

Niğde Yöresi Bazaltlarının Beton Agregası Olarak Kullanılabilirliği

Use of Niğde Basalts as Concrete Aggregate

Mustafa KORKANÇ, Atiye TUĞRUL

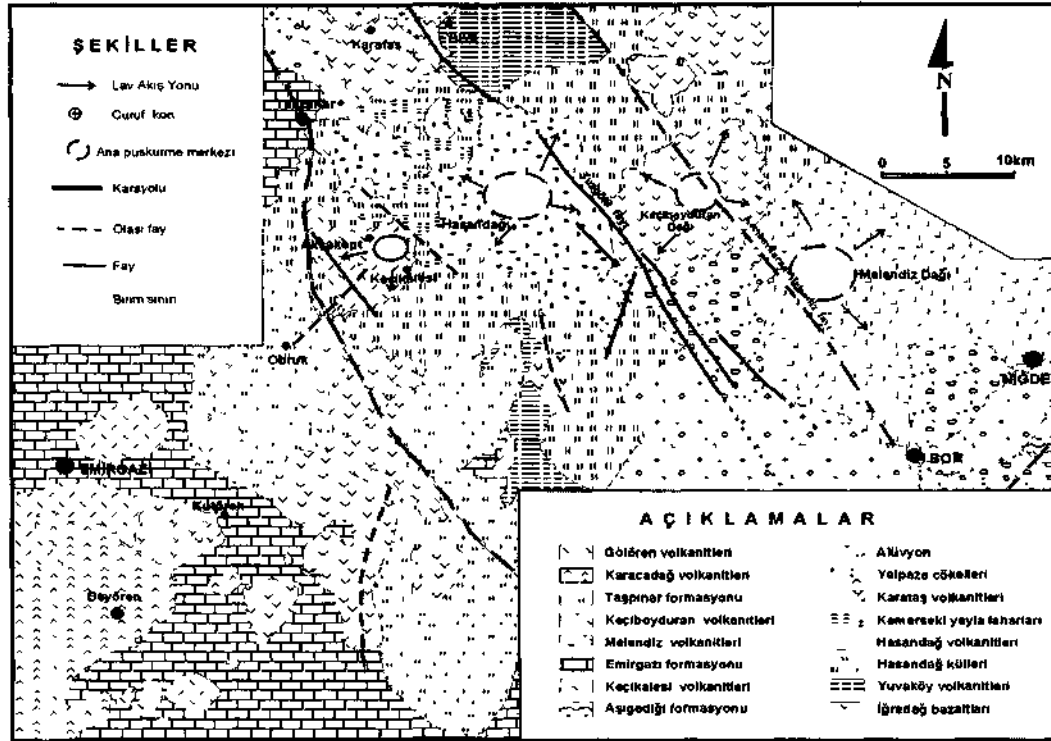
istanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, istanbul
mkorkanc@istanbul.edu.tr, tugrul@istanbul.edu.tr

ÖZET: Türkiye'de oldukça geniş alanlarda yüzeyleyen bazaltlar, gerek agrega gerekse de yapı ve kaplama malzemesi olarak sınırlı düzeyde kullanılmaktadır. Bu araştırmada, Niğde Yöresi bazaltlarının alternatif beton agregası olarak kullanılabilirliği tartışılmıştır. Araştırmalar, bölgedeki bazik bileşimli İğredağı Bazaltları, Karataş Bazaltları ve Melendiz Volkanikleri'nin içerisinde gözlenen bazaltik lavlar üzerinde gerçekleştirilmiştir. Seçilen bu birimler, bileşim ve dokularına göre onbir fasiyese ayrılarak incelenmiştir. Bazaltların petrografik, kimyasal, fiziksel ve mekanik özelliklerinin yanısıra, agrega olarak kullanım özellikleri araştırılmıştır. Yapılan değerlendirmelere göre, Karataş Bazaltları yöredeki diğer bazaltlara nazaran alternatif beton agregası olarak özel bir öneme sahiptir.

Anahtar Kelimeler: Niğde, Bazalt, Agregası

ABSTRACT: Basalts, which are widely cropping out in Turkey, have been very limited using as aggregate, building and ornamental rock. In this investigation, usability of Niğde basalts as alternative concrete aggregate was discussed. The study was performed on basaltic lavas belonging to İğredağ basalts, Karataş Basalts and Melendiz Volcanic, which have basic composition in the region. These rocks were studied within eleven facieses according to their composition and texture. Petrographical, chemical, physical, mechanical and aggregate properties of the basalts were investigated. According to the evaluations, Karataş basalts have special importance as alternative concrete aggregate in comparison to other basalts in the region.

Keywords: Niğde, Basalt, Aggregate



Şekil 2. Çalışma Alanının Jeoloji Haritası (Ercan vd (1992) ve Aydar ve Gourgaud (1993)'ten değiştirilerek hazırlanmıştır

kolay ayrışabilir olmaları ve alkali-agrega reaksiyonuna neden olabilmeleri nedeniyle betonda agrega olarak kullanılmaları uygun değildir. Bu yüzden, araştırmalar için bölgedeki bazik bileşimli İğredağ ve Karataş bazaltları ile Melendiz volkanitlerinin içerisinde gözlenen bazaltik lavlar seçilmiştir (Şekil 2). Seçilen bu bazaltlar yakın alanlarda bileşim ve dokusal özellikleri çok sık değişim göstermesinden dolayı fasiyeslere ayrılarak incelenmiştir (Çizelge 1). Melendiz volkanitleri (PK, PS, AS, AAS, BB ve B) 6, Karataş volkanitleri (K, Ke, E ve O) 4 ve İğredağ bazaltları 1 olmak üzere toplam 11 fasiyese ayrılarak incelenmiştir.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Bazaltların Petrografik Özellikleri

Bölgeden derlenen örneklerden hazırlanan ince kesitler üzerinde polarizan mikroskobu ile yapılan petrografik araştırmalar sonucunda bazaltların mineralojik bileşim, doku, boşluk,

kristal boyutları, tane-matriks oranları ile ikincil mineral içerikleri belirlenmiştir.

Çizelge 1. Bazaltların Jeolojik Özellikleri

Fasiyes	Formasyon	Litoloji	Yaş
PK	Melendiz volkaniti	Bazalt	Alt Pliosen-Pleistosen
PS		"	
BB		Olivin Bazalt	
B	"	"	
AS	"	Bazalt	
AAS	"	"	"
E	Karataş volkaniti	Olivin Bazalt	Alt Kuvaterner
Ke	"	"	"
K	"	Bazaltik andezit	"
O	"	Olivin Bazalt	"
1	İğredağ bazaltları	Olivin Bazalt	Ust Kuvaterner

Melendiz volkanitlerinden derlenen PK, PS, AS ve AAS fasiyesleri fenokristal oranı, boşluk ve opak mineral içeriklerine göre ayrılmışlardır. Bu fasiyeslere ait örnekler, andezit-bazalt arası bileşim sunmakta olup, az oranda olivin, klinopiroksen ve plajiyoklas fenokristalleri içermektedir. Bu örneklerin matriksi ise mikrolitik plajiyoklastan oluşmuştur. Kayada pilotaksitik doku egemendir. BB ve B fasiyesine ait örnekler, olivin bazalt karakterinde olup, boşluklu ve Melendiz volkanitlerinin en genç lavlarını oluşturmaktadır. Opak mineral içerikleri Melendiz volkanitlerine ait diğer örneklerle oranla oldukça yüksek değerdedir, iri olivin ve az oranda plajiyoklas fenokristalleri mikrolitik plajiyoklas hamurla çevrenmiştir.

Karataş volkanitlerine ait örneklerden E, Ke ve O fasiyesleri olivin bazalt, K fasiyesi ise bazaltik andezit karakterindedir. O fasiyesine ait örneklerin opak mineral içeriği diğerlerine oranla daha fazladır. Bu fasiyesler, olivin ve klinopiroksen mineralleri ile opak mineral içeriklerinin değişimine göre ayrılmıştır. E, Ke ve O fasiyeslerinde olivin ve piroksen fenokristalleri gözlenmektedir. Opak mineral oranı %3-5 civarındadır. Matriks oranı tane oranından fazladır. Kayada porfirik ve pilotaksitik doku egemen olup, boşluk oranı % 1-3 civarındadır. K fasiyesine ait örneklerde matriksin tamamına yakını volkanik camdan oluşmuştur. Fenokristal olarak porfirik plajiyoklas (andezin), az oranda klinopiroksen (ojit) kristalleri içermektedir. Matriks oranı tane oranına hemen hemen eşit durumdadır. Opak mineral oranı % 1 civarındadır. Kaya andezit-bazalt arası bileşime sahip olup, hyaloporfirik ve pilotaksitik dokuludur.

İğredağ bazaltları, fenokristal olarak olivin ve piroksenden oluşmuştur. Matriks, mikrolitik plajiyoklas ve az oranda volkan camdan oluşmaktadır. Opak mineral içeriği % 2-3 ve boşluk oranı %1-2 dolayındadır. Poiklitik ve intersertal doku egemendir.

2.2. Bazalt Agregalarına Ait Özellikler

Bu bölümde agregalar üzerinde yapılan, agregada ince madde oranı, uzunluk ve yassılık

indeksi, gevşek ve sıkı birim ağırlık, agregada özgül ağırlık (kuru, yüzey kuru-doygun ve görünür) ve agregada su emme deneylerine değinilmiştir.

Laboratuvarda çeneli kırıcıyla hazırlanan agregaların ince madde oranları, Melendiz volkanitlerine ait AS ve AAS fasiyeslerinde düşük, İğredağ bazaltlarında ise yüksek değerdedir (Çizelge 2).

Agregalarının yassılık ve uzunluk indeksleri [8]'e göre belirlenmiştir. Elde edilen veriler değişken değerler sunmakla birlikte, ortalama en yüksek yassılık indeksi değeri AS fasiyesinden, en düşük değer ise BB fasiyesinden elde edilmiştir. Ortalama en yüksek uzunluk indeksi BB fasiyesinde, en düşük ise E fasiyesinde bulunmuştur (Çizelge 2).

Agregaların fiziksel özellikleri belirlenirken [8]'de önerilen yöntemler esas alınmıştır. Her bir deney, en az iki numune üzerinde yapılmıştır. En düşük gevşek birim ağırlık değeri Melendiz volkanitlerine ait AS fasiyesinden, en yüksek değer ise İğredağ bazaltlarından elde edilmiştir. Sıkı birim ağırlık değerleri ise birbirine yakın değerlerdedir. (Çizelge 2). Agregada özgül ağırlığı ve su emme deneylerinden elde edilen sonuçlar Çizelge 2'de sunulmuştur. Bu çizelgede görüldüğü gibi, ortalama en düşük özgül ağırlık değeri AS fasiyesinden, en yüksek ise I fasiyesinden elde edilmiştir. Ortalama en düşük su emme yüzdesi ise İğredağ bazaltlarına, en yüksek değer de Melendiz volkanitlerinden PS fasiyesine aittir.

Bazalt agregalarının mekanik özelliklerini belirlemek amacıyla, agregada darbe dayanımı (AIV), agregada kırılma dayanımı (ACV) ve Los Angeles aşınma deneyleri yapılmıştır. Deneyler en az iki numune üzerinde, [8, 9, 10] ve [11]'de önerilen yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiştir.

Agregada darbe dayanımı deneyleri sonucunda, Karataş volkanitleri (O fasiyesi hariç) en yüksek dayanım değeri sunmuştur (Çizelge 3).

Çizelge 2. Bazalt Agregalarına Ait Özellikler

Fasiyes	ince madde oranı (%)	Yassılık indeksi IF (%)	Uzunluk indeksi IE (%)	Gevşek birim ağırlık Auc (kN/m ³)	Sıkı birim ağırlık Ac (kN/m ³)	Özgül ağırlık (Kuru) 5d (kN/m ³)	Özgül ağırlık (Y K D) Ss (kN/m ³)	Özgül ağırlık (Gör) Sa (kN/m ³)	Su emme awa (%)
PK	1,23	41,10	26,15	12,82	14,46	26,40	26,84	27,62	1,67
PS	1,25	41,12	46,00	12,43	14,42	25,98	26,48	27,35	1,93
BB	1,69	13,11	53,27	12,60	14,73	27,13	27,48	28,11	1,29
B	1,58	43,31	33,34	12,90	14,64	27,63	27,97	28,59	1,21
AS	0,69	48,49	25,50	12,25	14,14	25,08	25,43	26,01	1,43
AAS	0,84	27,42	40,66	12,89	14,81	25,57	25,94	26,55	1,44
E	1,89	31,31	23,36	13,16	15,56	27,39	27,69	28,23	1,09
Ke	1,49	35,34	29,79	13,04	15,06	28,18	28,50	29,12	1,15
K	1,25	33,45	34,32	12,33	14,26	26,42	26,76	27,33	1,26
O	1,80	34,35	27,26	13,05	15,14	26,79	27,13	27,72	1,26
I	2,02	29,92	26,67	14,20	16,17	28,62	28,88	29,39	0,92

Bölge agregalarında, kırılmaya karşı en yüksek direnç, E ve Ke fasiyeslerinde bulunmuştur. En düşük direnç ise, bazaltik andezit karakterli, volkan camı içeriği yüksek, K fasiyesi ile boşlukların etkin olduğu O ve BB fasiyeslerinden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Los Angeles aşınma deneylerinden elde edilen 100 devirlik aşınma sonucunda, ortalama en yüksek kayıp O fasiyesinde, en az kayıp ise I fasiyesindedir. 500 devirlik aşınma sonucunda, ortalama en fazla kayıp O fasiyesinde, en az kayıp ise E fasiyesindedir (Çizelge 3).

Çizelge 3. Bazalt Agregalarının Mekanik Özellikleri ile 21 Günlük Genleşme Oranları

Fasiyes	Agrega darbe dayanımı (%)	Agrega kırılma dayanımı ACV (%)	Los Angeles aşınma dayanımı LAV,oo (%)	Los Angeles aşınma dayanımı LAV,oo (%)	Sodyum sülfat don kaybı Na ₂ S ₀ ₄ (%)	21 günlük genleşme oranı (%)
PK	5,76	11,74	3,48	14,24	4,66	0,0120
PS	5,58	11,71	3,96	14,78	1,63	0,0084
BB	5,85	15,24	4,48	18,65	3,21	0,0025
B	5,02	13,06	4,01	16,73	2,27	0,0027
AS	6,99	11,92	4,74	18,54	1,99	0,0191
AAS	5,45	12,89	3,71	15,43	2,69	0,0085
E	5,12	10,90	3,39	12,87	1,80	0,0011
Ke	4,89	11,03	3,62	14,72	1,32	0,0022
K	5,44	15,98	4,65	18,74	1,08	0,0131
O	7,59	15,44	5,51	21,30	0,95	0,0066
I	6,06	12,12	3,17	15,41	1,71	0,0016

Agregalar üzerinde gerçekleştirilen don deneyleri, [12]'de açıklanan yöntem esas alınarak 4,75 mm'den iri agregalar üzerinde, en az iki numune üzerinde uygulanmıştır.

Deneyler sonucunda, ortalama en düşük don kaybı O fasiyesinden, en yüksek don kaybı ise PK fasiyesinden elde edilmiştir (Çizelge 3).

Bazalt agregalarının alkali-silis reaksiyonu yönünden değerlendirilmesi amacıyla petrografik yöntem [13] ile hızlandırılmış harç çubuğu yöntemi kullanılmıştır [14, 15]. Yapılan petrografik çalışmalarda kuvars polimorflarına rastlanmamış olup, K fasiyesine ait örneklerin hamurunda

büyük oranda volkan camı görülmüştür. Deneyler sonucunda, SiO₂ bakımından zengin örneklerde, diğer fasiyeslere nazaran (K fasiyesi hariç) daha yüksek genleşmeler ölçülmüştür (Çizelge 3).

3. TARTIŞMA

Bu bölümde, bazalt agregaları üzerinde gerçekleştirilen araştırmalardan elde edilen verilerin, standart değerler ile kullanım yönünden karşılaştırılması yapılmıştır.

Agregalarda bulunan ince maddelerin, betonda aderansı azaltması, prize veya sertleşmeye etki etmesi, mukavemeti düşürmesi, çimento hamurunda zararlı kimyasal reaksiyonlara yol açabilmesi ve donatının korozyona karşı korunmasını azaltıcı etkileri bulunmaktadır [16]. İnce maddeler, ayrıca yoğurma suyunun miktarını arttırmaktadırlar. Bu olumsuz etkileri yanında, agreganın içinde belli bir miktara kadar bulunabilen ince maddeler, betonun işlenmesinde ve yerleştirilmesinde olumlu rol oynamaktadır [17]. [18]'e göre, ince madde oranı, ince agregalar için; eğer beton aşınmaya maruz kalacaksa maksimum %4, diğer bütün beton çeşitleri için maksimum %5 olmalıdır. Ayrıca, iri agregalar için %1'i geçmemesi önerilmektedir. [19]'da ince madde oranının kırmataşlarda %4, kırma kumlarda için maksimum %16 olması gerekliliği ifade edilmiştir. [20]'de ince madde oranı, ince agregalar için maksimum %16, iri agregalar için maksimum %1 olmalıdır. Bölge agregaları ince madde oranı açısından [19]'a göre uygun özelliklerdedir.

Betonda kullanılan agreganın şeklinin olabildiğince küresel olması gerekmektedir. Şekilce uzun taneler, betonda işlenmeyi zorlaştırır, ayrıca yüksek kesme direnci vermektedir. Betonda yoğun olarak bulunan küresel taneler, daha iyi biçimde yerleşerek, boşlukları minimuma indirmektedir [21] [22]'ye göre, kusurlu tane oranlarının ağırlıkça %50 den fazla olmaması istenmektedir. [19]'a göre agregaların yassılık indeksleri, kırılmamış çakıllarda en fazla %50, kırma çakıl ve kırmataşlarda en fazla %40 olmalıdır.

Normal agregaların birim ağırlıkları 12-18 kN/m³ arasında olmalıdır [8]. Gevşek birim ağırlık ise, ince agrega için minimum 13,50

kN/m³, iri agrega için minimum 12,50 kN/m³ olmalıdır [23]. Bölge bazaltlarından elde edilen agregaların birim ağırlık değerleri, bu değerler arasında yer almaktadır.

Agregaların özgül ağırlıklarının fazla olması ile doku daha kompakt olacağı için kayacın kimyasal ve mekanik etkilerle dayanıklılığı da fazla olacaktır [24]. [25]'e göre agrega kuru özgül ağırlık değeri, ince agregalar için en az 25,50 kN/m³ iri agrega için en az 26 kN/m³ olmalıdır [8]'e göre, normal agregaların kuru özgül ağırlıklarının, en az 26 kN/m³ olması gerekmektedir. [27]'ye göre ise, görünür özgül ağırlık değerinin 26 kN/m³ den fazla olması gerekmektedir. AS ve AAS fasiyeslerinden derlenen örneklerin kuru özgül ağırlıkları, limit değerlere oldukça yakın olup, diğer fasiyesler, bu değerlere uygun özelliklerdedir.

Su emme, kayanın fiziksel ve mekanik özelliklerinden başlıca dayanım, büzülme, donma ve durabiliteyi etkilemektedir [28]. [25] ve [29]'a göre, su emme değeri, ince ve iri agregalar için, en fazla %2, [30]'a göre ise, en fazla %3 olmalıdır. Bazalt agregalarının su emme değerleri standartlara uygun özelliktedir.

Agregaların, darbe ve ani şok etkilerine karşı dayanımlarını göreceli olarak belirlemek için, agrega darbe dayanım deneylerinden elde edilen sonuçlar kullanılmaktadır. Agregada darbe dayanım değeri, trafiğin yoğun olduğu alanda kullanılacak beton döşemeleri için maksimum %25, kaldırımda veya asfalt aşınma tabakasında kullanılması durumunda maksimum %30, diğer beton tipleri için maksimum %50 olması gerekmektedir [9]. Ayrıca, beton agregalarının mekanik etkilere karşı dayanımlı olması için, agrega kırılma dayanımının %30'dan küçük olması gerekmektedir [10]. Bazalt agregaları, darbe ve kırılmaya karşı, standartlarda belirtilen değerlere göre oldukça dayanıklıdır.

Agregaların aşınma direnci, agrega tanelerinin kırılabilirliği ve sertliği, süreksizlik düzlemleri, minerallerin kenetlenmesi ile taneler arası bağın mukavemetini yansıtmaktadır [26]. [29]'a göre, nitelikli agregalar için, 500 devirlik aşınma sonucu kaybın en fazla %30, [22]'ye göre, 100 devir sonunda en fazla %10, 500 devir sonunda ise %50'den az olmalıdır. Bu değerlere göre bazalt agregaları, aşınmaya karşı oldukça dayanımlıdır.

Hava şartlarına maruz kalan betonlar için önemli özelliklerden biri agreganın don etkilerine karşı direnci olup, bu özellik, agreganın porozitesi, su emmesi ve boşluk yapısı ile denetlenmektedir [26]. Don kaybı, ince agrega için en fazla %10, iri agrega için en fazla %12 olmalıdır [29]. [22]'ye göre, ince agrega için ağırlıkça %15, iri agrega için %18'den az olması istenmektedir. İncelenen bazalt agregaları dona oldukça dayanıklıdır.

Alkali-silis reaksiyonuna neden olan agregalar arasında; bazı asit veya asit-ortaç karakterli volkanik kayalar yer almaktadır [26]. Ayrıca, volkan camı, reaksiyon oluşumunda oldukça etkilidir [31]. [14]'e göre 16 günlük, [15]'e göre 21 günlük genleşmeler, en fazla %0,1 olmalıdır. Araştırılan bazaltlar, bu standartlarda belirtilen limit değerlere göre, alkali- silis reaksiyonu açısından zararsızdır.

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, Niğde Yöresi'nde bulunan Melendiz volkanitleri, Karataş volkanitleri ve İğredağ bazaltları üzerinde gerçekleştirilmiştir. Araştırmaların üzerinde gerçekleştirildiği bazaltlar, petrografik özelliklerine göre bazalt, olivin bazalt ve bazaltik andezitlerden oluşmuşlardır. Bölgede oldukça geniş alanlarda yayılım sunan bu kayalar, farklı bileşim ve dokusal özelliklerine göre 11 fasiyese ayrılarak incelenmiştir.

Petrografik özelliklerinin yanısıra, agrega özellikleri nedeniyle araştırmaların üzerinde gerçekleştirildiği bazalt agregalarına ait özelliklerin standartlarda belirtilen kabul edilebilir limitler içinde bulunması veya bu limit değerlere çok yakın olması nedeniyle beton agregası olarak kullanılmaları uygundur. Karataş volkanitlerine ait bazaltlar (O hariç) diğer bazaltlara göre fiziksel ve mekanik özellikleri bakımından, alternatif beton agregası olarak özel bir öneme sahiptir.

Teşekkür

Bu çalışma, İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Fonunca desteklenmiştir. Proje No. 27/08092002

Kaynaklar

[1] Tasong WS, Lynsdale CJ, Cripps JC. "Aggregate-Cement Paste Interface II: Influence of

Aggregate Physical Properties", *Cement and Concrete Research*, V. 28 (10), Pp. 1453-1465.1998.

[2] Özturan T., Çeçen, C, "Effect of Coarse Aggregate Type on Mechanical Properties of Concretes With Different Strengths", *Cement and Concrete Research*, V. 27, 2, Pp. 165-170, 1997.

[3] Bayındırlık ve İskan Bakanlığı, Karayolları Gelen Müdürlüğü., "Kızılırmak (Nevşehir-Gülşehir-Hozankaya Mevkii Aşağı Yaylacık Köyü Agrega Ocaklarının CSA A23.2-25'a Göre Alkali-Silika Reaksiyonu Yönünden Değerlendirilmesi" Rapor Tarihi: 4.3.1998, Ankara, 1998.

[4] Ercan T., Tokel S., Matsuda, J., Ul T., Notsu K., Fujitani T., "New Geo-chemical Isotopic and Radiometric Data of the Quaternary Volcanism of Hasandağı-Karacadağ (Central Anatolia)". *TJK Bülteni*, S. 7, 8-21, 1992.

[5] Aydar E, Gourgaud A., "Hasandağı Strato-Volkanında Magma Odalarının Gelişimi ve Hakim Petrojenetik Süreçler", *Hacettepe Yerbilimleri Dergisi*, S. 16, 101-113, 1993.

[6] Besang C, Eckhardt F. J., Harre W., Kreuzer H., Müller P., "Radiometrische Altersbestimmungen an Neogenen Eruptivgesteinen Der Türkei", *Geol.Jb B*, V 25, 3-36, 1977.

[7] Beekman P H., "the Pliocene and Quaternary Volcanism in the Hasandağ-Melendizdağ Region", *MTA Bull*, V. 66. P. 99-106, 1966.

[8] BS 812, Part 1 "Testing Aggregates, Methods for Determination of Particle Size and Shape", Part 2, "Testing Aggregates, Methods for Determination of Physical Properties". Part 3, "Testing Aggregates, Methods for Determination of Mechanical Properties". British Standards Institution. 1975

[9] BS 812, Part 112, "Testing Aggregates. Method for Determination of Aggregate Impact Value", British Standards Institution, 1990.

[10] BS 812, Part 110. "Testing Aggregates, Methods for Determination of Aggregate Crushing Value", British Standards Institution, 1990.

[11] ASTM C131. "Standard Test Method for Resistance to Abrasion of Small Size Coarse Aggregate By Use of the Los Angeles Machine", Annual Book of ASTM Standards. 1996.

[12] ASTM C 88-83, "Standard Test for Soundness of Aggregates By Use of Sodium Sulphate or Magnesium Sulphate". Annual Book of ASTM Standards, 1990.

[13] ASTM C 295, "Petrographie Examination of Aggregates for Concrete", Annual Book of ASTM Standards, 1994.

[14] ASTM C1260, "Standard Method for Potential Alkali-Silica Reactivity of Aggregates

(Mortar Bar Method)", Annual Book of ASTM Standards, 1994.

[15] CSA, A23.2-94, "Test Method for Detection of Alkali-Silica Reactive Aggregate By Accelerated Expansion of Mortar Bars", Methods of Test for Concrete. Canadian Standards Association, Ontario, Canada. 236-242, 1994.

[16] Baradan B., "Yapı Malzemesi II (Bağlayıcı Maddeler, Agregat, Beton)", Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Yayınları No:207, S. 204, 1991.

[17] Neville A.M., "Properties of Concrete", 4th Adn, Pitman, London, 844 P. 1995.

[18] TS 3527, "Beton Agregalarında İnce Madde Oranı Tayini", Türk Standartları Enst, 1980.

[19] BS 882, "Specification for Aggregates From Natural Sources for Concrete". British Standards Institution, 1992.

[20] ASTM C17, "Standard Test Method for Materials Finer Than 75-µm (No. 200) Sieve in Mineral Aggregates By Washing", Annual Book of ASTM Standards, 1995.

[21] McNally G.H., "Soil and Rock Construction Materials", First Published, E and FN Spon, London and New York, p: 403, 1998.

[22] TS 706, "Beton Agregaları", Türk Standartları Enst.. 1980.

[23] TS 3529, "Beton Agregalarında Birim Ağırlıklarının Tayini", Türk Standartları Enst., 1980.

[24] Manzak O., Dondurmacı A., Koyluoğlu O.S and Arıoğlu E., "Quality Assurance and Evaluation of Concrete Aggregate in Yapı Merkezi Préfabrication Inc"., Proceedings of 1. National Symposium on Crushed Rock, 163-178, 1996, (in Turkish).

[25] TS 3526, "Beton Agregalarında Özgül Ağırlık ve Su Emme Oranı Tayini", Türk Standartları Enst., 1980.

[26] Fookes P.G., "An Introduction to the Influence of Natural Aggregates on the Performance and Durability of Concrete", *Quarterly Journal of Engineering Geology*, 123, 207-229, 1980.

[27] ASTM C127, "Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Coarse Aggregate", ASTM C128, "Standard Test Method for Density, Relative Density (Specific Gravity), and Absorption of Fine Aggregate", Annual Book of ASTM Standards, 1989.

[28] Smith M. R., ve Collis, L., "Aggregates (Sand, Gravel and Crushed Rock Aggregates for Construction Purposes)", (Third Edition), *Geological*

Society Engineering Geology Special Publication No. 17, London, 2001.

[29] ASTM C 33, "Standard Specifications for Concrete Aggregates", Annual Book of ASTM Standards, 1986.

[30] BS 8007, "Code of Practice for Design of Concrete Structures for Retaining Aqueous Liquids", British Standards Institution, 1987.

[31] Wakizaka Y., "Reactivity of Rocks and Minerals in Alkaline Solution," *J Res., Public Works Res Inst.* 34 146 Pp., 1998.