puzzolanik	Atık
Tras	Puzzolanik	Doğal
Jips	Düzenleyici	Doğal

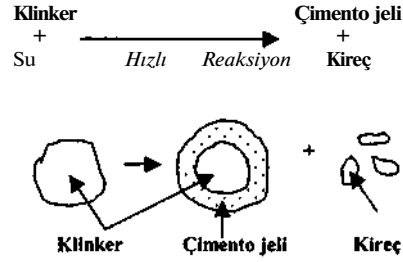
Tras volkanik orijinli doğal bir hammaddedir; temel olarak silis ve alüminyum oksitten oluşmakta, eser miktarda kireç içermektedir. Trasın yalnız başına hidrolik bağlayıcı özelliği yoktur. Reaksiyona girmek için kirece gereksinim duyar ve bağlayıcı özelliklere sahip ürün verir (Şekil 1). Kireç ve silika arasında meydana gelen reaksiyon puzzolanik reaksiyon olarak bilinir. Katkı maddesi olarak kullanıldığında, klinkerin su ile reaksiyonu (Şekil 2) sonucu açığa çıkan kireç puzzolanik reaksiyonun meydana gelmesini, trasın bağlayıcı özellik kazanmasını sağlar. Bu da, doğal puzzolan katkı çimentoların düşük geçirgenliğe sahip olmalarının yanı sıra, Portland çimentosuna göre sülfat etkisi gibi kimyasal etkilere karşı daha dayanıklı olmalarını sağlar (Massazza, 1999).

Doğal puzzolanların aktivitesi açısından özgül yüzeyin, kimyasal bileşiminin ve mineralojik yapının büyük rol oynadığı bilinmektedir (Camacho and Afif, 2002). Genel olarak, puzzolan tarafından bağlanan kireç miktarının aşağıdaki etmenlere bağlı olduğu bir çok araştırma tarafından doğrulanmıştır (Hewlett, 1998; Swamy, 1986); aktif fazların yapısı, miktarı, SiO₂ içeriği, karışımın kireç/puzzolan oranı, kür süresi.

Doğal puzzolan katkı çimentodan üretilen yapıların uzun dönemde dayanımı SiO₂+Al₂O₃ içeriği ile ilişkilidir. Kısa dönemde ise özgül yüzey alanı dayanım açısından birinci derecede etkilidir (Costa and Massazza, 1981). Doğal puzzolanların kimyasal özellikleri için istenen değerler Çizelge 2' de verilmiştir. Sönmüş kireç ve doğal puzzolanik madde karışımıyla hazırlanan örneklerin, 7 günlük çekme dayanımı en az 1 N/mm² ve basınç dayanımı en az 4 N/mm² olması gerekmektedir (TS 25, 1975).



Şekil 1. Trasın kireç ile reaksiyonu (Bakker, 1999).



Şekil 2. Klinker tanelerinin su ile reaksiyonu (Bakker, 1999).

Çizelge 2. Trasın kimyasal özellikleri (TS 25, 1975)

SiO ₂ +Al ₂ O ₃ +Fe ₂ O ₃	en az	% 70
MgO	en çok	% 5
SO ₃	en çok	% 3
Rutubet	en çok	% 10

Yüksek puzzolanik aktiviteye sahip trasların camısı faz (> %80) ve alkali feldspat içerikleri yüksek, kıl içeriği ise düşüktür (Terzibaşoğlu, 1995). Ağırlıkça % 20-40 tras ile klinkerin bir miktar alçı taşı ile öğütülmesi sonucunda üretilen trash çimentoda aranan özellikler Çizelge 3'de verilmiştir.

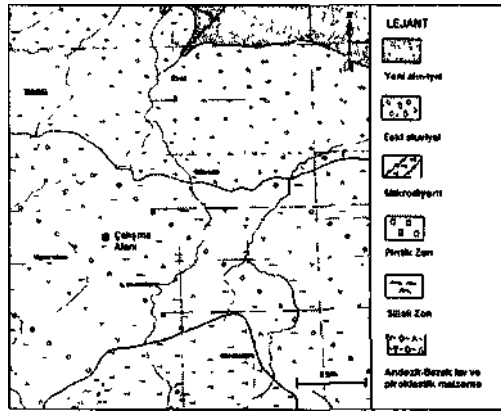
Çizelge 3. Trash çimento özellikleri (TS 26, 1992).

SO ₃ (%)	<3.5		
MgO (%)	<5.0		
Kızdırma kaybı (%)	<5.0		
Cl" (%)	<0.1		
Priz süresi (saat)	Baş.>1.0-Bitiş<10.0		
Hacim genleşmesi(mm)	<10		
Özgül yüzey (cm ² /Vg)	>2800		
Basınç mukavemeti (N/mm ²)	2gün	7 gün	28 gün
	>10	>21	>32,5

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1 Malzeme

Doğal puzolan örnekleri, Terme-Ünye yolu üzerindeki Evcı-Çamlıca, Bağsaray Köyleri yol kavşağından yaklaşık 5.8 km. güneyde Çamlıca Köyü Taşhane mevkiinden alınmıştır. Sahada; açık gri, yeşilimsi gri renkli, masif, seyrek eklemli, ojit ve biyotit kristalleri içeren andezitik tüf seviyeleri mevcuttur (Korkmaz, 2001). Anakaya, ortalama 50-100 cm, yamaç eteklerinde yer yer 5 m kalınlığında, kahverenkli çakıllı kil niteliğindeki yamaç molozu ile örtülüdür. Haritalama sırasında, araştırmaya konu olan trasların bölge litostratigrafisindeki yerleri saptanarak konumlan ve sınırları belirlenerek bazı makroskobik saha özellikleri-sertlik, homojenite, renk vb. dikkate alınmıştır (Şekil 3).



Şekil 3. Çalışma alanı jeolojik haritası.

2.2 Yöntem

Alman temsili örneklerin kimyasal analizi ve fiziksel özellik testleri TS 639'a göre yapılmış, mineralojik ve petrografik yapısı incelenmiştir. Örnekler üzerinde puzolanik aktivite deneyleri ve katkılı çimento üretim testleri gerçekleştirilmiştir.

Petrografik analiz için çok sayıda ince kesit hazırlanarak polarizan mikroskop altında incelenmiştir. Malzemede bulunan mineraller X-ışını difraktometre (XRD) ile belirlenmiştir.

Puzolanik aktivite testleri TS 25'e göre, TS 819'da tanımlanan standart kum kullanılarak yapılmıştır (Çizelge 4). Standart kaplar içerisine dökülerek hazırlanan örneklerin 7 günlük kür süresi sonrasında mekanik özellikler (basma ve çekme dayanımı) belirlenmiştir.

Çizelge 4. Puzolanik aktivitenin belirlenmesi için harçların hazırlanmasında kullanılan karışım oranları (TS 25, 1975).

Malzeme	Miktar (gr)
Kireç-Ca(OH) ₂	150
Tras	T
Standart kum (TS 819)	1350
Su	0,5x(150+T)

Katkılı çimento üretimi için Trabzon Çimento Tesisi'nden elde edilen klinker ile çeşitli oranlarda (%20-35) tras örneği ve %4 oranında alçı karıştırılarak öğütülmüştür. Elde edilen çimentonun kimyasal (TS 687, 1994) ve fiziksel özellikleri (TS 24, 1985) belirlenmiştir. Üretilen bu katkılı çimento örnekleri kullanılarak 4x4x16 cm boyutlu test örnekleri dökülmüş ve 2, 7 ve 28 gün kür süreleri sonunda mekanik özellikleri belirlenmiştir. Her bir deney için 6 adet test örneği kullanılarak elde edilen değerlerin ortalamaları alınmıştır. Beton örneklerinin fiziksel ve mekanik özellikleri TS 24'e göre belirlenmiş ve elde edilen sonuçların değerlendirilmesi TS 26 ve TS 12143'e göre yapılmıştır. Bu sonuçlara göre maksimum katkı oranları belirlenmiştir.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Taşhane Traslari Kimyasal, Mineralojik ve Petrografik Özellikleri

Ocaktan alınan örneğin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 5'te verilmiştir. Kimyasal analiz sonucu elde edilen değerler TS 25'te belirtilen kimyasal özellikler ile karşılaştırıldığında; Taşhane tras örneğinin SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃ içeriğinin %79,86 değerine ulaştığı ve standart değerlerin üzerinde olduğu görülmektedir. SO₃, MgO ve ateş kaybı değerleri de standart değerlerin altında kalmaktadır (Çizelge 5-6).

Çizelge 5. Örnek Kimyasal Analiz Sonuçları

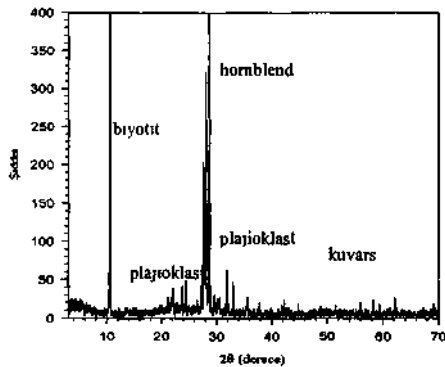
Kimyasal Bileşik	Değer (%)
SiO ₂	58.46
Al ₂ O ₃	16.81
Fe ₂ O ₃	5.39
CaO	8.77
MgO	2.60
K ₂ O	1.34
Na ₂ O	4.44
SO ₃	0.41
K.K	2.24
Toplam	99.66

Çizelge 6. TS 25 ve kimyasal analiz değerleri.

Bileşim	TS 25 (%)	Örnek (%)
SiO ₂ + Al ₂ O ₃ + Fe ₂ O ₃	>70	79.86
MgO	<5	2.60
SO ₃	<3	0.41
Rutubet	<10	2.2

Örnek üzerinde yapılan XRD incelemesinde plajyoklast (andezin), biyotit, homblend, kuvars ve manyetit mineralleri tespit edilmiştir (Şekil 4).

Mikroskopik incelemeler sonucunda kayacın % 40'dan fazla oranda andezinlerin hakim olduğu plajyoklastlardan oluştuğu, %10-15 oranında homblend içerdiği ve bol miktarda camsız malzemeden oluştuğu görülmüştür (Şekil 5).



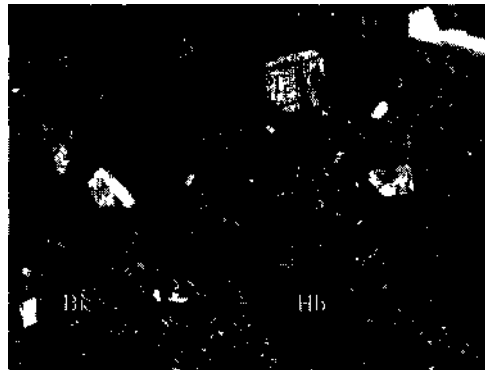
Şekil 4. Taşhane tras örneklerinin XRD profili.

Örnek içinde eser miktarda kıl, piroksen ve mikrolitik sanidinler görülmüştür. Örnek genel olarak hornblendli andezitik kristal tuf olarak (Şekil 5) tanımlanmakta fakat bazı bölgelerde hornblendli andezitik lav özelliği göstermektedir. Örnekte az oranda opak mineraller de bulunmaktadır.



Şekil 5. İnce taneli camsız faz içerisinde plajyoklast ve homblend kristallerinin hayalo-mikrolitik porfirik dokusu (X4, XPL).

Örneklerin kısmen mikrolitik, çoğunlukla camsız olan hamur içinde iri plajyoklast ve homblend fenokristalleri içeren volkanik bir kayacın olduğu söylenebilir. Plajyoklast fenokristalleri genellikle andezin içeriklidirler ve zonlu yapıdadırlar. İkizlenme ve elek dokusu oldukça iyi gözlemlenebilmektedir (Şekil 6). Yapılan mikroskopik incelemeler malzemenin hyalo-mikrolitik porfirik dokuya sahip traki-andezit olarak tanımlanabileceğini göstermektedir.



Şekil 6. Mikro ve fenokristalli plajyoklast, homblend ve biyotit ve opak manyetit taneleri (X4, XPL)

3.2 Tras Örneklerinin Fiziksel ve Mekanik Özellikler

Doğal puzolanların kimyasal bileşimi, katkı maddesi olarak kullanılabilmesi için gerekli kaliteyi belirtmede önemli olmasına rağmen bazı doğal puzolanlık malzemelerin düşük puzolanlık aktiviteye sahip olmasından dolayı puzolanlık aktivitelerinin belirlenmesi gerekir (Camacho ve Afif, 2002). Basınç dayanımı, bir malzemenin kireç ile reaksiyona girme ve bağlayıcı ürünler oluşturma gibi puzolanlık özelliklerinin belirlenmesinde yaygın olarak kullanılan bir parametredir (Erdoğan vd., 1999).

Taşhane tras örneklerinin fiziksel ve puzolanlık aktivite test sonuçları ve TS 25'te belirtilen standart değerler Çizelge 7'te verilmiştir. Harç örneklerinin basma dayanımı ve çekme dayanımının TS 25'de istenen minimum değerlerin sırası ile 2.5 ve 3.3 katı olduğu görülmektedir.

Malzemenin yüksek yüzey alanına sahip olması yüzey alanı ile artma eğiliminde olmasından dolayı basınç dayanımı üzerine olumlu etki yapabilir (Erdoğan vd., 1999). Bu çalışmada elde edilen bulgular ile karşılaştırıldığında, Çolak (2002) yaptığı araştırmalarda 80.6% SiO₂+Al₂O₃+Fe₂O₃ (4564 cm²/g) içeren doğal bir puzolan için 28 ve 90 gün için daha düşük basma dayanım sonuçları (sırasıyla 4,45 and 9,12 N/mm²) elde etmiştir. Bu, yazarın kullandığı doğal puzolanın Fe₂O₃ içeriğinin yüksek (12.5%) olmasından kaynaklanmış olabilir (Erdoğan vd., 1999).

Çizelge 7. Fiziksel ve puzolanlık aktivite test sonuçları (7 gün) ve TS 25 tras standardı.

Yapılan deneyler	Örnek	TS 25
Basınç dayanımı (N/mm ²)	10,2	>4,0
Çekme dayanımı (N/mm ²)	3,4	>1,0
Özgül ağırlık (gr/cm ³)	2.50	—
Özgül yüzey (cm ² /gr)	4928	—
0.2 mm elek üstü (%)	3.30	—
0.09 mm elek üstü (%)	1.10	—
D.Y.K. özgül ağırlığı (gr/cm ³)	2.105	—
Kuru özgül ağırlık (gr/cm ³)	1.909	—
Zahiri özgül ağırlık (gr/cm ³)	2.373	—
Don dayanıksızlığı (%)	2.930	—
Absorbsiyon nispeti (%)	13.25	—
Birim hacim ağırlığı (gr/cm ³)	1.910	2.2
Aşınma nispeti (%)	44	40

3.3. Katkılı Çimento Üretim Deneyleri

Trabzon Çimento Tesis'i'nde klinker üretimi için %39.0 oranında mam cevheri, %58.5 oranında kalker cevheri ve %2.5 oranında demir cevheri besleme olarak kullanılmaktadır. Beslenen cevherlerin kimyasal bileşimi Çizelge 8'de verilmiştir. Üretilen klinker, tras malzemesi ve alçı ile çeşitli oranlarda karıştırıldıktan sonra 30 dk öğütülmüştür. Karışım miktarları ve oranları Çizelge 9'da özetlenmiştir. Karışımında kullanılan alçı %39.5 SO₃ ve %17.50 H₂O içermektedir. Öğütme sonrasında elde edilen farklı tras içeriklerine sahip katkı çimentolann kimyasal analizleri Çizelge 10'da verilmiştir.

Çizelge 8. Klinker üretiminde kullanılan cevherlerin kimyasal bileşimi

Bileşik (%)	Mam	Kalker	Demir C.
MgCO ₃ +CaCO ₃	54,20	85,30	-
SiO ₂	26,41	6,95	20,60
Al ₂ O ₃	6,62	1,93	2,30
Fe ₂ O ₃	3,02	1,13	67,12
CaO	31,43	48,59	1,17
MgO	0,37	2,40	2,36
SO ₃	0,29	0,34	-
Kızdırma Kaybı	26,60	37,63	6,36
Na ₂ O	1,20	0,38	-
K ₂ O	2,90	0,50	-
Tayin Edilemeyen	1,16	0,15	-
Toplam	100,00	100,00	100,00

Klinker ve üretilen tras katkı çimento ürünlerinin tane boyutu, yüzey alanı ve özgül ağırlık gibi fiziksel özellikleri ve mekanik dayanım test sonuçları Çizelge 11'de verilmiştir. Basınç dayanımının tras içeriğine ve kür süresine bağlı olarak değişimi sırası ile Şekil 7 ve 8'de görülmektedir.

Çizelge 10'dan görüldüğü gibi farklı tras oranlarında (%20-35) üretilen katkı çimentolann TS 26 standardında belirtilen kimyasal kriterlere uygun olduğu görülmektedir. Yirmisekiz günlük basma dayanımları göz önüne alındığında Taşhane trası, katkı çimento üretiminde %30'a kadar kullanılabilir. Ancak ±%10 emniyet faktörü ile maksimum %27 oranında katılabileceğini söylenebilir (Şekil 7-8).

Çizelge 9 Çeşitli tras içerikli katkı çimento üretiminde kullanılan malzemelerin miktar ve oranları

URUN	%20 Tras		%25 Tras		%30 Tras		%35 Tras	
	Miktar(gr)	%	Miktar(gr)	%	Miktar(gr)	%	Miktar(gr)	%
Klinker	3040	76	2840	71	2640	66	2440	61
Tras	800	20	1000	25	1200	30	1400	35
Alçı	160	4	160	4	160	4	160	4
TOPLAM	4000	100	4000	100	4000	100	4000	100
Öğütme, dk	30		30		30		30	

Çizelge 10 Klinker ve tras katkı çimento örneklerinin kimyasal bileşimi

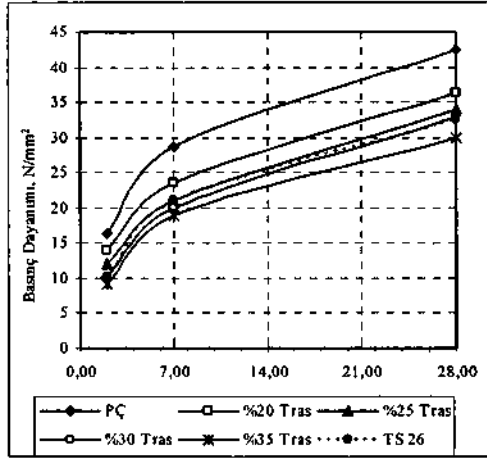
%	Klinker	%20 Tras	%25 Tras	%30 Tras	%35 Tras	TS 26
Çözünmeyen Kalıntı (ÇK)	-	17,64	22,76	27,13	31,18	
Toplam SiO₂	20,89	26,17	28,25	31,29	33,29	
Al₂O₃	4,89	6,63	7,52	8,08	8,71	
Fe₂O₃	4,40	4,47	4,32	4,35	4,29	
CaO	64,97	43,46	48,94	48,67	43,60	
MgO	0,85	1,61	1,39	1,03	1,19	< 5
SO₃	0,21	1,93	1,99	1,95	1,93	< 3,5
Kızdırma Kaybı	1,84	2,58	2,85	2,81	2,74	< 5
Na₂O	0,27	0,98	1,20	1,34	1,76	
K₂O	1,15	1,12	1,10	1,10	1,15	
Toplam	99,43	98,95	97,56	100,62	98,66	
S.CaO	2,76	1,92	1,84	1,58	1,41	
Kireç Doygunluğu (Kst)	92,53	-	50,35	45,74	38,43	
Toplam Katkı	-	22,50	28,76	34,00	36,31	
CO₂	-	0,75	0,88	0,86	0,82	

Çizelge 11 Test örneklerinin belirlenen fiziksel ve mekanik özelliklerin ve TS 26 ile karşılaştırılması

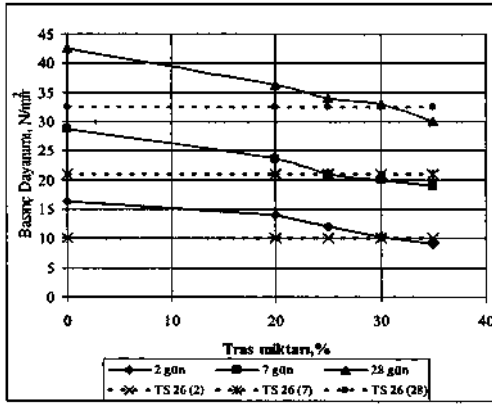
Özellik	Birim	Klinker	%20 Tras	%25 Tras	%30 Tras	%35 Tras	TS 26
+200/t	%	0,6	0,2	0,2	0,1	0,1	
+90 fi	%	5,9	4,8	4,3	3,6	2,2	
Özgül yüzey	cm ² /gr	3102	2709	2890	3321	3980	>2800
Özgül ağırlık	gr/cm ³	3,07	2,88	2,88	2,78	2,78	
Hacim genleşme	mm	23	6	4	3	3	< 10
Priz süresi Ba-Bit.	sa,dk	2,00-3,20	2,40-3,45	3,10-4,10	2,30-4,05	2,20-3,15	>1-<10
2. gün dayanımı	N/mm ²	16,3	14,0	12,0	10,2	9,1	>10
7. gün dayanımı	N/mm ²	28,7	23,5	21,0	19,9	18,9	>21
28. gün dayanımı	N/mm ²	42,5	36,2	33,9	32,9	30,0	>32,5

Çizelge 12 TS 12143'e göre Portland kompoz çimento (PKÇ 32,5) özelliklerin

Dayanım Sınıfı	Basınç Dayanımı N/mm ²				Priz Başl. (dk)	Hacim Genies. (mm)	SO ₃	CR	Çimento Sınıfı	
	Erken Dayanım		Standart Dayanım						%6-20 katkı	%21-35 katkı
	2. gün	7.gün	28.gttm							
32,5	-	16	>32,5	<52,5	>60	<10	<3,5	<0,1	PKÇ/A	PKÇ/B
32,5 R	> 100	-								



Şekil 7. Basınç dayanımının zamana bağlı olarak değişimi



Şekil 8. Basınç dayanımının karışım oranına bağlı olarak değişimi

Sonuçlar TS 12143'e göre değerlendirildiğinde Taşhane tras malzemesinin PKÇ/A veya PKÇ/B sınıfında 32,5R tipinde bir çimento üretimine uygun olduğu görülmektedir (Çizelge 12).

4. SONUÇLAR

Çimento maliyetini düşürmek, betonun dayanımını ve durabilitesini arttırmak için volkanik orijinli doğal puzolanlar (tras), katkı çimento üretiminde katkı maddesi olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada, Taşhane traslarının mineralojik, petrografik ve kimyasal özellikleri ve katkı çimento üretiminde katkı malzemesi olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Taşhane traslarının, volkanik orijinli bir porfiritik traki andezit olduğu ve $SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3$ içeriğinin % 79.86 olduğu bulunmuştur. Tras örneklerinin kimyasal analiz ($SiO_2+Al_2O_3+Fe_2O_3 > 70$) ve kireç ile yapılan puzolanik aktivite test sonuçları (7. gün basınç ve eğilmeden çekme dayanımları sırası ile 10.2 ve 3.4 N/mm^2), malzemenin TS 25'te belirtilen tras standartlarına uygun olduğunu göstermiştir. Portland çimento klinkeri ile farklı oranlarda katkı olarak yapılan puzolanik aktivite test sonuçları, Taşhane traslarının TS 26 da belirtilen traslı çimento özelliklerine uygun katkı çimento üretiminde %27 oranına kadar katkı malzemesi olarak kullanılabileceğini göstermektedir.

Taşhane trasları, TS 12143 standartlarına göre %20'den daha az oranlarda tras içeren PKÇ/A sınıfı 32,5R tipi veya %20-30 oranlarında tras içeren PKÇ/B sınıfı 32,5R tipi çimento üretimine uygundur. Ancak üretilen katkı çimentoların C1 içeriklerinin de TS 12143'e göre uygunluğunun belirlenmesi gerekmektedir. Söz konusu malzeme Ünye de bulunan çimento fabrikasına yaklaşık 20 km. mesafede bulunmasından dolayı getirdiği düşük nakliye masrafi açısından da avantajlı bir konuma sahip bulunmaktadır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, deneysel çalışmaların yapılmasında katkıda bulunan Trabzon Çimento Sanayii A.Ş. yönetimine ve Kimya Mühendisi Halil Süngün'e teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- Bakker, R., 1999, *Application and Advantages of Blended Cement Concretes*, QCL Group Technical Note.
- Camacho, R.E.R., Afif, R.U., 2002. *Importance of Using the Natural Pozzolans on Concrete Durability*, Cement and Concrete Research, Elsevier, 32, 1851-1858.

5 Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu 13 14 Mayıs 2004 İzmir Türkiye

- Costa, U , Massazza, F , 1981 *Factors Affecting the Reaction with Lime of Italian Pozzolanas*, II Cemento, pp 131-139, Italy
- Çolak, A , 2003 *Characteristics of Pastes From A Portland Cement Containing Different Amounts of Natural Pozzolan*, Cement and Concrete Research, Elsevier, 33, 585-593
- Erdoğan, K , Tokyay, M , Turker, P , 1999 *Traslar ve Trash Çimentolar*, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara
- Hewlett, P C , 1998 *Lea's Chemistry of Cement and Concrete*, John Wiley and Sons Inc , Fourth Edition, New York, USA
- Korkmaz, M , 2001 *Terme Çamlıca Koyu Tashane Mevkii Taş Ocağında Üretilen Malzemenin Çimento Hammaddesi Olarak Kullanılabilirliğinin Araştırılması*, KTU, Maden Muh Bol Bitirme Tezi, Trabzon
- Massazza, F , 1999 *Pozzolanas and Durability of Concrete*, Çimento ve Beton Dünyası, Journal of TÇMB, Ankara
- Neville, A M, 2000 *Properties of Concrete*, Prentice Hall, London, England
- Swamy, R N , 1986 *Cement Replacement Materials*, Blackie & Son Ltd, London, England
- Taşkın, C, 1984 *Türkiye Çimento Hammade Kaynakları*, Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, Ankara
- Terzibaşoğlu, N, 1995 *Andezitin Trash Çimento Üretiminde Kullanımı*, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, TMMOB Maden Mühendisleri Odası, Ankara
- TS 12143, 1997 Çimento-Portland Kompoze, T S E , Ankara
- TS 24, 1985 Çimentoların Fiziki ve Mekanik Deney Metodları, T S E , Ankara
- TS 25,1975 Tras, T S E , Ankara
- TS 26, 1992 Çimento-Traslı Çimento, T S E , Ankara
- TS 639, 1975 Uçucu Kuller, T S E , Ankara
- TS 687, 1994 Çimento-Kımyasal Analiz Metotları, T S E , Ankara
- TS 819, 1988 Rilem-Cembureau Standard Kumu T S E , Ankara