

SAĞLAM BETON TAHKİMAT ELDE EDİLMESİNE YÖNELİK DEĞİŞİK DOZ VE AGREGA ORANLARINDA BETON NUMUNELERİN HAZIRLANARAK BAZI FİZİKSEL VE MEKANİK ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ VE DEĞERLENDİRİLMESİ

PREPARATION OF CONCRETE SPECIMENS WITH DIFFERENT DOSAGE OF CEMENT AND AGGREGATE RATIOS AND DETERMINATION AND EVALUATION OF THEIR SOME PHYSICAL AND MECHANICAL PROPERTIES TO OBTAIN STRONG CONCRETE SUPPORT

A. CEYLANOĞLU

Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

ÖZET : Beton tahkimat uygulamalarında, uygun nitelikte karışım kullanmak teknik ve ekonomik açıdan büyük önem taşımaktadır. Bu bildiriye, değişik doz ve agrega oranlarında çakıl veya kırma taş (bazalt) kullanarak beton numunelerinin hazırlanışı açıklandıktan sonra, bu numunelerin darbe, tek eksenli basma ve çekme dayanımları gibi bazı fiziksel ve mekanik özellikleri verilmiştir. Ayrıca, bu özelliklerin doz ve agrega oranı ile ilişkileri belirlenmiştir.

ABSTRACT : During concrete support applications, using of suitable mixture has a great importance from the technical and economical point of view. In this paper, after the preparation of concrete specimens using gravel or crushed stone (basalt) for different dosage of cement and aggregate ratios had been described, some physical and mechanical properties of these specimens, such as toughness, uniaxial compressive strength and tensile strength were presented. In addition, the relations between these properties and dosage of cement and aggregate ratio were determined.

1. GİRİŞ

Türkiye Demir ve Çelik İşletmeleri Genel Müdürlüğüne bağlı Divriği Madenleri Müessesesi A-Kafa Açık İşletmesinde üretilen demir cevherlerinin yeraltı kuyu ve galeri sistemi ile pelet tesisine nakli planlanmıştır. 230 metre uzunluğunda ve düşey yönde olan istihsal kuyularında siyenit ve kalker olan sağlam yankayaçlarda yer yer zayıf ve faylı zonlarla karşılaşmıştır. En az 15 yıl kullanılması öngörülen bu kuyularda zayıf ve faylı zonların beton tahkimat yapılarak sağlam yankayaçların mukavemetine yaklaştırılması düşünülmüştür. Bu nedenle, Divriği bölgesinden sağlanan bazalt taşı, Çaltı çayı civarından alınmış yaklaşık 200 mm boyutlu yıkanmış çakıl ve yaklaşık 0.5 mm Çaltı çayı kumu kullanılarak değişik doz ve agrega oranlarında beton karışımları hazırlanmıştır. Bu beton karışımlarında Dramix ZC 60/080 Firikete ve L 10/33 cinsi akışkanlastırıcı da kullanılmıştır. TSE standartlarına uygun olarak hazırlanan beton numuneleri üzerinde tek eksenli basma dayanımı,

endirekt çekme dayanımı, darbe dayanımı, nokta yükleme dayanımı deneyleri yapılarak beton numunelerinin bazı fiziksel ve mekanik özellikleri belirlenmiştir.

Deney sonuçlarının değerlendirilmesi ile doz ve agrega oranlarındaki değişimin mekanik özellikler üzerine etkisi belirlenmiştir. Ayrıca, silindirik ve kübik numunelerin basma dayanımları ve diğer özellikler birbirleri ile ilişkilendirilmiştir.

2. BETON NUMUNELERİNİN HAZIRLANMASI

2.1. Divriği Bölgesinden Sağlanan Malzemelerin Boyut Analizi

Divriği bölgesinden sağlanan ortalama 200 mm boyutlu bazalt taşı, yaklaşık 20 mm yıkanmış Çaltı çayı çakılı ve yaklaşık 0.5 mm Çaltı çayı kumu için yapılan boyut analizleri ve deneylerde kullanılan kısımları aşağıda sunulmuştur.

2.1.1. Bazaltın Boyut Analizi

Bazaltın tümü, bir çeneli kinci vasıtasıyla -25 mm'ye indirilmiştir. Çeneli kırıcı çıkışı ürün boyut dağılımı Tablo 1'de gösterilmiştir. Beton karışımlarının hazırlanmasında 25 mm'lik ve 10 mm'lik kısımları kullanılmıştır.

Tablo 1. Bazalt için boyut dağılımı

Tane Boyutu (mm)	Miktar (%)	K.E.Ü. (%)	K.E.A (%)
-25.0+19.0	8.58	8.58	100.00
-19.0+12.5	34.32	42.90	91.42
-12.5 +10.0	11.35	54.25	57.10
-10.0 + 4.7	18.26	72.51	45.75
-4.7 + 2.8	6.34	78.85	27.49
-2.8 + 1.7	4.28	83.13	21.15
-1.7 + 1.0	4.62	87.75	16.87
-1.0 + 0.6	1.98	89.73	12.25
-0.6 + 0.1	4.71	94.44	10.27
-0.1	5.56	100.00	5.56
TOPLAM	100.00		

2.1.2. Çakılın Boyut Analizi

Divriği'den sağlanan çakılın boyut dağılımı Tablo 2'de verilmiştir. Deneylerde -25 mm'lik kısım kullanılmıştır.

Tablo 2. Çakıl için boyut dağılımı.

Tane Boyutu (mm)	Miktar (%)	K.E.Ü. (%)	K.E.A (%)
-32.5 +25.0	23.57	23.57	100.00
-25.0 +19.0	56.18	79.75	76.43
-19.0 +11.2	20.25	100.00	20.25
TOPLAM	100.00		

2.1.3. Kumun Boyut Analizi

Çaltı çayı kumunun boyut analizi Tablo 3'de gösterilmiştir. Sağlanan kum olduğu gibi kullanılmıştır.

Tablo 3. Kum için boyut dağılımı.

Tane Boyutu (mm)	Miktar (%)	K.E.Ü. (%)	K.E.A (%)
-12.5 +10.0	0.70	0.70	100.00
-10.0 +8.0	1.04	1.74	99.30
- 8.0 +6.7	8.20	9.94	98.26
-6.7 +4.7	9.25	19.19	90.06
-4.7 +2.8	12.04	31.23	80.81
-2.8 +1.7	9.60	40.83	68.77
-1.7 +1.0	13.79	54.62	59.17
-1.0 +0.6	9.77	64.39	45.39
-0.6	35.61	100.00	35.61
TOPLAM	100.00		

2.2. Beton Karışımlarında Kullanılan Diğer Malzemeler

2.2.1. Çimento

Beton karışımlarında Sivas Çimento Fabrikasından elde edilen Portland Çimento kullanılmıştır. Çimento miktarı, değişik dozlar için kum ve agreganın (bazalt veya çakıl) kuru karıştırılmış hacmine bağlı olarak belirlenmiştir[Çimento miktarı (kg) =Kum ve agreganın hacmi(lt) * 0.3 (300 doz için)].

2.2.2. Dramix ZC 60/080 Firikete

Beton karışımında kullanılan dramix, sert çekilmiş düşük karbonlu çelik C1008'den üretilmektedir. Literatür çalışmasında, dramix kullanılarak yüksek elastik mukavemet, çatlamaya karşı yüksek direnç, darbe direnci ve yüksek enerji tutma kapasitesi, yorulmaya karşı yüksek direnç ve kesme dayanımı elde edilebileceği görülmüştür. Hazırlanan betona ilave edilecek tel miktarı (kg/m³) dramix tipine (ZC 30/50, ZC 60/80, ZC 50/50), maksimum agrega çapına, normal ya da pompa betonu olmasına bağlıdır. En uygun dramix miktarının belirlenmesi ancak en iyi karışımın belirlenmesinden sonra mümkün olabileceği için bu karışımlarda dramix miktarı 20 gr/dm³ olarak minimum düzeyde tutulmuştur.

2.2.3. L10/33 Akışkanlaştırıcı

Bilindiği gibi akışkanlık verici katkıların kullanılması, betona işlerlik (yerleştirme kolaylığı) sağlamaktadır. Ancak dramix kullanılan karışımlarda klorid katkıli beton katkı malzemelerinin kullanılmaması gerekmektedir. Çelik tel takviyen' betonun, beton pompası yardımıyla döküleceği düşünüldüğünde; agrega granülometrisi çok önemli olmaktadır. Yuvarlak agregalar kırılmış agregalardan ve kübik biçimliler yassı olanlardan daha az sürtünme yaratmaktadırlar. Ayrıca pompalama esnasında duraklamalardan kaçınılması gerektiği de unutulmamalıdır. Hazırlanan beton karışımlarına, kullanılan çimento miktarının ağırlıkça %2.5'i kadar L10/33 cinsi akışkanlaştırıcı konulmuştur [Akışkanlaştırıcı miktar(kg) = Çimento miktar(kg) * 0.025].

2.2.4. Su

Karışımlara, kullanılan çimento miktarına göre içilebilir su katılmıştır [Su miktar(lt)= Çimento miktar(kg) * 0.45].

2.3. Beton Numunelerinin Hazırlanması

2.3.1. Beton Kalıpları

Tek eksenli basma dayanımı deney numuneleri hazırlanması için yaptırılan küp şeklindeki kalıpların iç boyutları 100 mm, silindirik şeklindeki numune kalıplarının ise iç boyutları h (yükseklik) = 110 mm ve d (çap) = 55 mm'dir. Endirekt çekme dayanımı deneyi için kullanılan silindirik kalıpların çapı 55 mm ve yüksekliği 27 mm'dir. 1 inch çapında ve 25 mm yüksekliğindeki kalıplar darbe dayanımı deney numuneleri hazırlanmasında kullanılmıştır. Kalıplar dökme demirden rijit ve su sızdırmaz bir şekilde yaptırılmıştır. Kalıplar iki parça halinde imal edilmiş ve bu parçaların sıkıca birleştirilmesi bağlama vidaları ile sağlanmıştır. Kalıpların iç yüzeylerinin pürüzsüz ve kaygan olması sağlanmış ve beton dökümünden önce bu yüzeylere madeni yağ ince bir tabaka halinde hafifçe sürülmüştür.

2.3.2. Beton Karışımları

Değişik doz ve agrega oranlarında (a%) hazırlanan 21 farklı beton karışımlarının özellikleri Tablo 4'de sunulmuştur[$a(\%) = \frac{\text{Bazalt}}{\text{Bazalt} + \text{Kum}} (\text{kg/kg})$].

2.3.3. Deney Numunelerinin Hazırlanması

Herbir karışım için (Tablo 4) hazırlanan harç harmanından alınan beton, kalıplara tamamen doldurulmuş ve vibrasyon çubuğu kullanılarak hacimde değişme olmayıncaya kadar sıkıştırılmıştır. Betonun üst yüzeyi tesviye edilmiş ve fazlası uygun bir master ile silinip atılmıştır.

Deney numuneleri kalıplara döküldükten 24 saat sonra çıkarılmış ve 7 gün su (15°C - 18°C) içinde kalmaları sağlanmıştır. Daha sonra 20 gün oda sıcaklığında (20°C - 22°C) bekletilmiş ve 28. günde deneyler yapılmıştır.

3. LABORATUVAR DENEY SONUÇLARI VE DEĞERLENDİRİLMESİ

3.1. Deney Sonuçları

Hazırlanan beton numuneleri üzerinde, tek eksenli basma dayanımı, endirekt çekme dayanımı, darbe dayanımı, nokta yükleme dayanımı, yoğunluk ve nem oranı belirleme deneyleri, Uluslararası Kaya Mekaniği Derneği'nin (ISRM) öngördüğü şekilde (Brown, E., T., 1981) C.Ü. Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümü Kaya Mekaniği Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.

Deneyleri yapılan beton numunelerin sayıları Tablo 5'te verilmiştir.

Herbir deney numunesi ve karışım (Tablo 4) için Kayalab paket programı (Ceylanoğlu, A. ve Ark., 1993) kullanılarak değerlendirilen laboratuvar verilerinin sonuçları Tablo 6'da sunulmuştur.

3.2. Deney Sonuçlarının Değerlendirilmesi

Gerek kübik gerekse silindirik numuneler

üzerinde yapılan deney sonuçlarının değerlendirilmesinden; 50'ye kadarki agrega oranlarında (a) doz arttırıldıkça dayanımın da arttığı belirlenmiştir. Ancak 50'den yüksek a değerinde doz arttırmanın basma dayanımını olumsuz yönde etkilediği anlaşılmıştır. Ayrıca bazalt kullanımının da dayanımı arttırmadığı ve en yüksek basma dayanımı olan 36 MPa değerinin çakıl kullanıldığında elde edildiği görülmüştür.

En yüksek çekme dayanımı değeri olan 6 MPa çakıl kullanıldığında elde edilmiştir. Düşük agrega oranlarında çekme dayanımı doz artınca belirgin bir şekilde yükselmektedir. Yüksek agrega oranlarında (bazalt) dozun artırılmasının çekme dayanımını olumsuz yönde etkilediği anlaşılmıştır.

Tablo 4. Beton karışımlarının özellikleri.

Agrega	Agrega Oran a (%)	Doz (kg/m ³)	Karışım No
Bazalt (-1.0 cm)	5	300	1
		350	2
		400	3
	10	300	4
		350	5
		400	6
	20	300	7
		350	8
		400	9
	40	300	10
		350	11
		400	12
	50	300	13
		350	14
		400	15
Bazalt (-2.5 cm)	57	300	16
	56	350	17
Bazalt (-2.5 cm)	53	300	18
	50	350	19
Çakıl (-2.5 cm)	56	300	20
		350	21

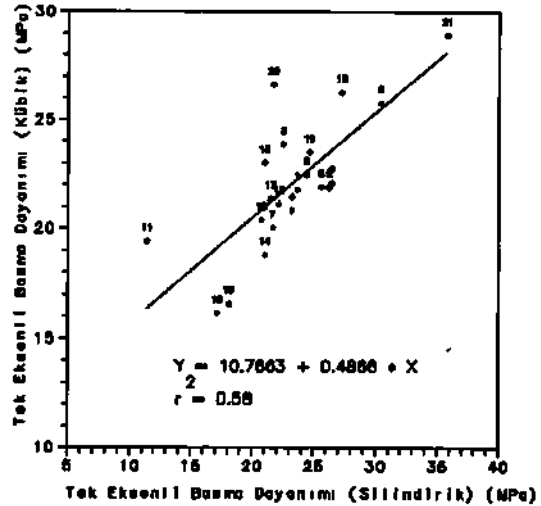
Basma ve çekme dayanımlarında olduğu gibi çakıl kullanılan karışımlarda yüksek darbe dayanımı değerleri elde edilmiştir. Bazalt karışımlarında agrega oranı 40'a kadar artarken, doz artırımıyla, darbe dayanımının yükseldiği,

Tablo 5. Numune sayıları.

Deney	Numune Sayısı	Adet
Tek Eksenli Basma Dayanımı (Küçük)	(3 x 21)	63
Tek Eksenli Basma Dayanımı (Silindirik)	(3x21)	63
Çekme Dayanımı (Brazilian) (Silindirik)	(3 x 21)	63
Darbe Dayanımı (Silindirik)	(3 x 21)	63
Nokta Yükleme Dayanımı (Parça)	(10x21)	210
Toplam		462

ancak 40'ın üzerindeki agrega oranlarında dozun artırılmasıyla darbe dayanımının düştüğü görülmüştür. Sabit 300 ve 350 dozlarında agrega oranlarındaki artışa paralel olarak darbe dayanımı artarken, 400 dozda agrega oranının artışına rağmen darbe dayanımının azaldığı saptanmıştır.

Ayrıca, küçük ve silindirik numunelerin tek eksenli basma dayanımları arasında doğrusal bir ilişki belirlenmiştir (Şekil 1). Bunun yanı sıra, Statgraph V.5 paket programı kullanılarak deney sonuçları (Tablo 6); çimento miktarı (doz) ve agrega oranına (a) (Tablo 4) bağlı olarak çoklu regresyona tabii tutulmuştur. Regresyon analizi sonuçları toplu halde Tablo 7'de verilmektedir.



Şekil 1. Küçük ve silindirik numunelerin tek eksenli basma dayanımları arasındaki ilişki.

Tablo 6. Deney sonuçları.

Deney Adı Kaşım No	Tek Eksenli Basma Dayanımı		Endirekt Çekme Dayanımı (Brazilian) (MPa)	Darbe Dayanımı (kgf.cm/cm ³)	Nokta Yükleme Dayanımı 0SS0 (MPa)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Nem Oranı (%)
	Küçük (MPa)	Silindirik (MPa)					
1	21.795	23.628	4.109	5.998	2.833 ± 0.775	2.168 ± 0.066	5.01
2	21.903	26.213	5.099	7.532	3.194 ± 0.920	2.177 ± 0.027	5.17
3	23.877	22.493	5.834	9.378	3.212 ± 0.952	2.137 ± 0.014	5.59
4	20.839	23.204	4.843	7.369	3.562 ± 0.407	2.163 ± 0.022	4.36
5	22.481	24.411	4.928	8.483	3.990 ± 1.010	2.132 ± 0.191	4.96
6	25.806	30.376	5.173	8.267	4.232 ± 1.271	2.192 ± 0.033	5.75
7	20.060	21.646	4.973	6.370	2.914 ± 0.731	2.207 ± 0.015	4.20
8	21.913	25.569	4.984	8.071	3.913 ± 0.736	2.200 ± 0.018	4.67
9	22.108	26.458	5.308	9.903	4.106 ± 1.055	2.142 ± 0.024	4.82
10	16.140	17.139	4.567	7.711	2.926 ± 0.729	2.222 ± 0.053	4.02
11	19.411	11.445	3.801	7.376	3.025 ± 0.505	2.125 ± 0.038	4.79
12	20.407	20.720	3.748	5.508	3.305 ± 0.648	2.143 ± 0.038	6.10
13	21.139	22.138	3.985	5.621	3.054 ± 0.607	2.195 ± 0.018	4.51
14	18.809	21.027	4.158	5.334	2.864 ± 0.991	2.135 ± 0.034	5.72
15	26.298	27.244	5.365	4.224	3.442 ± 0.819	2.209 ± 0.025	5.89
16	16.568	18.094	3.027	7.795	1.613 ± 0.706	2.212 ± 0.015	4.60
17	21.368	21.470	3.930	6.512	2.567 ± 0.821	2.207 ± 0.015	4.46
18	23.030	20.979	3.921	15.937	2.564 ± 0.742	2.215 ± 0.078	4.02
19	23.524	24.635	4.187	13.104	2.447 ± 1.055	2.267 ± 0.050	3.95
20	26.643	21.710	4.957	15.755	3.140 ± 1.077	2.245 ± 0.186	3.19
21	28.948	35.790	6.001	13.170	3.192 ± 1.458	2.355 ± 0.090	3.03

Tablo 7. Çoklu regresyon analizi sonuçları.

Mekanik Özellikler (Y)	Doz Katsayısı (A)	Agrega Oranı Katsayısı (B)	r ²
Tek Eks. Bas.Day. (Kübik) (MPa)	0.060572	0.034943	0.98
Tek Eks. Bas.Day. (Silindirik) (MPa)	0.068173	-0.009500	0.96
Çekme Dayanımı (MPa)	0.014100	-0.007502	0.98
Darbe Dayanımı (kgf.cm/cm ²)	0.018749	0.059562	0.86
Nokta Yük. Day. (MPa)	0.010301	-0.011919	0.98
$Y = AX_1 + BX_2$ X_1 : Çimento Miktarı (Doz) (kg/m ³) X_2 : Agregasyon Oranı (%)			

Ceylanoğlu, A, Görgülü, K., Kahriman A., "Standart Kaya Mekanik Laboratuvar Deneyleri Verilerinin Değerlendirilmesi İçin Bir Bilgisayar Programı", Uluslararası Bilgisayar Uygulamaları Sempozyumu, Konya, 9-10 Haziran 1993:249-259.

Demirci, A. Ceylanoğlu, A., Kahriman, A., Görgülü, K. ve Arpacı, E., "Çakıl ve Kıyma Taş (Bazalt) Kullanarak Değişik Doz ve Agregasyon Oranlarında Beton Numuneleri Hazırlanması ve Bazı Fiziksel ve Mekanik özelliklerinin Belirlenmesi Çalışmaları", Nihai Rapor, C.Ü., Sivas, 1993

Statgraphics User's Guide, STSC, Inc., 1986
TSE, "Agregasyon Karışımının Elek Analizi Deneyi İçin Metot", TS 130/Nisan 1978

TSE, "Beton Basınç Mukavemeti Tayini", TS3114/Araştırma 1990

TSE, "Sertleşmiş Beton-Yoğunluk Tayini Metodu", TS6332, Ocak 1989

4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Basma, çekme ve darbe dayanımı deneyleri sonuçlarının yorumundan; bazalt kullanımının istenen yarar sağlamayacağı, üretim ve kırma maliyetleri de gözönüne alındığında çakıl kullanımının daha ekonomik olacağı söylenebilir.

Daha yüksek dayanımlı beton elde edebilmek için öncelikle gerekli ek deneyler yapılarak en uygun karışım (çakıllı) belirlenmelidir. Buradan hareketle, elde edilecek bu karışımda değişik dramix oranları denenecek, daha yüksek dayanımlı beton sağlanabilir.

TEŞEKKÜR

Yazar, bu bildiri kapsamındaki araştırmaya verdikleri destek dolayısıyla T.D.Ç.I. Genel Müdürlüğü'ne teşekkür eder.

KAYNAKLAR

Brown, E., T., "Rock Characterization Testing and Monitoring, ISRM Suggested Methods", International Society for Rock Mechanics, ISRM, 1981.