



ISSN:1306-3111

e-Journal of New World Sciences Academy
2011, Volume: 6, Number: 4, Article Number: 1A0238

ENGINEERING SCIENCES

Received: June 2011
Accepted: October 2011
Series : 1A
ISSN : 1308-7231
© 2010 www.newwsa.com

Harun Özkaya
Yüksel Esen
Firat University
harunozkaya@gmail.com
Elazig-Turkey

**PROFİLLİT KAYACININ BETON AGREGASI OLARAK KULLANILABİLİRLİĞİNİN
İNCELENMESİ**

ÖZET

Bu çalışmada, Malatya Pütürge İlçesinde bulunan profillit (phyllite) kayacının beton agregası olarak kullanılabilirliğinin araştırılması amaçlanmıştır. Bunun için bazı agrega ve sertleşmiş beton deneyleri yapılmıştır. Agrega deneyleri sonucunda agreganın aşınma kaybı %28, özgül ağırlığı 2.67, doymun yüzey kuru ağırlığı 2.70, absorpsiyon yüzdesi 0.9, MgSO₄ sağlamlık denemesine göre ortalama kayıp yüzdesi %22 olarak ölçülmüştür. Beton deneyleri sonucunda ise sertleşmiş betonun kuru birim hacim ağırlığı 2,08 t/m³ civarında, ultrasonik puls geçiş hızı U_h=3778.3m/sn, yüzey sertliği ortalama 20.92, 28 günlük betonun ortalama basınç dayanımı 21.17 MP_a, eğilme dayanımı 1.20MP_a, yarmada çekme dayanımı 2.08 MP_a olarak ölçülmüştür. Elde edilen sonuçlardan kullanılan agrega ile üretilen betonun basınç dayanımının ve eğilme dayanımının çok yüksek olmadığı ancak çarpma ve yüksek sıcaklığa karşı iyi direnç gösterdiği gözlenmiştir.

Anahtar Kelimeler: Profillit, Agrega, Beton, Kırmataş,
Basınç Dayanımı

**INVESTIGATION OF THE USABILITY OF PYROPHYLLITE ROCK AS CONCRETE
AGGREGATE**

ABSTRACT

The aim of the present study was to investigate the usability of Pyrophyllite rock, which was provided from Poturge district of Malatya province in eastern Turkey, as concrete aggregate. For this purpose some of the aggregate and hardened concrete tests were carried out. In the evaluation of the aggregate trial results; the aggregate loss of 28%, specific gravity of 2.67, saturated surface dry weight of 2.70, absorption percentage of 0.9 and the average loss percentage of 22% according to MgSO₄ strength trial were measured. In the evaluation of the hardened concrete trial results; the values of 2.08 t/m³ for dry unit weight, U_h = 3778.3m/sn for ultrasonic pulse velocity, an average of 20.92 for surface hardness, 21:17 MPa for average compressive strength of 28-day old concrete, 1.20MPa for flexural strength, 2.08 MP_a for splitting tensile strength were obtained. According to the results, it was observed that the compressive and bending strengths of concrete produced with Pyrophyllite aggregate were not very high, but it showed good resistance to impact and high temperature.

Keywords: Pyrophyllite, Aggregates, Concrete, Crushed Stone, Compressive Strength

1. GİRİŞ (INTRODUCTION)

Agregalar çok çeşitli kullanım alanlarına sahip olmakla birlikte, özellikle inşaat sektöründe zorunlu olarak kullanılan bir gereçtir. Ülkemizde özellikle son 25-30 yıl içinde köyden kente hızlı bir nüfus göçünün meydana gelmiş olması, bu nüfus hareketinin doğal sonucu olarak inşaat sektöründeki büyüme ve gelişme, yol yapımının hızlanması ve benzeri nedenler agregaya gereksiniminde büyük artışlara neden olmuştur.

Agregaların ekonomik ve dayanıklı olmaları beton yapımında kullanılmalarının en önemli nedenlerindedir. Bilindiği üzere beton hacminin %68-78'ini agregaya teşkil etmektedir. Agregaya betonun dayanımı ile birlikte, davranışını da etkilemektedir. Betonun kısa veya uzun süreli performansında aderansın etkisi büyüktür. Agregaya granülometrisinin iyi olması halinde, karışımda daha az çimentoya gereksinim duyulacağı bilinmektedir. Diğer taraftan, beton yapımında kullanılan agreganın mineral yapısı, tane şekli, tane dağılımı, dona karşı dayanımı, aşınma dayanımı, birim ağırlığı, özgül ağırlığı, boşluk oranı, su emmesi, sertliği ve kimyasal etkilere karşı dayanıklılığı beton dayanıklılığını etkileyen en önemli özellikler olarak görülmektedir [1].

İnşaat sektöründe sıkça kullanılmakta olan doğal kum ocaklarının yavaş yavaş tükenmesi, kaliteli doğal agreganın bulunma koşullarının zorlaşması ve elde edilen beton kalitesinin düşük olması nedeniyle günümüzde hızlı bir şekilde kırmataş agregasına yöneliş olmaktadır. Kırmataş agregaya yüzeylerinin pürüzlü olmasından dolayı çimento hamuru ile agregaya arasında kuvvetli bir bağ oluşur. Pürüzlü yüzeyin büyük olması, kırmataş agregası ile çimento hamurunun temas yüzeyinin de o kadar geniş olmasını sağlar. Bu sebepten dolayı kırmataş agregaya ile üretilen betonlarda dayanımların arttığı görülmektedir. Ayrıca, agregaya tanelerinin olabildiğince küp veya küre biçimine yakın olması, beton için elverişli bir durum oluşturmaktadır [2].

Tasongvd (1998) yaptıkları çalışmada; agregaya yüzey yapısı için bahsedilen yüzey parametrelerinin ölçümleri, agregaya yüzeylerinin kırılma veya çatlak olup olmadığına bağlı olarak, farklı mineral yapısına sahip agregalar arasında önemli farklılıklar gösterdiğini gözlemlemişlerdir. Kayaç yapısı ve kimyasal reaksiyonların beton dayanımında önemli bir fonksiyon oluşturduğunu belirtmişlerdir [3].

2. ÇALIŞMANIN ÖNEMİ (RESEARCH SIGNIFICANCE)

Ender gözlenen bir mineral olan profillit, $(Al_2SiO_4(OH)_2)$ teorik formülünü sahip hidrate olmuş bir Alüminyum Silikattır: Birçok fiziksel özellikleri açısından talka çok benzemekle birlikte ondan daha sert olup yüksek sıcaklıklarda akışkan bir durum almaz. Bu nedenle yüksek kaliteli seramik ve refrakter ürünleri üretiminde önemli bir yer tutmaktadır. Kırma indisi 1,57 olan profillitin özgül kütlesi 2,8 civarında olup son yıllarda çimento ve mozaik endüstrisinde yaygın olarak kullanılmaktadır. Malatya-Pütürge bölgesi, 120.000 ton/yıl rezervi ile Avrupa'da tek profillit üreticisi konumuyla Türkiye'deki yatakları temsil etmektedir. Profillit diğer bazı filo silikatlar gibi ısıtıldığında genişlemekte, ancak su kaybı ve alüminyum silikat tabakalarının ayrılması nedeniyle bu genişleme kalıcı olmaktadır. Bu özelliği nedeniyle de profillit birçok kil malzemesinin büzülme ve ısıl genişleme özelliğinin ayarlanması için kullanılmaktadır.

Bu çalışmada, Malatya'nın Pütürge ilçesi Taşmış Köyü'nde bulunan ocaktan alınan örnekler konkasörle kırılarak granülometrik hale getirilmiş, beton agregası olarak kullanılabilirliğinin araştırılması

için standartlara uygun olarak agrega ve bazı beton deneyleri yapılmıştır. Elde edilen agrega ve sertleşmiş beton deneylerine ait sonuçlar standartlarla mukayese edilmiştir.

3. MATERYAL VE METOT (MATERIALS AND METHODS)

3.1. Beton Karışımları (Concrete Mixes)

Hazırlanan betonda karışım hesaplamaları TS 802'ye [4] göre yapılmıştır. Karışımda çimento olarak Elaziğ Altınova Çimento San. ve Tic. A.Ş.'nin ürettiği (PÇ 42,5) kullanılmıştır. Çimentoya ait fiziksel ve kimyasal özellikler Tablo 1.'de gösterilmiştir. Karışımda kullanılan agrega Malatya'nın Pütürge İlçesinde Taşmış köyünde bulunan ocaklardan alınan profillit malzemesidir. Profillit malzemesine ait genel özellikler Tablo 2.'de verilmiştir. Karma suyu olarak PH'ı 7.05 olan şebeke suyu kullanılmıştır. Karma suyu olarak kullanılmadan önce suyun dinlenmesi ve 21±2°C'de olabilmesi için, tam bir gün laboratuvar ortamında bekletildikten sonra kullanılmıştır.

Tablo 1. Çimentoya ait kimyasal ve fiziksel özellikler
(Table 1. Chemical and physical properties of cement)

PÇ 42,5	Kimyasal Kompozisyon(%)											
	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	MgO	SO ₃	Na ₂ O	K ₂ O	Cl ⁻	Kızdırma Kaybı	Çözünmez Kalıntı	Serbest CaO(%)
	19.3	5.57	3.46	63.56	0.86	2.91	0.13	0.80	0.013	2.78	0.42	1.22
Fiziksel Özellikler												
	Özgül Ağırlık	Priz Başkangıcı (dak)			Priz Sonu (dak)			Hacim Genişlemesi (mm)				
	3,15	119			210			1.00				

Tablo 2. Profillite ait genel özellikler [5]
(Table 2. General properties of Pyrophyllite [5])

Kimyasal Bileşim					
Al ₂	Si ₄	O ₁₀ (OH) ₂			
%28.3	%66.7	%3.0			
Tipik Analiz					
SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	CaO	K ₂ O	Kızdırma Kaybı
%75-30	%20-74	%0.08	%0.08	%0.21	%3.67
Erime Sıcaklığı		Sertlik		Özgül Kütle	
1700 °C		1-2 Mohs		2.8-2.9	

Karışımlarda, su / çimento oranı W/C olarak ifade edilmiştir. W/C oranı, en elverişli durumda karışım ve karıştırıcıyı çalıştırmak için 0.34-0.50 arasında tutulmuştur. Ayrıca karışımda %9 oranında su emme olduğu görülmüş. Karışıma %9 oranında su ilave edilerek W/C oranı 0,5'e kadar 1dm³ için 150gr su ilave edilmiştir.

Karışımda Profillit, çimento ve su kullanılmıştır. Numuneler için hazırlanan beton karışımları TS EN 12390 - 2'deki esaslar dikkate alınarak yapılmıştır. TS EN 12390-2'de öngördüğü şekilde hazırlanan beton harmanlarından alınan deney numunelerinin betonun tüm özelliklerini taşımasına dikkat edilmiştir. TS 802'ye uygun olarak yapılan beton karışım hesabı ve malzeme oranları Tablo 3.'te gösterilmiştir.

Tablo 3. Kullanılan betonun karışım oranları
Table 3. Mixture ratios of used concrete

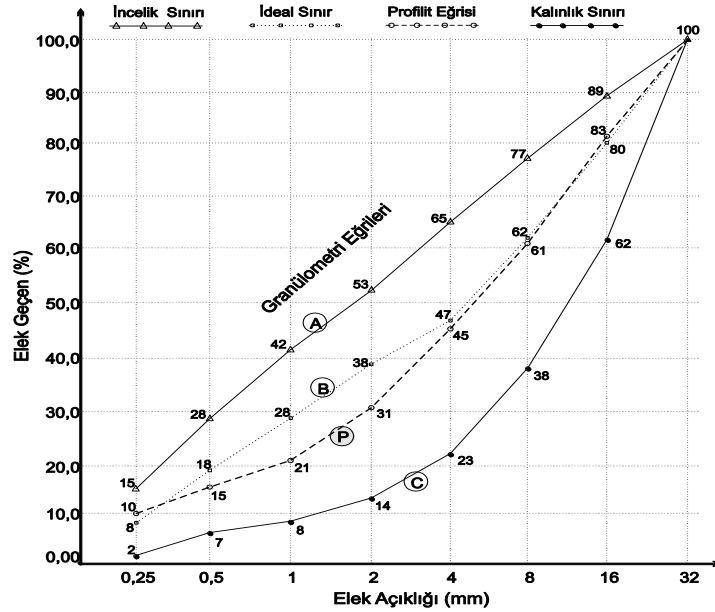
1dm ³ için		Agrega (İnce - İri)			
Çimento(gr)	Su(gr)	0-4 mm (gr)	4-8mm (gr)	8-16mm (gr)	16-32mm (gr)
300	150	930,6	297	356,4	396

Taze betonun işlenebilirliğini, akıcılığını tespit etmek amacıyla çökme deneyi yapıldı. Bunun için birçok yöntem geliştirilmiş olmakla beraber en çok kullanılan yöntem, slump hunisi denilen bir aletle yapılan çökme deneyidir. Taze beton slump hunisine 3 etapta konularak, her defasında 25 kez şişlenmiş, üstü mala ile düzleştikten sonra slump hunisi yukarıya doğru dikkatlice kaldırılmıştır. Oluşan taze beton yığınının yanına slump hunisi konularak taze betonun çökme miktarı ölçülmüştür. Üretilen betonlar için bulunan çökme değerleri 5 cm olarak tespit edilmiştir.

4. DENEYSEL ÇALIŞMA (EXPERIMENTAL STUDY)

4.1. Elek Analizi ve Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini (Sieve Analysis and Determination of Particle Size Distribution)

İstenilen kalitede beton üretmek için elde edilen agreganın tane büyüklüklerinin uygun bir şekilde ayarlanması çok önemlidir. Bu sebeple TS EN 933-1[6]'e uygun olarak elek analizi deneyi yapılmıştır. Elek Analizi granülometri eğrisi Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Profillit malzemesi granülometri eğrisi
(Figure 1. Grading curve of Pyrophyllite material)

4.2. Agregada Parçalanma Direncinin Tayini (Determination of Aggregate Resistance Degradation)

T.C Ulaştırma Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü laboratuvarların da yapılan deney sonuçları aşağıdaki Tablo 4.'te verilmiştir.

Tablo 4. Granülometriye göre aşınma sınıfı sonuçları
(Table 4. According to the results of wear-class grading)

Granülometriye Göre Aşınma Sınıfı			
Devir Adedi	Aşınma %'si	Şart. Aşınma Limiti	
		Kaba Agregası	İnce Agregası
500	28	40	40

4.3. Özgül Ağırlık ve Su Emme Tayini (Determination of Specific Gravity and Water Absorption)

T.C Ulaştırma Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü laboratuvarların da yapılan deney sonuçları aşağıdaki Tablo 5'da verilmiştir.

Tablo 5. Özgül ağırlık ve absorpsiyon %'si sonuçları
(Table 5. The results of specific gravity and % absorption)

Kaba Agregası			
Özgül Ağırlık (Kuru)	Özgül Ağırlık (Doygun yüzey kuru)	Zahiri Özgül Ağırlık	Absorpsiyon %'si
2,67	2,70	2,74	0,9

4.4. Mg SO₄ Sağlamlık Denemesi (Trial of Strength MgSO₄)

T.C Ulaştırma Bakanlığı Karayolları Genel Müdürlüğü 8. Bölge Müdürlüğü laboratuvarların da yapılan deney sonuçları aşağıdaki Tablo 6.'da verilmiştir.

Tablo 6. Mg SO₄ sağlamlık denemesi sonuçları
(Table 6. MgSO₄ trial results of robustness)

Kaba Agregası			
Ameliye Adedi	Ortalama Kayıp %'si	Şart. Limiti % Kayıp	
		Kaba Agregası	İnce Agregası
5	22,7	12	12

4.5. Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini (Determination of Density of Hardened Concrete)

Beton yoğunluğunun tayini deneyi 3 adet 100x100 mm'lik küp numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kür tankından çıkarılan numuneler doymuş kuru yüzey haline getirilmiş ve TS EN 12390-7' ye [7] göre deney yapılmıştır. Deney sonuçları Tablo 7.'de gösterilmiştir.

Tablo 7. Sertleşmiş beton yoğunluğunun tayini sonuçları
(Table 7. The results of determining the density of hardened concrete)

Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini							
Numune	Kuru Ağırlık (gr)	Kuru birim hacim ağırlığı	Suya Doymuş Ağırlık (gr)	Doymuş birim hacim ağırlığı	Su Altındaki Ağırlık (gr)	Hacim (cm ³)	Su emme (%)
S ₁	2059,5	2,11	2252,0	2,30	1279	975,0	9,35
S ₂	2004,0	2,06	2211,5	2,28	1242	971,5	10,35
S ₃	2051,0	2,08	2257,5	2,29	1274	985,5	10,07
Ort.	2038,2	2,08	2240,3	2,29	1265	977,3	9,92

4.6. Ultrasonik Puls Geçiş Hızı Deneyi (Ultrasonic Pulse Velocity Test)

Ultrasonik puls geçiş hızı deneyi 3 adet 100x100 mm'lik küp numuneler üzerinde yapılmıştır. Kür tankından çıkarılan numuneler doymuş kuru yüzey haline getirilmiştir. Deney sonuçları Tablo 8.'de gösterilmiştir.

Tablo 8. Ultrasonik puls geçiş hızı sonuçları
(Table 8. The Results of ultrasonic pulse velocity test)

Ultrasonik Puls Geçiş Hızı Deneyi				
Numuneler	Küp (cm)	Puls Geçiş Hızı (km/sn)	Ağırlık (g)	Ortalama t = 26,47
P _{gh1}	10x10	26,6	2090,1	U _h = 3778,3 m/sn
P _{gh2}	10x10	26,5	2091,7	
P _{gh3}	10x10	26,3	2093,6	

4.7. Yüzey Sertliği Tayini (Determination of Surface Hardness)

Betonun yüzey sertliği deneyi 150x150mm boyutundaki küp numune üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kür tankından çıkarılan numune doymuş kuru yüzey haline getirilerek deney yapılmıştır. Deney sonuçları Tablo 9.'da gösterilmiştir.

Tablo 9. Yüzey sertliği etkisi sonuçları
(Table 9. The results of the effect of surface hardness)

Yüzey Sertliği Deneyi (15x15 küp numune ile yatayda yapıldı)										
Vuruş	1.	2.	3.	4.	5.	6.	7.	8.	9.	10.
Sonuç	22	20	24	22	23	23	21	21	20	21
Vuruş	11.	12.	13.	14.	15.	16.	17.	18.	19.	20.
Sonuç	20	20	21	22	20	19	20	22	22	21
Vuruş	21.	22.	23.	24.	25.	Ort.				
Sonuç	20	20	19	20	20	20,92				

4.8. Beton Basınç Dayanımı Tayini (Determination of Compressive Strength of Concrete)

Basınç dayanımı deneyi 3 adet 150x150 mm boyutlarındaki küp numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. TS EN 12390-3'e [8] göre 3 kN/sn yükleme hızında hidrolik yük kontrollü preste kırılarak basınç dayanımları elde edilmiştir. Profillit malzemesinin 28 günlük sertleşmiş betonun basınç dayanımına etkisi sonuçları Tablo 10.'de, gösterilmiştir.

Tablo 10. Beton basınç dayanımı sonuçları
(Table 10. The results of compressive strength of concrete)

Basınç Dayanımı Tayini				
Numuneler	Küp (cm)	Yükleme Hızı (kN/sn)	Gerilme (N/mm ²)	Ort. Gerilme (N/mm ²)
B ₁	15x15	3	20,95	21,17
B ₂	15x15	3	21,43	
B ₃	15x15	3	21,14	

4.9. Eğilme Dayanımı Tayini (Determination of Bending Strength)

Eğilme dayanımı tayini 3 adet 100x100x300 mm boyutundaki kiriş şeklindeki numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kür tankından çıkarılan numuneler doymuş kuru yüzey haline getirilmiş ve TS EN 12390-5'e [9] göre 0,2kN/sn yükleme hızında iki mesnetli tek (orta) noktadan yük verilerek kırılarak eğilme dayanımları elde edilmiştir. Profillit malzemesinin betonun eğilme dayanımına etkisi sonuçları Tablo 11'de gösterilmiştir.

Tablo 11. Eğilme dayanımı sonuçları
(Table 11. The results of bending strength)

Eğilmede Dayanımının Tayini				
Numuneler	Kiriş (cm)	Max Yük (kN)	Gerilme (N/mm ²)	Ort. Gerilme (N/mm ²)
E ₁	10x10x30	4,00	1,20	1,20
E ₂	10x10x30	4,51	1,35	
E ₃	10x10x30	3,48	1,04	

4.10. Yarmada Çekme Dayanımı Tayini

(Determination of Splitting Tensile Strength)

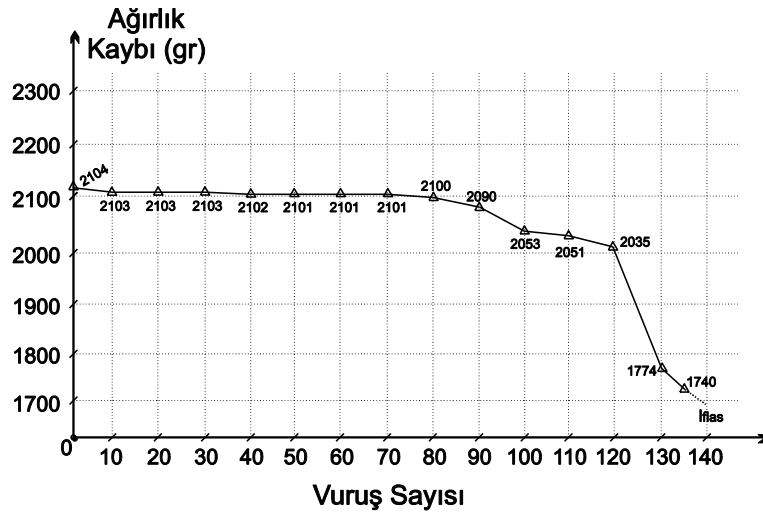
Yarmada çekme dayanımı deneyi 100mm çapında ve 200mm yüksekliğinde hazırlanan 3 adet silindir numuneler üzerinde yapılmıştır. Kür tankından çıkarılan numuneler doymun kuru yüzey haline getirilmiş ve TS EN 12390-6' ya [10] göre 0,1 kN/sn yükleme hızında hidrolik yük kontrollü preste yerleştirildikten sonra kırılarak basınç dayanımları elde edilmiştir. Profilit malzemesinin yarmada çekme dayanımı etkisi sonuçları Tablo 12'de gösterilmiştir.

Tablo 12. Yarmada çekme dayanımı sonuçları
(Table 12. The results of splitting tensile strength)

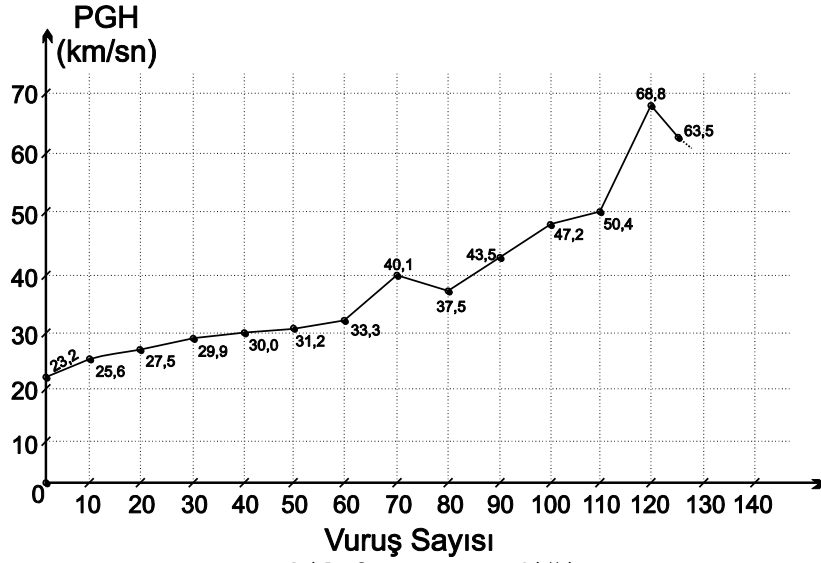
Yarmada Çekme Dayanımı Tayini					
Numuneler	Silindir (cm)	Yükleme Hızı (kN/sn)	Max Yük (kN)	Gerilme (N/mm ²)	Ort. Gerilme (N/mm ²)
Y _{c1}	10x20	0,1	67,5	2,145	2,084
Y _{c2}	10x20	0,1	63,1	2,001	
Y _{c3}	10x20	0,1	66,1	2,105	

4.11. Çarpma Etkisi Deneyi (The Effect of Impact Test)

Beton numunelerine çarpma uygulanmasına 28 günlük yaşını doldurduktan ve 48 saat doğal kuruması sağlandıktan sonra geçilmiştir. Sertleşmiş betonlarda çarpma dayanımı deneyi aşağıda açıklanan özel yöntemle yapılmıştır. Deney aleti 4.5kg'lık sabit bir ağırlığa sahip olup, ağırlığın serbest olarak düşürülme mesafesi 45cm'dir. Numunelerinin önce ağırlığı (g), sonra ultrasonik test cihazı ile PGH (km/sn) olarak ve daha sonra basınç presisi ile basınç dayanım değerleri MPa olarak bulunur. Elde edilen sonuçlar Şekil 2-3 ve Tablo 13'de gösterilmiştir.



Şekil 2. Ağırlık kaybı grafiği
(Figure 2. Weight loss graphics)



Şekil 3. PGH grafiği
(Figure 3. PGH graphics)

Tablo 13. Çarpma etkisi deneyi sonuçları
(Table 13. The results of impact test)

Çarpma Etkisi Deneyi								
Vuruş Sayısı	0	5	10	15	20	25	30	35
Ağırlık (g)	2104,0	2103,5	2103,5	2103,5	2103,5	2103,5	2103,5	2103,5
PGH (km/sn)	23,2	25,5	25,6	28,7	27,5	29,2	29,9	29,6
Gözlem	-	-	-	-	-	-	-	-
Vuruş Sayısı	40	45	50	55	60	65	70	75
Ağırlık (g)	2102,5	2101,5	2101,5	2101,5	2101,0	2101,0	2101,0	2101,0
PGH (km/sn)	30,0	32,8	31,2	33,7	33,3	34,6	40,1	36,7
Gözlem	İnce Çatlak							
Vuruş Sayısı	80	85	90	95	100	105	110	115
Ağırlık (g)	2100,5	2100,0	2090,0	2057,0	2053,0	2051,0	2051,0	2037,0
PGH (km/sn)	37,5	38,4	43,5	39,5	47,2	45,5	50,4	57,3
Gözlem	İnce çatlaklar genişliyor							
Vuruş Sayısı	120	125	130	135	140			
Ağırlık (g)	2035,5	2031,0	1774,5	1740,5	İflas			
PGH (km/sn)	68,8	63,5	-	-	-			

4.12. Yüksek Sıcaklık Etkisi Deneyi (Effect of High Temperature Test)

Betonun yüzey sıcaklığı etkisi deneyi 6 adet 100x100 mm boyutlarındaki küp numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Kür tankından çıkarılan numuneler doymun kuru yüzey haline getirilmiş ve deney uygulanmıştır. Deney numuneler fırınlarda 200°C, 400°C, 600°C, 800°C, 1000°C ve 1400°C sıcak etkisine tabi tutulmuşlardır. Fırından

çıkarılan numuneler soğutularak 3 kN/sn yükleme hızında hidrolik yük kontrollü preste kırılarak basınç dayanımları elde edilmiştir. Deney sonuçları Tablo 14'te gösterilmiştir.

Tablo 14. Sıcaklık etkisi sonuçları
(Table 14. The results of the effect of temperature)

Yüksek Sıcaklık Etkisi Deneyi							
Numune	İlk Ağırlık (g)	Sıcaklık (°C)	Soğuma Süresi	Son Ağırlık (g)	Ağırlık Kaybı (%)	Yükleme Hızı (kN/sn)	Gerilme (N/mm ²)
Y ₁	2078,9	200	2 saat	2027,9	2,5	3,0	24,10
Y ₂	2155,2	400	3 saat	2060,6	4,4	3,0	22,28
Y ₃	2116,6	600	5 saat	1895,0	6,2	3,0	17,54
Y ₄	2096,5	800	8 saat	1912,0	8,8	3,0	17,44
Y ₅	2134,6	1000	11 saat	1938,7	9,2	3,0	15,56
Y ₆	2160,2	1400	13 saat	1942,0	10,1	3,0	14,83
Kontrol	2098,4	-	-	-	-	3,0	19,73

5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA (RESULTS AND DISCUSSION)

Malatya'nın Pütürge ilçesinde Taşmış köyünde bulunan ocaktan standartlara uygun olarak alınan Profillit malzemesinin Fırat Üniversitesi Yapı Eğitimi Bölümü Laboratuvarı ve Karayolları 8. Bölge Müdürlüğü Laboratuvarlarının da standartlara uygun olarak uygulanan deneylerle elde edilen bulgularla varılan sonuçlar aşağıda maddeler halinde verilmiştir. Deneylerde sadece bir karışım oranı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar doğrultusunda gereken bilimsel öneriler yapılmıştır.

- Standartlarda normal beton agregalarının birim ağırlık değerinin 1,300-1,850 kg/dm³ arasında olması istenir. Malzemenin birim ağırlığının yüksek oluşu gözeneksiz ve yüksek mukavemetli beton üretimine imkan tanımaktadır. Deneyler sonucunda bulunan değerlerin standartlara uygun çıktığı görülmüştür.
- Agreganın Mg SO₄ yoluyla işleme maruz bırakıldıktan sonra dayanıklılık tayini sonucu ortalama kaybın %22,7 olduğu bu değerlerin standart değerlere göre yüksek olduğu görülmüştür.
- İncelenen agreganın özgül ağırlık değeri ortalama standart değerlere uygun olduğu belirlenmiştir. Standartlarda normal beton agregalarının özgül ağırlık değerlerinin 2,2-2,7 kg/dm³ arasında olması istenmektedir. İncelenen agregada özgül ağırlık değerinin 2,67 olduğu görülmüştür. Boşluksuz ve sağlam agregaların yüksek özgül ağırlık değerleri verdiği düşünülerek incelenen agreganın kaliteli olduğu söylenebilir.
- Agreganın emdiği su miktarı tanelerin kökenine, yapısına ve granülometri bileşimine bağlıdır. Agregadaki su miktarı birim ağırlığına, hatta özgül ağırlığına da etki eder. Birim ve özgül ağırlık doymun kuru yüzey hal için verilir. Agregada su emme yüzdesinin limiti kum ve çakıl için %1'dir. Su emme yüzdesi yüksek olan agreganın betonda kullanılması beton dayanımını ve dayanıklılığını azaltır (TS EN 1097-6). Deney sonuçlarına göre profillitin su emme absorpsiyon %'si 0,9 olduğu, agreganın su emme oranının önerilen değerden düşük olduğu görülmüştür. Dolayısıyla agreganın donma çözünmeye dirençli olduğu kabul edilebilir. Ancak donma çözünmeye dayanıklılık için yeterli olan birçok agregada, daha yüksek su emme değerine de sahip olabilmektedir.

- Agreganın aşınma mukavemeti standart bilyeli tamburla yapılan Los Angeles deneyiyle test edilmiştir. Bulunan değerler (TS EN 1097-2) 500 dönme sonunda %50'den az malzeme kaybı olduğu, agreganın yeterli dayanıma sahip olduğunu göstermektedir. Bu durum agreganın aşınmaya maruz her çeşit imalatta rahatlıkla kullanılabilceğini göstermektedir.
- Betonun basınç mukavemeti, hazır betonda basınç dayanımı sınıfları çizelgesine göre profillitin karakteristik basınç dayanımı C20 sınıfına girdiği görülmüştür. Değerlerin düşük olması Profillit karışımına katılan su oranının fazlalığına bağlanmıştır.
- Yüzey sertliği yolu ile yaklaşık beton dayanımının tayini belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Profillitin Schmidt çekiciyle yapılan vuruşların ortalama değeri 20,92 olduğu görülmüştür. Bu değer hazır betonda basınç dayanımı sınıfları çizelgesine göre karakteristik basınç dayanımı C20 sınıfına girdiği, basınç deneyi sonuçlarıyla örtüştüğü görülmüştür.
- Ultrason hızı ile beton dayanım ilişkisi, agreganın içeriği ultrason hızı ve basınç dayanımını çok etkileyen bir durumdur. Bu konuda ultrasonik test yöntemiyle beton kalitesinin değerlendirilmesi tablosuna göre 3500-4500m/s arası beton kalitesi iyi olarak belirlenmiştir. Profillit malzemesinin deney sonucu 3778,3 olduğu, beton kalitesi olarak şüpheli beton sınıfından uzak iyi sınıfa girdiği görülmüştür.
- Yapılan deneylerde eğilme dayanımı ortalama 1,20 N/mm², yarmada çekme dayanımı ortalama değeri ise 2,084 N/mm² değerlerde kaldığı, değerlerin düşük olduğu gözlenmiştir.
- Çarpma etkisine bakıldığında 10cm'lik küp numunelerin boyutun küçük olmasına rağmen 140. çarpma sonucu iflas ettiği, Profillit'in aynı zamanda beyaz çimento üretiminde kullanıldığı düşünüldüğünde malzemenin bağlayıcılık özelliğinin yüksek olduğu ve aşınmaya dayanıklı olduğu söylenebilir.
- Çalışmada yapılan sıcaklık etkisi deneyi incelendiğinde malzemenin 200 °C ile 1400 °C derece arasında göstermiş ağırlık kaybı ve gerilme değişiminin yüksek olmadığı, malzemenin normal betona göre yüksek sıcaklığa dayanıklı olduğu görülmüştür.
- Çalışmada agreganın fiziksel özelliklerinin yanında sertleşmiş beton deneylerine tabi tutularak betondaki durumu incelenmiştir. Agreganın fiziksel özelliklerinin istenilen standart değerlere uygun olduğu ve hazır beton üretiminde kullanılabilceği düşünülmektedir.

NOT (NOTICE)

Bu makale, 28-30 Eylül 2011 tarihleri arasında Elazığ Fırat Üniversitesinde "International Participated Construction Congress" IPCC11'de sözlü sunum olarak sunulmuştur.

KAYNAKLAR (REFERENCES)

1. Erdoğan, Y.T., (1995). "Betonu Oluşturan Malzemeler Agregalar", THBB, Ankara, 10, 11, 17.
2. Postacıoğlu, B., (1987). "Bağlayıcı Maddeler, Agregalar, Beton", Matbaa Teknisyenleri Basımevi, Cilt II, İstanbul, s.211, 323.
3. Tasong, W.A., Lynsdale, C.J., and Crpp, C., (1998). "Aggregate-Cement Paste Interface II: Influence of Aggregate Physical Properties", Cement and Concrete Research., 28, 1453-1465.

4. TS 802, (1985). Beton Karışımı Hesap Esasları, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
5. Devlet Planlama Teşkilatı, (2001). Sekizinci Beş Yıllık Kalkınma Planı, Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Ankara.
6. TS 3510 EN 933-1, (1999). Tane Büyüklüğü Dağılımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
7. TS EN 12390-7, (2002). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Sertleşmiş Betonun Yoğunluğunun Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
8. TS EN 12390-3, (2003). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Deney Numunelerinde Basınç Dayanımının Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara
9. TS EN 12390-5, (2002). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Deney Numunelerinin Eğilme Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.
10. TS EN 12390-6, (2002). Beton-Sertleşmiş Beton Deneyleri-Deney numunelerinin Yarmada Çekme Dayanımı Tayini, Türk Standartları Enstitüsü, Ankara.