

FARKLI İNCELİKLERDEKİ TRAS VE UÇUCU KÜLÜN ÇİMENTO DAYANIMLARINA ETKİSİ

Özlem ÇELİK

İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, İnşaat Mühendisliği Bölümü, Avcılar/İstanbul

Geliş Tarihi : 25.09.2003

ÖZET

Bu çalışmada, % 40 sabit oranında uçucu kül katkısı ve % 40 sabit oranında tras kullanılarak üç grup halinde karışımlar hazırlanmıştır. Birinci gruptaki karışımlarda 45 µ elek üstü değerleri, ikinci gruptaki karışımlarda Blaine değerleri eşitlenmiş üçüncü grupta ise tras ve uçucu kül laboratuvar ortamında 15 dakika süreyle öğütülmüştür. Bu karışımlarla hazırlanan çimento harçlarının 2, 7, 28, 60, 90 ve 360 günlük kür süreleri sonucunda basınç dayanımı değerleri tespit edilmiştir. Yapılan basınç dayanımı testlerinde 3. grupta bulunan ve en yüksek Blaine değerine sahip uçucu kül katkısı ile üretilen harçların en yüksek dayanım değerlerini verdiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler : Uçucu kül, Tras, Çimento, Dayanım

THE EFFECT OF NATURAL POZZOLAN AND FLY ASH HAVING DIFFERENT FINENESS ON THE STRENGTH OF CEMENT

ABSTRACT

In this study, three groups of mixtures containing 40 % constant fly-ash and natural pozzolan ratios were prepared. In the first group mixtures 45 µ sieve values, in the second Blaine values were equalized, and in the third fly-ash and natural pozzolan were grinded in the laboratory for 15 minutes. The compression strength values of the prepared cement mortars having these group mixtures were obtained at the end of 2, 7, 28, 60, 90 and 360-day curing. In these strength tests, the highest strength values were found in the mortars produced with fly-ash admixture having the highest Blaine value, which is in the third group of mixtures.

Key Words : Fly ash, Natural pozzolan, Cement, Strength

1. GİRİŞ

Katkı maddeleri genelde betonun taze ve sertleşmiş durumdaki niteliklerini değiştiren ve betonun toplam performansını yükselten maddeler olarak tanımlanmaktadır. Kimyasal ve mineral esaslı olarak bilinen bu maddelerin bazen birkaçı aynı bileşimde birlikte kullanılabilir. Bunlardan uçucu kül, beton teknolojisinde mineral katkı malzemesi olarak kullanılan ve puzolanik özelliğe sahip bir toz malzeme olup, termik santrallerin

bacalarından çıkan gazlarla birlikte yukarıya sürüklenen çok ince partiküllerin elektrofiltrelerle tutulmasıyla elde edilir. Betonun pek çok özelliğini iyileştirmesi ve ekonomik yarar sağlamasının yanı sıra, bu atığın beton içinde kullanılması ile hava ve çevre kirliliği oluşturması da önlenmektedir (Yılmaz ve Sümer, 1996).

Puzolanlar çimentoya üretim sırasında veya daha sonra katılırlar. Böylece katkılı Portland Çimentosu elde edilir. Puzolanların serbest kireci tespit etmesi çimento yönünden önemlidir (Kocataşkın, 1959).

Düşük kireçli uçucu küllerdeki ana aktif bileşen silika ve alüminadan oluşan amorf veya camı fazdır. Bu tür uçucu küller rutubetli ortamda kalsiyum hidroksitle reaksiyona girerek bağlayıcı özelliklere sahip bileşenler meydana getirirler. Diğer bir deyişle, düşük kireçli uçucu küller puzolanik özelliğe sahiptirler. Yüksek kireçli uçucu küller ise puzolanik özellik gösterirken, içerdikleri serbest kireç, anhidrit, C_3A , amorf silika ve amorf alümina v.b nedeniyle de kendi başlarına bir miktar bağlayıcı özelliğe sahip olabilirler (Tokyay ve Erdoğan, 1998).

Uçucu küllün beton içindeki performansını etkileyen en önemli özelliği inceliğidir. Uçucu küllü betonların dayanım, aşınma direnci, donma çözülme direnci gibi özelliklerin kullanılan uçucu küllün inceliğinin bir fonksiyonu olduğu anlaşılmıştır (Lane ve Best, 1982).

Doğal puzolanlı çimento içeren harçların dayanım gelişmesini inceleyen bir çalışmada; harçlarda portland çimentosu, doğal puzolan ile % 10, 20, 30 oranlarında ikame edilerek, 0.5 (su/portland çimentosu + doğal puzolan) oranında hazırlanan harçların dayanımları bulunmuştur. Harçlarda oluşan puzolanik reaksiyonların 7 güne kadar dayanımda gelişme göstermediği buna karşılık 7-28 günlük süreçte % 10 tras içeren çimentolu harçlar kontrol numunesinin dayanımını geçtiği, 28-90 günlük süreçte ise; % 20 tras içeren çimentolu harçların dayanımının kontrol numunesinden yüksekliği sonucunda puzolanik aktivitenin daha da belirginleştiği belirtilmiştir. Birinci yılın sonunda ise % 30 tras içeren çimentonun, kontrol numunesiyle yaklaşık aynı dayanıma ulaştığı da belirtilmiştir (Erdoğan ve ark., 2003).

Uçucun küllerin çoğunluğu $45 \mu m$ 'den küçük tane boyutuna sahip olmakla birlikte, uçucu kül tane boyutu aralığının 1 mikrondan daha ince, 150 mikrondan daha iri ölçülere sahip olduğu kabul edilmektedir. Bir termik santralin kullanılan kömür kaynağında kömür işleme, öğütme ve yakma tekniklerinde önemli değişiklikler olmadığı takdirde o termik santralden elde edilen uçucu küllün inceliği de hemen hemen sabit kalacaktır. Genel olarak puzolan olarak betonda kullanılmaya aday bir uçucu küllün kullanıma uygunluğu, taneciklerinin yüzde olarak belirli bir çoğunluğunun $45 \mu m$ mikronluk elek üstünde olabilecek maksimum kalıntı miktarı için standart olarak tayin etikleri değerler yüzde olarak aşağıdaki gibidir (Gökçe ve ark., 1996).

Almanya : 50, Avustralya: 50, Amerika: 34, Kanada: 34, Japonya: 25, İspanya: 14, İngiltere: 12.5

Bu çalışmada, % 40 sabit oranında puzolan olarak çimentoya katılan tras ve uçucu küllerin incelikleri ve öğütülme sürelerinin çimento harç dayanımları üzerine olan etkileri araştırılmıştır. Uçucu kül katkısının % 40 gibi yüksek oranda tutulmasının nedeni hammaddenin daha az kullanılmasını sağlamak amacıyla. Böylece daha yüksek oranda atık değerlendirmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE METOD

2. 1. Materyal

2. 1. 1. Uçucu Kül

Bu çalışmada kimyasal özellikleri Tablo 1'de verilmiş olan ve Seyitömer termik santralinden getirilen uçucu kül (UK) kullanılmış ve Bursa Çimento A.Ş'de üretilen, Portland Çimentosu 42.5'a % 40 oranında katılmıştır. Uçucu küllün kimyasal bileşimindeki $SiO_2+Fe_2O_3+Al_2O_3$ (S+A+F) = % 85 olarak ölçülmüştür. ASTM C 618'e ve TS 639'a göre S+A+F ≥ 70 şartını sağladığı için F sınıfı UK'dır (Tablo 1).

2. 1. 2. Tras

Deneyel çalışmalarda Bursa (Yenişehir)' dan getirilen tras (T) kullanılmıştır ve tıpkı UK gibi Portland Çimentosu 42.5'a % 40 oranında katılmıştır. T'in kimyasal analiz sonuçları Tablo 1'de verilmiştir.

Tablo 1. UK ve T'in Kimyasal Analizleri

(%) Bileşen	UK	TS 639	(%) Bileşen	T
SiO_2 (S)	54.97		SiO_2	67.53
Fe_2O_3 (F)	11.27		Fe_2O_3	2.46
Al_2O_3 (A)	19.66		Al_2O_3	14.07
CaO	4.64		CaO	3.91
MgO	5.68	≤ 5	MgO	1.25
Na_2O	0.74		Na_2O	0.58
K_2O	2.31		K_2O	2.55
S+F+A	85.0	≥ 70	Çözünmeyen Kalıntı	54.18
SO_3	1.15	≤ 5	SO_3	-
Kızdırma Kaybı	1.62	≤ 10	Kızdırma Kaybı	7.87

2. 2. Metod

Denemeler üç grup halinde yapılmış ve her bir gruptaki numunelerin 2, 7, 28, 60, 90 günlük ve 1 yıllık basınç dayanımı değerleri tespit edilmiştir. Kür havuzunun sıcaklığı 20 ± 1 °C'de sabit tutulmuştur. Her bir dayanım değeri için üç adet numune üretilmiş ve bu üç numunenin ortalama değerleri alınmıştır.

1. Grup: Bu grupta % 40 T katkılı ve %40 UK katkılı numunelerin 45 µm elek üstü değerleri % 17 olarak sabit tutulmuş ve dayanım değerleri Tablo 3'de verilmiştir.
2. Grup: % 40 T katkılı ve % 40 UK, katkılı numuneler laboratuvardaki bilyalı değirmende öğütülerek, Blaine ölçüm değerleri birbirlerine eşitlenmeye çalışılmış ve 4500 cm²/g değerine yakın değerlere getirilmiştir. Numunelerin dayanım değerleri sonuçları Tablo 3'de sunulmuştur.
3. Grup: % 40 T ve % 40 UK katkılı numuneler, öğütülme sürelerini eşit alabilmek için laboratuvarda bilyalı değirmende 15 dk. boyunca ayrı ayrı öğütülmüştür, böylece öğütülme sürelerinin eşitliği sağlanmıştır.

Kullanılan malzemelerin kimyasal özellikleri TS 639'a göre, Fiziksel ve mekanik dayanım testleri ise TS 24'e göre yapılmıştır.

2. 2. 2. Fiziksel Özellikler

Numunelerin karışım oranları ile ölçülen fiziksel özellikleri Tablo 2'de verilmiştir. Fiziksel özellik olarak numunelerin 90 µm ve 45 µm elek üstü değerleri, özgül ağırlık ve Blaine incelikleri tespit edilmiştir. Çimento numunelerinin Blaine değerleri 4107-5420 cm²/g arasında, özgül ağırlıkları ise 2.66-2.88 g/cm³ arasında değişmektedir.

Tablo 2. Çimento Numunelerinin Karışım Oranları ve Fiziksel Özellikleri

Grup özellikleri	1. Grup		2. Grup		3. Grup		PÇ 42.5
	% 40 T	% 40 UK	% 40 T	% 40 UK	% 40 T	% 40 UK	
	45 µm elek üstü miktarların eşitliği sağlandı		Blaine değerlerinin eşitliği sağlandı		Değirmende eşit sürede öğütüldü		-
90 µm (%)	3.2	2.0	5.0	2.4	2.4	1.6	12
45 µm (%)	17.0	16.8	24.0	18.2	15.6	13.2	11.6
Özgül ağırlık (g/cm ³)	2.80	2.67	2.82	2.66	2.88	2.79	3.13
Blaine değeri (cm ² /g)	5107	4107	4525	4418	5420	4761	3200

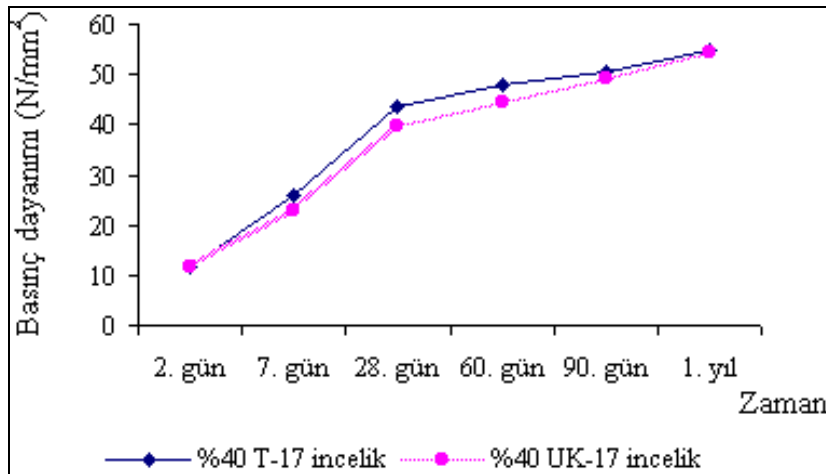
3. BULGULAR

3. 1. Dayanım

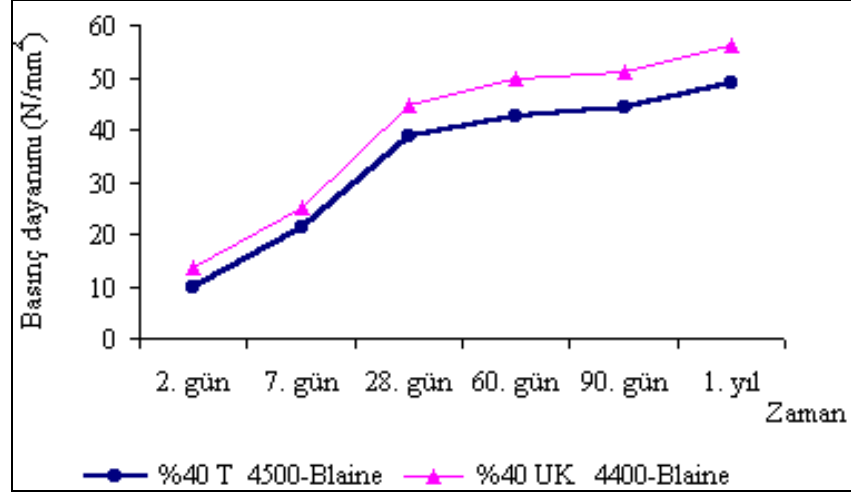
Tablo 3'de 1, 2, 7, 28, 60, 90 ve 1 yıllık kür süreleri sonucunda uygulanan basınç dayanım testlerinin toplu sonuçları verilmiştir. Ölçülen en yüksek basınç dayanımları 3. gruba aittir. 1. grupta bulunan 28 günlük dayanım değerlerinde UK katkısı ile hazırlanan numunelerin basınç dayanımlarının T'lı numunelere göre düşük, 1. yıl sonundaki dayanım değerinin T'lı numunelerle eşit dayanım değerleri

verdiği tespit edilmiştir. Bu durum yalnızca 1. grup için geçerli olmuştur. 2 ve 3. gruplar için 28. gün ve sonraki kür sürelerinin sonucunda ölçülen dayanım değerlerinin UK katkısı ile hazırlanan harçlarda, daha yüksek dayanım değerleri vermiştir. Ayrıca yüksek Blaine değerlerine sahip numunelerin dayanım değerlerinin de yüksek olduğu yine Tablo 3'de görülmektedir. Ölçülen basınç dayanım değerlerine ait grafikler ise Şekil 1, 2, 3'de verilmiştir.

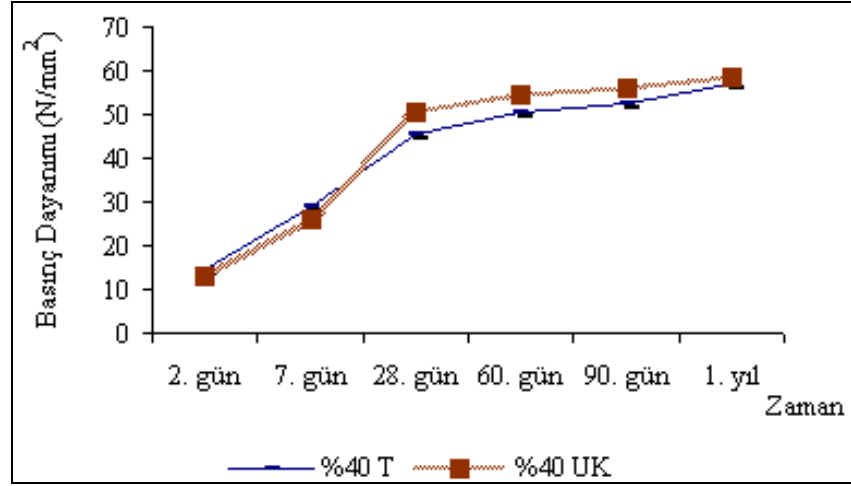
Basınç Dayanımı Grafikleri



Şekil 1. 1 Gruptaki karışımların zamana karşı basınç dayanım grafiği



Şekil 2. 2 Gruptaki karışımların zamana karşı basınç dayanım grafiği



Şekil 3. 3 Gruptaki karışımların zamana karşı basınç dayanım grafiği

Tablo 3. Numunelerin Basınç Dayanımları

Karışım Oranları		Basınç Dayanımı (N/mm ²)					
		2. gün	7. gün	28. gün	60. gün	90. gün	1. yıl
1. Grup	% 40 T	11.8	26.0	43.4	48.0	50.4	54.9
	% 40 UK	11.6	22.8	39.5	44.6	49.0	54.3
2. Grup	% 40 T	9.6	21.3	38.6	42.4	44.3	48.8
	% 40 UK	13.6	25.0	44.6	49.6	51.1	56.1
3. Grup	% 40 T	14.4	29.0	45.4	50.5	52.3	57.2
	% 40 UK	13.1	26.2	50.4	54.3	55.8	58.6
PÇ 42.5 (TS 19)		20.9	39.6	51.6	55.3	56.7	59.2

4. ARAŞTIRMA SONUÇLARI

- % 40 T katkısı, % 40 UK katkısı kullanılarak ve 45 µ elek üstü değerlerinin eşit yüzdede (% 17) kalmasına çalışılarak yapılan 1. grup basınç dayanımı testleri sonucunda ölçülen değerlerin 1. yıla kadar T katkılı numuneler için daha yüksek olduğu tespit edilmiş, fakat T katkılı karışımların ölçülen Blaine değerlerinin UK katkılı karışımların ölçülen Blaine değerlerinden daha yüksek olmasına rağmen 1. yıl sonundaki dayanım değerlerinin eşitlendiği tespit edilmiştir. Bu grupta UK katkılı numunelerin ilk dayanım değerleri düşük son dayanım değerleri ise yüksektir.
- % 40 T ve % 40 UK katkısı kullanılarak ve Blaine değerlerinin eşit değerinde (4500 cm²/g) kalmasına çalışılarak yapılan 2. grup denemelerde bütün kür süreleri için UK katkılı numunelerin ölçülen basınç dayanım değerlerinin, T katkılı numunelere kıyasla çok daha yüksek olduğu sonucu tespit edilmiştir. UK katkılı harçlarda tespit edilen 45 µ elek üstü değeri 2. grup için daha düşük ve dolayısıyla malzeme daha incedir. Bunun doğal sonucu olarak da UK katkılı harçlarda ölçülen basınç dayanım değerleri T katkılı harçlara göre daha yüksektir.
- Üçüncü grup denemelerde ise % 40 T ve % 40 UK katkılı karışımların 15 dakika boyunca ayrı ayrı öğütülmesi sonucunda tespit edilen dayanımların diğer iki gruba göre daha yüksek olduğu gözlenmektedir. Öğütülme sonucunda 45µ elek üstü değerleri düşüş gösterirken Blaine değerleri yükselmiştir. Bu sonuçtan malzeme inceliğinin arttığı anlaşılmaktadır. Basınç dayanımlarının yükselmesi ise bu durumun doğal bir sonucudur. Bu veriler ışığında 3. grup için yapılan basınç dayanımı testleri sonucunda dayanımların hissedilir derecede yükselmiş olduğu ve UK katkısı ile yapılan harçlarda en yüksek dayanım değerlerine ulaşıldığı tespit edilmiştir.
- Katkılı harç numunelerinden ölçülen basınç dayanım değerleri PÇ 42.5 ile üretilmiş numune dayanımları ile kıyaslanacak olursa; bu durumda 3. grupta bulunan UK katkılı harçlardan ölçülen basınç dayanım değerlerinin PÇ 42.5'a en yakın olduğu görülmektedir. Çünkü UK en yüksek Blaine değerine bu grupta sahiptir. Kullanılan T ve UK'nın bütün fiziksel özellikleri PÇ 42.5'a ait fiziksel özellikler ile kıyaslandığında; PÇ 42.5'a en yakın 45 ve 90 µ değerlerinin 3. gruptaki uçucu küle ait olduğu görülmektedir.
- Farklı karışım oranları kullanılarak basınç dayanımı değerlerindeki değişikliklerin incelenmesi de mümkün olabilecektir

5. KAYNAKLAR

Erdoğan, K., Tokyay, M. ve Türker, P. 2003. "Traslar ve Traslı Çimentolar", Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, AR-GE, Y99-2, s. 32, Ekim.

Gökçe, A., Uyan, M. ve Öztekin, E. 1996. "İnceliğe Bağlı Olarak Uçucu Küllü Betonların Su İhtiyacındaki Değişim" 4. Ulusal beton kongresi, İstanbul, s. 209-221, 30-31 Ekim-1 Kasım.

Kocataşkın, F. 1959. "Beton Teknolojisi", İ.T.Ü Kütüphanesi Sayı:400, s. 58-60.

Lane, R. O. ve Best, J. F. 1982. "Properties and Use of Fly Ash in Portland Cement Concrete", Concrete International, V. 4, No: 7, pp. 81-92.

Tokyay, M. ve Erdoğan, K. 1998. "Türkiye Termik Santrallerinden Elde Edilen Uçucu Küllerin Karakterizasyonu", Türkiye Çimento Müstahsilleri Birliği, AR-GE/Y 98.3, Ağustos.

Yılmaz, K. ve Sümer, M. 1996. "Alunit- Uçucu Kül Karışımının Beton Basınç Dayanımına Olan Etkilerinin İncelenmesi" 4. Ulusal Beton Kongresi, İstanbul, s. 395-403, 30-31. Ekim-1 Kasım, 1996.