

NİĞDE BÖLGESİ AGREGA KAYNAKLARI VE SORUNLARI

Mustafa KORKANÇ^{1*}, Atiye TUĞRUL²

¹Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, Ömer Halisdemir Üniversitesi, Niğde, Türkiye

²Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Mühendislik Fakültesi, İstanbul Üniversitesi, İstanbul, Türkiye

Geliş / Received: 25.05.2016

Düzeltilmelerin gelişi / Received in revised form: 19.09.2016

Kabul / Accepted: 13.10.2016

ÖZ

Bu çalışma, Niğde bölgesinde kullanılan agrega kaynaklarının, agrega özellikleri ile bu kaynaklarda karşılaşılan sorunların belirlenmesi amacıyla yapılmıştır. Araştırmalar için Kızılırmak kumu, Kırüstü çökelleri ve Kırgeçit deresi çökelleri ile Başmakçı kireçtaşı ve Melendiz volkanitlerinin içerisinde gözlenen andezitik ve bazaltik kökenli lavlar seçilmiştir. Çökellerden elde edilen agregalar kendi içinde birer grup olacak şekilde tanımlanmıştır. Başmakçı kireçtaşı ile volkanik kökenli olan agregalar ise birlikte incelenmiştir. Yapılan değerlendirmelere göre; bazaltik kökenli kayalardan elde edilen agregalara ait verilerin, çökellerden elde edilen agregalara ait verilerden oldukça yüksek dayanım değerleri sundukları görülmüştür. Özellikle Melendiz volkanitlerine ait düşük poroziteli, az mikroçatlaklı, sert ve yüksek dayanımlı örneklerin birçok alanda kullanılmaları uygundur. Buna karşın, Kızılırmak kumları ile Melendiz volkanitlerine ait, SiO₂ içeriği örneklerin alkali-silica reaksiyonu yönünden riskli olmaları nedeniyle, asfalt agregası, dolgu ve demiryolu balast malzemesi olarak kullanılmalarının özendirilmesi gerekmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kızılırmak kumu, dere çökeli, kireçtaşı, bazalt, andezit

AGGREGATE RESOURCES OF NIGDE REGION AND PROBLEMS FACED

ABSTRACT

This study is aimed to investigate different aggregate resources widely used as aggregate in Niğde region and to determine problems in aggregate resources. For investigations Kızılırmak sand, Kırüstü deposits, Kırgeçit river deposits with Başmakçı limestone and andesitic and basaltic lavas of Melendiz volcanites were used. Aggregates gained from river deposits were described as single groups. Volcanic aggregates source were studied within eleven groups according to their composition and texture. According to the evaluations, samples belonging to basaltic aggregates having comparatively higher strength than samples belonging to deposit aggregates. Especially, samples belonging to Melendiz volcanites having low porosity, less microfracture, higher hardness and strength are suitable as aggregate for many purposes. However, the samples belonging to Kızılırmak sands and Melendiz volcanites which have high SiO₂ content are risky materials from the point of view alkali-silica reaction. Therefore, they are more suitable as asphalt aggregate, embankment material and railway ballast.

Keywords: Kızılırmak sand, river sediment, limestone, basalt, andesite

*Corresponding author / Sorumlu yazar. Tel.: +90 388 225 2259; e-mail/e-posta: mkorkanc@ohu.edu.tr

NİĞDE BÖLGESİ AGREGA KAYNAKLARI VE SORUNLARI

1. GİRİŞ

Günümüzde teknolojik gelişmelere paralel olarak insanoğlunun yaşam kalitesinin artması, bağımsızlık faaliyetlerinin de hızlı bir şekilde artmasına neden olmuştur. Bu da yapı sektöründe kullanılacak agreganın niteliğinin önemini ön plana çıkarmıştır. Dünyada olduğu gibi ülkemizde de agrega ihtiyacı bölgesel olarak farklı kayaç türlerinden sağlanmaktadır. Bölgede öncelikle dere çökellerinden elde edilen agregalar yaygın olarak kullanılırken, sakıncalı durumlarından dolayı günümüzde artık özellikle volkanik kayaçlardan ve kireçtaşlarından elde edilen kırmataşlar yaygın bir şekilde agrega olarak kullanılmaktadır.

Son yıllarda ülkemizde özellikle bazaltlar, alternatif agrega kaynağı olarak birçok bölgede kullanılmaya başlanmıştır. Bu konuda yapılan araştırmalar bazaltların daha dayanımlı olmaları nedeniyle, asfalt ve yüksek dayanımlı beton agregası ile demiryolu balast malzemesi olarak kullanımının daha uygun olacağını ortaya koymuştur [1-5]. Genç volkanizmanın ülkemizde yaygın ve farklı evrelerde ürünler oluşturduğu bölgelerden biri olan Niğde bölgesinde, öncelikle ayrıntılı volkanolojik, jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar yapılmıştır [6-13].

Bu araştırmada; tüvenan agregalara ait veriler, Bayındırlık ve İskan Bakanlığınca yapılan çalışmalardan, Başmakçı kireçtaşlarına ait veriler ise Fener [14]'den derlenmiştir. Farklı bazaltlara ait veriler ise Korkaç [15] tarafından yapılan deneysel ve arazi çalışmalarından elde edilmiştir. Çalışmalar için Kızılırmak kumu, Kırüstü çökelleri ve Kırkgeçit deresi çökelleri ile Başmakçı kireçtaşları ve Melendiz volkanitlerinin içerisinde gözlenen andezitik ve bazaltik lavlar seçilmiştir. Seçilen bu volkanik kayaçlar, yakın alanlarda bileşim ve dokusal özellikleri çok sık değişim göstermelerinden dolayı, gruplara ayrılarak örneklenmiş ve incelenmiştir.

2. MATERYAL VE METOT

Bu araştırma kapsamında; arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları yapılmıştır. Araştırmalara literatür derlemesi ile başlanmış olup, Niğde yöresine ait tüvenan agraga kaynakları literatürden alınmıştır. Melendiz volkanitlerine ait andezit ve bazaltik lavlar üzerinde standart agrega deneyleri, ulusal ve uluslararası standart yöntemler göz önüne alınarak bölümümüz laboratuvarlarında gerçekleştirilmiştir. Elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmuştur.

3. BULGULAR VE TARTIŞMA

3.1. Niğde Yöresine Ait Farklı Alanlardaki Çökellerin Agrega Özellikleri

Niğde yöresinde yaygın olarak kullanılan tüvenan agrega kaynakları başlıca, Kızılırmak kumu, Kırüstü yelpaze çökelleri ve Kırkgeçit deresi agregalarıdır. Bunlar arasında geçmiş dönemlerde en yaygın olarak kullanılan agrega kaynağı ise Kızılırmak kumları olmuştur. Diğer taraftan, Kırüstü Mevkii yelpaze çökelleri ise bölgeye yakın olması ve kolay elde edilebilmesi nedeniyle geçmiş dönemlerde yine tercih edilen kaynağı olmuştur. Bunların yanında Çiftehan yöresinde bulunan Kırkgeçit deresi çökelleri de yer yer kullanılmıştır. Bunlardan, Kızılırmak dere çökelleri [16], Niğde Kırüstü Mevkii yelpaze çökelleri [17] ve Niğde-Çiftehan Kırkgeçit deresi [18] çökellerinin agrega özellikleri Tablo 1 ve 2'de verilmiş ve söz konusu kaynakların Niğde yöresi için önemi tartışılmıştır.

Tablo 1. Niğde yöresinde çökel agrega kaynaklarına ait elek analizi verileri

Lokasyon	Kızılırmak (Nevşehir)	Kırüstü (Niğde)	Çiftehan (Ulukışla)	TS 706 EN 12620+A1
	(%) Geçen			
Elek	0/32 mm	0/32 mm	0/32 mm	0/32 mm
32	-	-	-	100
16	95	87	76	62-89
8	84	79	58	38-77
4	72	66	44	23-65
2	62	54	34	14-53
1	49	40	24	8-42
0,5	26	23	15	-
0,25	8	11	6	2-15

M. KORKANÇ, A. TUĞRUL

Kızılırmak çökellerinden elde edilen tuvenan agreganın ocaktaki mevcut şekliyle beton agregası olarak kullanılması sakıncalı olup, elenip 3 sınıfa ayrıldıktan sonra kullanılması gerekmektedir [16]. Elek analizine göre granülometri eğrisi TS 706'a uygun değildir (Tablo 1). Bunun dışındaki özellikleri bakımından, kumlardan elde edilen deneysel veriler, TS 706 da yer alan standart hükümlerle uyum içerisindedir [16] (Tablo 2).

Tablo 2. Kızılırmak, Kırüstü ve Çiftehan Kırkgeçit yöresi kaynakların agrega özellikleri

Örnek	Lokasyon	Tane Sınıfı	Gevşek birim ağırlık	Sıkı birim ağırlık	Özgül ağırlık (Kuru)	Özgül ağırlık (Y.K.D.)	Özgül ağırlık (Gör.)	Agrega su emme
			Δ_{uc} (kN/m ³)	Δ_c (kN/m ³)	δ_d (kN/m ³)	δ_s (kN/m ³)	δ_a (kN/m ³)	aw _a (%)
Kızılırmak Çökelleri	Gülşehir (Nevşehir)	0/4	-	-	24,8	25,2	25,7	1,89
		4/32	-	-	25,7	26,1	26,8	1,66
		0/32	19,14	20,3	-	-	-	-
Kırüstü Çökelleri	Kırüstü (Niğde)	0/4	-	-	24,8	25,3	26,1	2
		4/32	-	-	26,2	26,6	27,1	1,25
		0/32	17,2	18,8	-	-	-	-
Çiftehan Kırkgeçit	Çiftehan (Ulukışla)	0/4	-	-	25,5	26	26,3	2
		4/32	-	-	26,5	26,9	27,7	1,59
		0/32	19,14	20,3	-	-	-	-

Kırüstü mevkii yelpaze çökellerine ait agregaların, ince madde oranı ile Los Angeles aşınma oranı açısından, TS 706 EN 12620'a göre uygun değildir (Tablo 2). Söz konusu agregalar, mevcut hali ile yine tane boyu açısından, beton agregası olarak kullanılması durumunda malzemenin elenerek 3 tane sınıfına ayrılması gereklidir denilmektedir [17] (Tablo 1). Çiftehan Kırkgeçit deresi agregaları, ocaktaki mevcut şekliyle beton agregası olarak kullanılabilir nitelikte olduğu söz konusu raporda belirtilmiştir [18]. Ancak ocağın bulunduğu bölgenin, Niğde'ye olan uzaklığı ve potansiyelinin sınırlı olması nedeniyle Niğde yöresi için önemli bir agrega kaynağı olarak düşünülmemektedir. Bölge ocakları, Pozantı, Ulukışla ve Çiftehan yöresine daha yakın olması nedeniyle ve kısıtlı yayılımı göz önüne alındığında, elde edilen malzemenin bu bölgeler için kullanımı önerilmiştir.

Tablo 3. Kızılırmak, Kırüstü ve Çiftehan Kırkgeçit yöresi kaynakların agrega özellikleri

Örnek	Lokasyon	Tane Sınıfı	Los Angeles aşınma oranı	Los Angeles aşınma oranı	Sülfat içeriği	Çeliğe zarar veren madde	Organik madde oranı	İnce madde oranı	Referans
			LAV ₍₁₀₀₎ (%)	LAV ₍₅₀₀₎ (%)	SO ₄ (%)	(%)	(%)	(%)	
Kızılırmak Çökelleri	Gülşehir (Nevşehir)	0/4						1,8	[16]
		4/32	9	38				0,1	
		0/32			0,03	0,089	Açık sarı		
Kırüstü Çökelleri	Kırüstü (Niğde)	0/4						7,0	[17]
		4/32	17	56				1,0	
		0/32			0,021	0,089	Açık sarı		
Çiftehan Kırkgeçit	Çiftehan (Ulukışla)	0/4						3,6	[18]
		4/32	8	35				0,2	
		0/32			0,031	0,089	Açık sarı		

Yine aynı kurum tarafından Kızılırmak kumunun, CSA A23.2-25A'[19]'e göre "Alkali-Silis Reaksiyonu Yönünden Değerlendirilmesi" amacıyla deneyler yapılmıştır. Deneyler sonucunda, 0-3 mm boyutundaki malzemede, 14 günlük genleşmeler; % 0,085 ile 0,225 arasındadır [20]. Raporda kullanılabilirlik yorumunda ise limit değer in en fazla % 0,150 olduğu göz önüne alınarak, test edilen bu malzeme uygulanan bu test metoduna göre [19] alkali-silika reaksiyonu yönünden betonda agrega olarak kullanılması uygun değildir. Geçmiş dönemlerde bölgede oldukça yoğun olarak kullanılan bu malzemenin alkali-silis reaksiyonu oluşturması

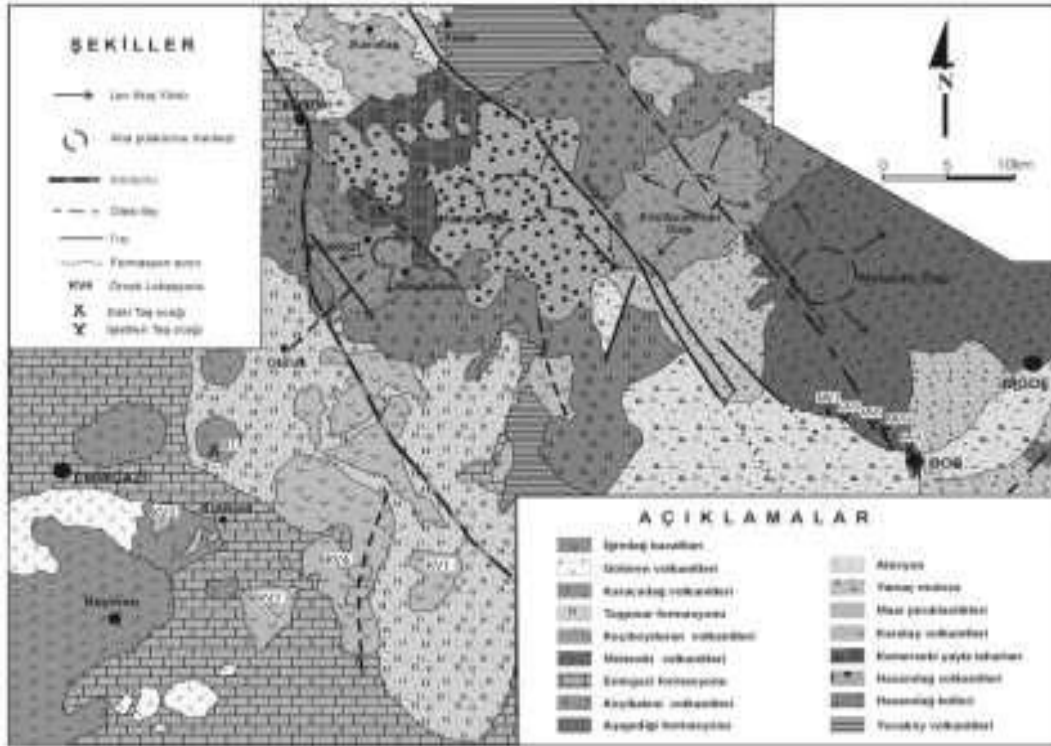
NİĞDE BÖLGESİ AGREGA KAYNAKLARI VE SORUNLARI

açısından sakıncalı olmasından dolayı tamamen bu malzeme ile beton yapılmaması gerekmektedir. Yine aynı raporda, önerilen ağırlıkça toplam agreganın maksimum kullanım oranı %30 olarak önerilmiştir. Diğer kısım için (%70) kesinlikle zararsız olduğu bilinen bir malzeme ile karıştırılarak kullanımı önerilmiştir. Ayrıca, bu tür durumlarda toplam alkalinitesi %0,60'dan düşük (Na_2O eşdeğeri) çimentolarla kullanımı tercih edilmesi gerekmekte ve ocak malzemesinin kesinlikle çok temiz bir şekilde yıkanarak kullanılması ve ocaktaki malzeme değişimlerine bağlı olarak, en az 6 ayda bir alkali-silis reaksiyonu yönünden değerlendirilmesi gerektiği belirtilmiştir [20].

3.2. Melendiz Volkanitlerine Andezit ve Bazalt Agregalarına Ait Özellikler

3.2.1. Melendiz Volkanitlerinin Jeolojik Özellikleri

Çalışma alanı, Kapadokya yöresinin batı güney batı sınırını oluşturmaktadır olup, birçok volkanik kompleksin ve farklı ürünlerinin gözlemlendiği oldukça geniş bir alandır (Şekil 1). Bu alan içinde farklı dönemlerde faaliyet gösteren Karacadağ, Hasandağ, Keçikalesi, Keçiboğduran ve Melendiz Volkanik Kompleksleri yer almaktadır. Bu komplekslerin dışında ve onlara yakın konumda oluşmuş, bazik karakterli Karataş volkanitleri ve İğredağ bazaltları ile farklı monojenik (ikincil) püskürmeler bulunmaktadır. Bölgedeki Kuvaterner öncesi volkanizma ürünleri genelde asidik bileşimlidir. Bu volkanizmaların son ürünleri ise ortaç ve genellikle bazik bileşimlidir [10, 21, 22].



Şekil 1. Niğde ve yakın dolay volkanikleri ve derlenen örnek alanları [10, 17]'e göre değiştirilerek hazırlanmıştır.

Araştırmalar için Melendiz volkanitlerinin Bor-Altınhisar arasında yayılım sunan genellikle bazik ve ortaç bileşimli lavları seçilmiştir (Şekil 1). Seçilen bu kayalar, yakın alanlarda bileşim ve dokusal özellikleri çok sık değişim göstermesinden dolayı MV1, MV2, MV3, MV4, MV5 ve MV6 olmak üzere 6 farklı fasiyeste örnek derlenmiştir (Tablo 4).

3.2.2 Melendiz Volkanitlerine ait örneklerin petrografik özellikleri

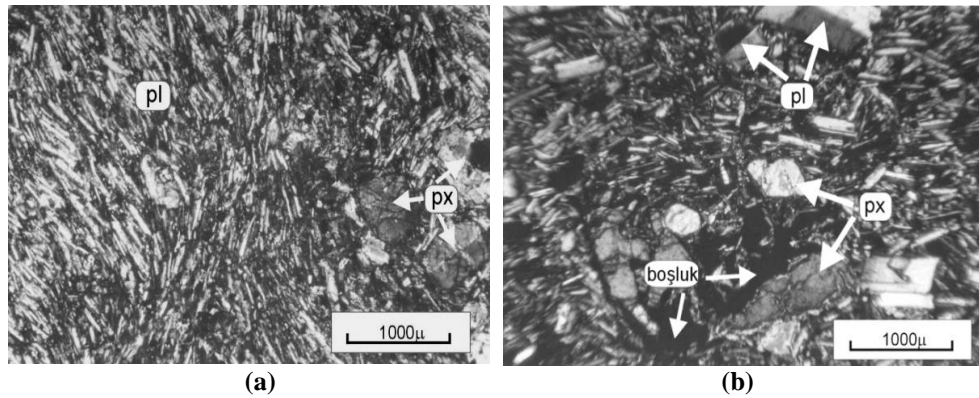
Petrografik araştırmalar sonucunda, Melendiz volkanitlerinden derlenen MV1, MV2, MV5 ve MV6 örnekleri fenokristal oranı, boşluk ve opak mineral içeriklerine göre ayrılmışlardır. Bu örnekler, andezit-bazalt arası

bileşim sunmakta olup, az oranda olivin, klinopiroksen ve plajiyoklas fenokristalleri içermektedir. Bu örneklerin matrisi ise mikrolitik plajiyoklastan oluşmuştur. Kayada pilotaksitik doku egemendir (Şekil 2a). MV3 ve MV4 örnekleri ise olivin bazalt karakterinde olup, boşluklu ve Melendiz volkanitlerinin en genç lavlarını oluşturmaktadır. İri olivin ve az oranda plajiyoklas fenokristalleri, mikrolitik plajiyoklas oluşturmaktadır. İri olivin ve az oranda plajiyoklas fenokristalleri, mikrolitik plajiyoklas hamurla çevrelenmiştir (Şekil 2b) [22].

Tablo 4. İncelenen örneklerin jeolojik ve petrografik özellikleri

Örnek No	Formasyon	Lokasyon	Kayaç adı	Göreceli mineral içeriği**	Yaş
MV1	Melendiz volkanitleri	Bor kuzeyi	Andezitik bazalt	plg>ol>op>sm>px	Alt Pliyosen-Pleyistosen
MV2	Melendiz volkanitleri	Bor kuzeyi	Andezitik bazalt	plg>px> sm> op	Alt Pliyosen-Pleyistosen
MV3	Melendiz volkanitleri	Bor (Kayabaşı)	Olivin bazalt	plg>ol>op>sm	Alt Pliyosen-Pleyistosen
MV4	Melendiz volkanitleri	Bor (Mezarlık)	Olivin bazalt	plg>px>ol >op>sm	Alt Pliyosen-Pleyistosen
MV5	Melendiz volkanitleri	Bor kuzeyi	Andezitik bazalt	plg>ol > sm> op	Alt Pliyosen-Pleyistosen
MV6	Melendiz volkanitleri	Bor kuzeyi	Andezitik bazalt	plg>px >sm> op	Alt Pliyosen-Pleyistosen

*Streckeisen, [23]'e göre adlandırılmıştır. ** (plg: plajiyoklas, px: piroksen, ol: olivin, g: volkanik cam, sm: ikincil mineral, op: opak mineral)



Şekil 2. Melendiz volkanitlerine ait örneklerin ait ince kesit fotoğrafları. **a)** Andezitik bazalt (MV6), **b)** Olivin bazalt (MV3)

3.2.3. Melendiz Volkanitlerine ait örneklerin agrega özellikleri

Laboratuvarda çeneli kırıcıyla hazırlanan kırmataş agregalar üzerinde standart agrega deneyleri, ulusal ve uluslararası standart yöntemler göz önüne alınarak yapılmış ve elde edilen veriler aşağıdaki tablolarda sunulmuştur (Tablo 5-7). İncelenen agregaların ince madde oranları, Melendiz volkanitlerine ait MV5 ve MV6 fasiyelerinde daha düşük olarak elde edilmiştir.

Laboratuvarda çeneli kırıcıyla hazırlanan kırmataş agregalar üzerinde gerçekleştirilen yassılık ve uzunluk indeksleri, betonun pompalanma, yerleştirme ve dayanımı açısından oldukça önemli bir parametre olup, BS 812 [24]'de belirtilen yöntemlere göre belirlenmiştir. Ortalama en yüksek yassılık indeksi MV5 fasiyesinden, en düşük değer ise MV3 fasiyesinden elde edilmiştir. Ortalama en yüksek uzunluk indeksi MV3, en düşük değer ise MV5 fasiyesinde bulunmuştur (Tablo 5). Bilindiği gibi konkasör tipleri doğrudan agreganın yassılık ve şekil indeksini etkilemektedir. Genellikle kusurlu agregalar olarak bilinen yassılık ve uzunluk indeksleri yüksek olan agregalar çeneli kırıcı ile kırılmış agregalardır. Bunun yanında kayacın yapısı da oldukça etkilidir. Melendiz volkanitlerine ait andezitik bazaltlardan elde edilen agregalarının ortalama en düşük su emme değeri ise MV4, en yüksek değer de MV2 fasiyesine ait örneklerden elde edilmiştir (Tablo 5).

NİĞDE BÖLGESİ AGREGA KAYNAKLARI VE SORUNLARI

Tablo 5. Melendiz Volkanitlerine ait kayaçların agrega özellikleri

Örnek No	İnce madde oranı I_p (%)			Yassılık indeksi I_F (%)			Uzunluk indeksi I_E (%)			Agrega su emme aw_a (%)		
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
MV1	1,15	1,28	1,23	26,29	78,27	41,1	13,08	46,85	26,15	1,66	1,68	1,67
MV2	1,24	1,26	1,25	9,69	93,11	41,12	33,35	56,33	46,00	1,91	1,95	1,93
MV3	1,66	1,72	1,69	1,03	36,11	13,11	38,05	73,45	53,27	1,26	1,31	1,29
MV4	1,57	1,59	1,58	19,18	78,94	43,31	23,13	53,01	33,34	1,21	1,22	1,21
MV5	0,69	0,70	0,69	38,46	57,72	48,49	15,46	41,05	25,50	1,41	1,44	1,43
MV6	0,79	0,91	0,84	9,91	48,05	27,42	26,97	54,07	40,66	1,43	1,46	1,44

İncelenen agregaların ortalama en düşük gevşek birim ağırlık değeri MV5 fasiyesinden, en yüksek değer ise MV5 örneğinden elde edilmiştir. Sıkı birim ağırlık değerleri ise birbirine yakın değerlerde olup, en yüksek değer ise olivin bazalt karakterinde olan MV6 örneğine aittir. Agreganın özgül ağırlığı (kuru) değeri ise, ortalama en düşük MV5 fasiyesinden, en yüksek değer ise boşlukları az olan MV4 örneklerinden elde edilmiştir (Tablo 6).

Söz konusu agregaların mekanik özelliklerinin belirlenebilmesi amacıyla yapılan agrega darbe dayanımı (AIV), agrega ezilme dayanımı (ACV) ve Los Angeles aşınma deneyleri BS 812 Part 112 [25], BS 812, Part 110 [26] ve ASTM C131 [27]'de önerilen yöntemler esas alınarak gerçekleştirilmiştir. Agreganın darbe dayanımı deneyleri sonucunda, incelenen agregalarda, darbeye karşı en yüksek direnç, boşlukları az olan ve olivin bazalt karakterli örneklerde, en düşük direnç ise yine boşluklarıyla belirgin olan MV3 örneklerinden elde edilmiştir (Tablo 6). Agregaların sabit bir yük altında ezilme dirençlerini belirlemek için yapılan deneylerde de yine aynı örnekler benzer mekanik davranışlar sergilemiştir. Özellikle aşınmaya maruz kalacak alanlar için yapılan 500 devirlik Los Angeles aşınma deneyleri sonucunda, ortalama en fazla kayıp boşluklu bazaltlardan (MV3), en az kayıp ise MV1 örneğinden elde edilmiştir.

Volkanik kökenli agregalar üzerinde gerçekleştirilen don kaybı deneyleri, ASTM C 88-83 [28]'de açıklanan yöntem esas alınarak iri agregalar üzerinde uygulanmıştır. Deneyler sonucunda, ortalama en düşük don kaybı MV2 örneğinden, en yüksek don kaybı ise mikro çatlaklı yapısıyla belirgin olan MV1 örneğinden elde edilmiştir (Tablo 7).

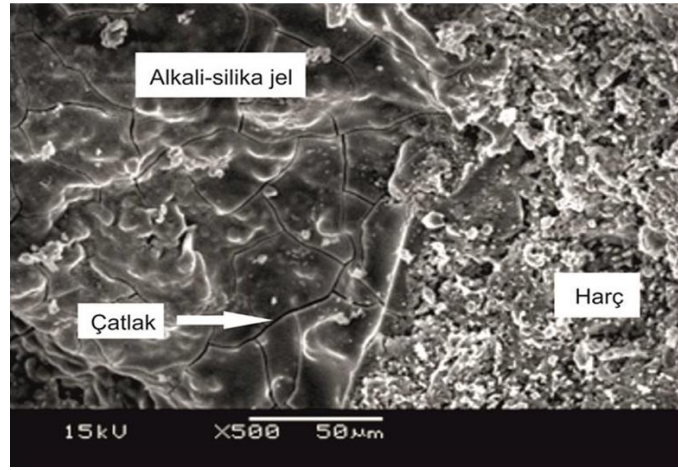
Alkali-silis reaksiyonunu etkilerini belirlemede kullanılan hızlı ve çabuk deney yöntemlerinden birisi olan, CSA, A23.2-94 [19]'de 21 günlük genleşme oranları dikkate alınmaktadır. Bu standartta yer alan 21 günlük genleşmelerin %0,1'den fazla olması durumunda agregalar, reaksiyon açısından sakıncalı olarak değerlendirilmektedir (Şekil 3). Ortaç bileşimli MV1 ve MV5 örnekleri, standartta belirtilen kullanım limitlerine göre, potansiyel olarak yavaş reaksiyon gösteren agregalar olarak değerlendirilmiştir. Özellikle olivin bazalt karakterli örneklerde ise limit değerlerden oldukça düşük genleşmeler ölçülmüş olup, beton agregası olarak kullanılabilir niteliktedir (Tablo 7) [22].

Tablo 6. Melendiz Volkanitlerine ait kayaçların agrega özellikleri (devamı)

Örnek No	Gevşek birim ağırlık Δ_{uc} (kN/m ³)			Sıkı birim ağırlık Δ_c (kN/m ³)			Özgül ağırlık (Kuru) δ_d (kN/m ³)			Agrega darbe dayanımı AIV (%)		
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
MV1	12,81	12,83	12,82	14,45	14,47	14,46	26,38	26,43	26,40	5,59	5,93	5,76
MV2	12,42	12,44	12,43	14,41	14,43	14,42	25,96	26,00	25,98	5,35	5,73	5,58
MV3	12,59	12,61	12,60	14,73	14,74	14,73	27,13	27,14	27,13	5,29	6,28	5,85
MV4	12,88	12,91	12,90	14,63	14,64	14,64	27,61	27,66	27,63	4,93	5,13	5,02
MV5	12,25	12,26	12,25	14,14	14,15	14,14	25,03	25,12	25,08	6,66	7,34	6,99
MV6	12,88	12,90	12,89	14,80	14,82	14,81	25,54	25,59	25,57	5,29	5,6	5,45

Tablo 7. Melendiz Volkanitlerine ait kayaçların agrega özellikleri (devamı)

Örnek No	Agrega ezilme day. ACV (%)			Los Ang. aşınma day. LAV ₅₀₀ (%)			Don kaybı Na ₂ SO ₄ (%)			21 günlük genişleme E ₂₁ (%)		
	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.	Min.	Max.	Ort.
MV1	11,54	11,94	11,74	14,19	14,29	14,24	4,53	4,79	4,66	0,068	0,159	0,119
MV2	11,67	11,75	11,71	14,66	14,90	14,78	1,45	1,81	1,63	0,076	0,093	0,083
MV3	15,06	15,42	15,24	18,49	18,82	18,65	3,09	3,33	3,21	0,015	0,042	0,025
MV4	12,94	13,18	13,06	16,70	16,77	16,73	2,23	2,30	2,27	0,010	0,039	0,027
MV5	11,74	12,11	11,92	18,29	18,79	18,54	1,90	2,09	1,99	0,181	0,205	0,191
MV6	12,79	12,99	12,89	15,13	15,73	15,43	2,58	2,80	2,69	0,027	0,116	0,085

**Şekil 3.** Alkali-silika reaksiyonu sonucu MV6 örneğinde oluşan jelde meydana gelen genişleme çatlaklarının SEM görünümü

3.3. Başmakçı Kireçtaşı Agregalarına Ait Özellikler

3.3.1. Başmakçı Kireçtaşlarının jeolojik özellikleri

İlk kez Blumenthal [29] tarafından Başmakçı Köyü civarında gözlemlendiği ve en alt Tersiyerin kalın bir kalkerle başladığını Başmakçı Kalkeri adını verdiği bu kalkerin Üst Kretase'den (Daniyen) en Alt Eosene kadar fosil bulundurduğunu ileri sürmüştür. Genelde gri, açık gri, beyazımsı dış görünüşlü, taze yüzeyi grimsi beyazdır. Dayanımı iyi, birbirini kesen sık ve düzensiz çatlaklıdır. Güncel çatlaklar açık, eski çatlaklar ise kalsit dolguludur. Birimde karstik erimeler görülmektedir. Yer yer masif ve yer yer de kalın katmanlıdır. Kalınlığı 3-10 metre arasında değişmektedir. Karadağ volkaniti içinde merceksel konumlu olarak yer alır ve birimin üst kısımlarında yüzeylenmektedir [30].

Birimin üzerine Çukurbağ Formasyonu ve Çatalca Konglomerası uyumsuz olarak gelmektedir. Başmakçı kireçtaşı Karadağ volkaniti içinde sığ denizel, resifal karakterli, fazla kırıntı üretmeyen volkanik adaların çevresinde çökelmiştir. Makro olarak mercan kavrıkları gözlenmiştir. Mercan ve alg fosillerine göre birimin yaşı Üst Paleosen-Lütesiyen'dir [30].

3.3.2. Başmakçı kireçtaşlarının agrega özellikleri

Bu bölüme ait veriler Fener [14]'den derlenmiştir. Laboratuvarda çeneli kırıcıyla hazırlanan kırmataş agregalar üzerinde yapılan agrega deneylerinden elde edilen bazı veriler, aşağıda sunulmuştur (Tablo 8).

NİĞDE BÖLGESİ AGREGA KAYNAKLARI VE SORUNLARI

Tablo 8. Başmakçı Kireçtaşlarına ait bazı agrega özellikleri [14]

Örnek No	Los Ang. aşınma day. LAV ₅₀₀ (%)	Agrega darbe dayanımı AIV (%)	Don kaybı Na ₂ SO ₄ (%)	Organik madde oranı (%)	Alkali-silis reaksiyonu (kimyasal yöntem)
	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.	Ort.
BK	23,33	24,34	3,45	Açık sarı	Zararsız

Birim içerisinde yer alan fosillerin betonun sertleşmesine zarar verebileceği düşünüldüğünden bu agregalarda organik madde tayini yapılmış ve çözelti rengi açık sarıyı geçmediğinden dolayı betona zarar vermeyeceği şeklinde yorumlanmıştır. Darbe dayanımı ve darbeli aşınma dayanımları açısından beton agregalarında istenilen sınırları karşılamaktadır. Taş ocağından kırma aşamasının volkanik kayalara göre sertliğinin düşük olması yanında kırıcılardaki aşındırma ve enerji maliyetlerinin daha düşük olması nedeniyle bölgede en çok tercih edilen agrega kaynaklarından biridir. Ocağın Niğde merkez hazır beton tesislerine nispeten daha uzak olması (yaklaşık 50 km) ilk aşamada en önemli dezavantajı olarak karşımıza çıkmaktadır.

3.4. Agregaların Kullanım Yönünden Değerlendirilmesi

Niğde yöresindeki bazaltlardan ve yöredeki diğer kaynaklardan elde edilen doğal ve kırmataş agregalar, yol alt taban dolgu malzemesi, beton agregası, sathi kaplama asfalt agregası olarak kullanım limitlerine göre büyük ölçüde uygun değerler vermektedir. Kızılmak kumları test edilen yöntemle göre alkali-silika reaksiyonu yönünden betonda agrega olarak kullanılması uygun değildir. Melendiz Volkanitlerine ait SiO₂ oranı daha yüksek olan örneklerin (MV1 ve MV5) test edilen yöntemle göre sakıncalı olduğu belirlenmiş olup bu agregaların betonda kullanımı için alkali-silis açısından dikkatli olunması gerekmektedir. Kırüstü çökellerinin aşınma kayıpla fazla olup, bunun yanında ince malzemesi fazla olmasından dolayı yıkanmalı ve tane sınıflarına ayrılmalıdır. Diğer örneklerin aşağıda kullanım limitleri verilen agrega alanlarında kullanım sınırlarını büyük ölçüde sağladıkları görülmüştür (Tablo 9).

Tablo 9. Bazalt agregalarının kullanım alanları ve kullanım limiti değerlerinin karşılaştırılması

Özellik	Bulunan Değerler (ort.)	Sınır Değer	Referans	Açıklama
Gevşek birim ağırlık (kN/m ³) (iri agrega)	12,25-12,90 (DA:17,2-19,14)	12,00-18,00	BS 812	Uygun
Agrega özgül ağırlık (kuru) (kN/m ³)	25,08-27,63 (DA:24,80-26,5)	>26,00	BS 812	Genellikle uygun
Agrega su emme (%)	1,21-1,93 (DA:1,59-2,0)	< 2 < 3	ASTM C 33 BS 8007	Uygun
Los Angeles aşınma kaybı (%)	14,24-18,54 (DA:35-56) (BK:23,33)	(500 devir) <45 Asfalt agregası≤30	ASTM C 33 TS 1097-2	Uygun (DA uygun değil)
Agrega darbe dayanımı (%)	5,02-6,99 (BK:24,34)	Aşınmaya maruz beton <25 Yüzey kaplama <30 Diğer betonlarda <50	BS 812 -112	Uygun
Agrega ezilme dayanımı (%)	11,71-15,24	Beton agregası<30	BS 812-110	Uygun
Na ₂ SO ₄ don kaybı (%) (iri agrega)	1,63-4,66 (BK:3,45)	<12	ASTM C 88	Uygun
Genleşme (%)	0,025-0,191 (BK:zararsız) (KK:0,085-0,225)	21 gün <0,1	CSA, A23.2-94	KK, MV1 ve MV5 uygun değil, diğerleri uygun
İnce malzeme oranı (%)	0,69-1,69 (DA: 0,2-7,0)	Aşınmaya maruz beton ≤4 Normal beton ≤5	TS EN 933-1	İri agrega uygun

BK: Başmakçı Kireçtaşı, KK: Kızılmak Kumu, DA: Doğal Agregası (Kızılmak Çökelleri, Kırüstü Çökelleri ve Çiftahan Kırkgeçit deresi ürünleri)

4. SONUÇLAR

Bu çalışma, Niğde Bölgesinde bulunan farklı agrega kaynaklarının agrega olarak kullanım yönünden araştırılması ve karşılaştırılması amacıyla Kızılırmak kumu, Kırüstü çökelleri ve Kırkgeçit deresi çökelleri ile Başmakçı Kireçtaşı ve Melendiz volkanitlerine ait ortaç ve bazaltik ürünler üzerinde gerçekleştirilmiştir.

Bölgede Kızılırmak çökelleri ile Kırüstü çökellerinin ocaktaki mevcut şekliyle tane boylarının uygun olmaması nedeniyle elenerek ayrılması gerekmektedir. Ayrıca Kırüstü çökellerinin ince madde oranlarının yüksekliği ve Los Angeles aşınma kayıplarının fazla olması nedeniyle nitelik açısından volkanik kökenli agregalara oranla oldukça düşük dayanım değerleri sunmaktadır. Bunların dolguda kullanılması önerilmekte, ya da eleme ve yıkama işlemlerinden geçirilerek düşük dayanımlı beton ve sıva vb. uygulamalarda kullanılması önerilmektedir.

Kızılırmak dere çökellerinin beton agregası olarak kullanılması durumunda alkali-silis reaksiyonu yönünden beton için zararlı olup, bu agregaların reaktif olmayan agregalarla karıştırılarak kullanılması önerilmektedir.

Kırkgeçit deresi agregaları beton agregası olarak kullanım yönünden uygun olup, potansiyeli sınırlı olması nedeniyle bölge için çok fazla önem teşkil etmemektedir.

Başmakçı Kireçtaşı agregaları ile Melendiz volkanitlerine ait ortaç ve bazaltik lavlar üzerinde yapılan agrega deneylerinde bunların agrega olarak kullanım yönünden standartlarda belirtilen limitler içinde bulunmaları nedeniyle; balast, dolgu malzemesi, beton ve asfalt agregası olarak kullanımı açısından büyük ölçüde uygundur.

Niğde Bölgesindeki bazalt agregalarının daha efektif kullanımları açısından; MV1 ve MV2 örneklerinin sertliklerinin ve dayanımlarının yüksek olması nedeniyle daha çok yollarda aşınma tabakasında, yüksek dayanımlı betonda ve demiryollarında balast malzemesi olarak kullanılmalarının önerilmesi oldukça önemlidir. MV1 ve MV5 örnekleri örneklerinin alkali-silis reaksiyonu yönünden riskli olmaları nedeniyle, asfalt agregası, dolgu malzemesi ve demiryolu balast malzemesi olarak kullanılmalarının daha uygun olacağı düşünülmektedir.

TEŞEKKÜR

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

KAYNAKLAR

- [1] TASONG, W.S., LYNSDALE, C.J., CRIPPS, J.C., "Aggregate-Cement Paste Interface. II: Influence of Aggregate Physical Properties", Cement and Concrete Research, 28 (10), 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, 27, 2, 165-170, 1997.
- [3] KORKANÇ, M., "Niğde Yöresi Bazaltlarının Alternatif Agrega Olarak Değerlendirilmesi", İ.Ü. Fen Bil. Ens., Doktora Tezi, 226 sayfa, (yayınlanmamış), 2004.
- [4] KORKANÇ, M., TUĞRUL, A., "Evaluation of Selected Basalts from Niğde, Turkey, as Source of Concrete Aggregate", Engineering Geology, 75, 291-307, 2004.
- [5] KORKANÇ, M., TUĞRUL, A., "Evaluation of Selected Basalts from the Point of Alkali-Silica Reactivity", Cement and Concrete Research, 35, 505-512, 2005.
- [6] BEEKMAN, P.H., "The Pliocene and Quaternary Volcanism in the Hasandağ-Melendizdağ Region", MTA Bull., 66, 99-106, 1966.
- [7] PASQUARE, G., "Outlines of the Neogene and Quaternary volcanism of Asia Minor", Accad. Naz. Dei Linc., 40, 1077-1085, 1966.
- [8] INNOCENTI, F., MAZZUOLI, G., PASQUARE, F., RADICATI DI BROZOLO, F., VILLARI, L., "The Neogene Calcalkaline Volcanism of Central Anatolia; Geochronological Data on Kayseri-Niğde Area", Geol. Mag. 112 (4), 349-360, 1975.
- [9] ERCAN, T., TOKEL, S., CAN, B., FİŞEKÇİ, A., FUJITANI, T., NOTSU, K., SELVİ, Y., ÖLMEZ, M., MATSUDA, J.I., UL, T., YILDIRIM, T., AKBAŞLI, A., "Hasandağ-Karacadağ (Orta Anadolu), Dolaylarındaki Senozoyik Yaşlı Volkanizmanın Kökeni ve Evrimi", Jeomorfoloji Dergisi, 18, 39-54, 1990.
- [10] ERCAN, T., TOKEL, S., MATSUDA, J., UL, T., NOTSU, K., FUJITANI, T., "New Geochemical İsotopic and Radiometric Data of The Quaternary Volcanism of Hasandağı-Karacadağ (Central Anatolia)", TJK Bülteni, 7, 8-21, 1992.
- [11] GÜLEÇ, N., TOPRAK, V., ARCASOY, A., "Evaluation of Melendiz Volcanic Complex Using Remote Sensing and Geographic Information Systems", ODTU-AFP: 97-03-09-02, s. 84. 1997.

NİĞDE BÖLGESİ AGREGA KAYNAKLARI VE SORUNLARI

- [12] AYDAR, E., “Karataş Volkanitlerinin (Orta Anadolu) Volkanolojik ve Petrolojik Özellikleri”, H.Ü. Yerbilimleri Dergisi, 19, 41-56, 1997.
- [13] TÜRKECAN, A., AKÇAY, A. E., SATIR, M., DÖNMEZ, M., ERCAN, T., “Melendiz Dağları (Niğde) Volkanizması”, 56. Türkiye Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özlere Kitabı, 16-17, 2003.
- [14] FENER, M., “Niğde Bölgesindeki Formasyonların Deneysel Yöntemler Sonucu Beton Agregası Olarak Kullanıma Uygunluğu”, Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 99 sayfa, (yayınlanmamış), 2001.
- [15] KORKANÇ, M., “Niğde Yöresi Bazaltlarının Alternative Agregası Olarak Değerlendirilmesi”, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Doktora Tezi, 226 sayfa, (yayınlanmamış), 2003.
- [16] BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI, “Kızılırmak Dere Çökellerinin Agregası Özellikleri”, Rapor no:3153, 1998.
- [17] BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI, “Niğde Kırüstü Mevkii Yalpaze Çökellerinin Agregası Özellikleri”, Rapor no:3146, 1998.
- [18] BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI, “Niğde-Çiftahan Kırgeçit Deresi Çökellerinin Agregası Özellikleri”, Rapor no:3145, 1998.
- [19] 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, 1994.
- [20] BAYINDIRLIK VE İSKAN BAKANLIĞI, “Kızılırmak Dere Çökellerinin Alkali-Silis Reaksiyonu Yönünden Değerlendirilmesi”, Rapor no:1045, 1998.
- [21] AYDAR, E., GOURGAUD, A., “Hasandağı Strato-Volkanında Magma Odalarının Gelişimi ve Hakim Petrojenetik Süreçler”, Hacettepe Yerbilimleri Dergisi, 16, 101-113, 1993.
- [22] KORKANÇ, M., TUĞRUL, A., “Beton Agregası Olarak Kullanılacak Bazaltların Alkali-Silis Reaksiyonu Yönünden İncelemesi”, İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi, 17 (2), 161-169, 2004.
- [23] STRECKEISEN, A., “To Each Plutonic Rock Its Proper Name”, Earth.Sci.Rev., 12, 1-33, 1976.
- [24] 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.
- [25] BS 812, Part 112 “Testing Aggregates, Method for Determination of Aggregate Impact Value”, British Standards Institution, 1990.
- [26] BS 812, Part 110, “Testing Aggregates, Methods for Determination of Aggregate Crushing Value”, British Standards Institution, 1990.
- [27] 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.
- [28] ASTM C 88-83 “Standard Test for Soundness of Aggregates by use of Sodium Sulphate or Magnesium Sulphate”, Annual Book of ASTM Standards. 1990.
- [29] BLUMENTHAL, M.M., “Niğde ve Adana Vilayetleri Dolayındaki Torosların Jeolojisine Umumi Bir Bakış”, M.T.A. Yayınları, Seri B, No: 6, 95 s, 1941.
- [30] ATABEY, E., AYHAN, A., “Niğde-Ulukışla-Çamardı-Çiftahan Yöresinin Jeolojisi”, MTA Raporu, Rapor No: 957, 1986.