

## OTOYOL İNŞAASMDA KIAMATAŞ OCAĞI SEÇİMİ: BİR VAKA ANALİZİ

### SELECTING CRUSHED *ROCK* QUARRIES FOR THE CONSTRUCTION OF A MOTOmWAY:A CASE STUDY

Süleyman DALGIÇ t Ü. Mühendislik Fakültesi 34850 Avcılar İstanbul  
Ali Malik GÖZÜBOL İ. Ü. Mühendislik Fakültesi 34850 Avcılar İstanbul  
Selaaattin HASDEMİR Set Beton San. ve Tic. A.Ş. Kağıthane İstanbul

#### ÖZ

Anadolu otoyolu Asarsuyu vadisinde, dolgu, granüler temel, çimenfoin temel, fitere, beton ve bitümM kaplamalar için yaklaşık 12 milyon m<sup>3</sup> knmataşa gereksmim bulunmaktadır. Bu amaçla, vadi dolaylarında seçilen 5 potansiyel taş ocağı alanmda, mkeralojik-petrografik, süreksizlik, rezerv ve jeoteknik özellikleri belirleyici araştomabr yapılmıştır. Yapılan değerlendirmeler göre de, bu ocaHamm 3 tanesinden üretilecek kırmataşlarm, otoyol için gerekli olacak malzemelerin bir kısmıran karşılanabileceği belirlenmiştir.

#### ABSTRACT

m Asarsuyu valley section of the Anatolian Motorway, there is a need of approximately 12 milion m<sup>3</sup> chrushed rocks for filling, granular base, cement bound, fibre

*mâ* asphalt material For this purpose, five potential quarry areas were studied with respect to their mineralogical and geotechnical properties, discontinuity and reserves. Among these sites, only three were found to be suitable for crushed rock production for the motorway.

## GİRİŞ

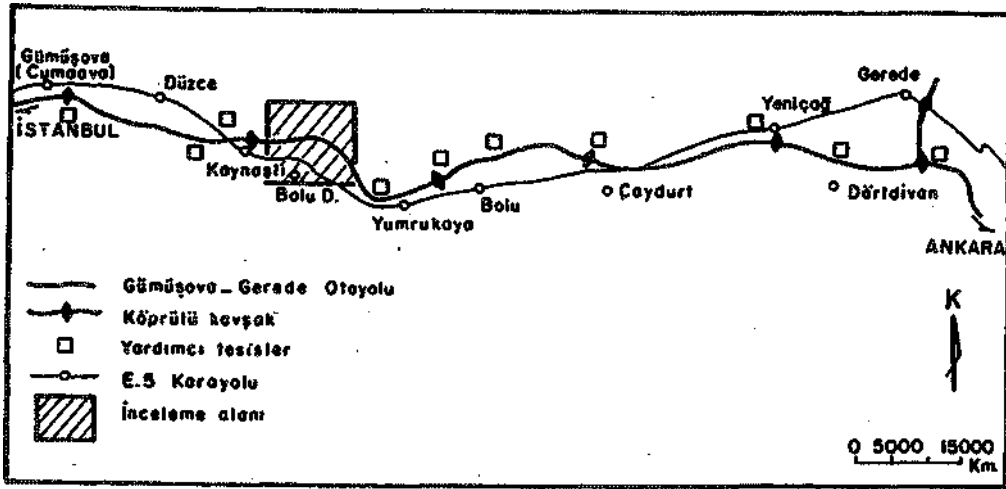
Kırmataşlar otoyol yapımında kullanılan ana malzemedir. Otoyolların inşaatı için, başlıca gerekli malzemeler şu gruplarda toplanmaktadır: 1) Dolgu malzemesi, 2) Gramüler temel ve çimento temel malzemesi, 3) Fitre malzemesi, 4) Beton ve bitümlü kaplamak için gerekli malzemelerdir. Otoyolda bu malzemelerin temini, yarma kazılarında veya otoyola en yakın malzeme ocaklarından karşılanmaktadır.

Anadolu otoyolunun Gümüşova-Gefede kısmında, inşaatı devam eden sorumlu, yaklaşık 7 km'lik Asarsuyu vadisi geçişinde (Şekil 1), yamaçların stabil olmaması nedeniyle, yapılacak yarma çalışmalarından vaz geçmiştir. Bu nedenle otoyol güzergahı vadi tabanına kaydınlıktır (Dalgıç, 1994). Otoyol güzergahının vadi tabanına kaydırılması ise 12 milyon m<sup>3</sup> malzeme gereksinimini ortaya çıkartmıştır. Vadi içerisindeki malzeme gereksinimini karşılamak amacıyla ise, taş ocağı olarak işletilebilecek alanlarda saha ve laboratuvar çalışmaları yapılmıştır. Saha çalışmaları içerisinde itoioji, süreksizlik özellikleri, kaya kaitesi (RQD)-litolojik ufkileri ve rezerv durumları belirlenmiştir. Laboratuvar çalışmaları ise mineralojik-petrografik ve jeoteknik özellikler saptanmıştır. Deneyler Bok Astaldi SPA Me İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kaya Mekaniği laboratuvarında, ASTM, BS, TSE standartlarına göre yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda, taş ocağı olarak işletilebilecek en uygun alanlar saptanmıştır.

## BÖLGENİN GENEL JEOLJİSİ

Otoyolun Asarsuyu vadisi geçiş alanının temelini amfibolit, metagranit, meta kuvarsdiyoritten okşan, Prekambriyen yaşlı Yedigöller formasyonu oluşturur. Bu birimin üzerinde vadinin üst kotlarında tektonik dokanakla, Devoniyen yaşında fiffi, sleyt, şeyi, kuvarsit ve Çatak kireçtaşı üyesinden okşan Ddzoluk formasyonu yer almaktadır. Bu birimlerin üzerinde otoyol güzergahına yakın alanlarda Üst Kretase, çeşitli kaya türleri ile temsil edilir. Taş ocağı olarak kullanılacak birim ise kumlu kireçtaşı, karbonatlı

kumtaşından okşan Bayramışlar formasyonu'dur. Vadi tabanında Pliyo-Kuvaterner yaşlı sili kom, kumlu silt, çakıllı kum, kumlu çakıllardan oluşan Asarsuyu formasyonu ve esid-güncei alüvyon çökelleri, alüvyon konisi' çökelleri ile kofüvyon çökelleri yer alır (Dalgıç, 1994 a).

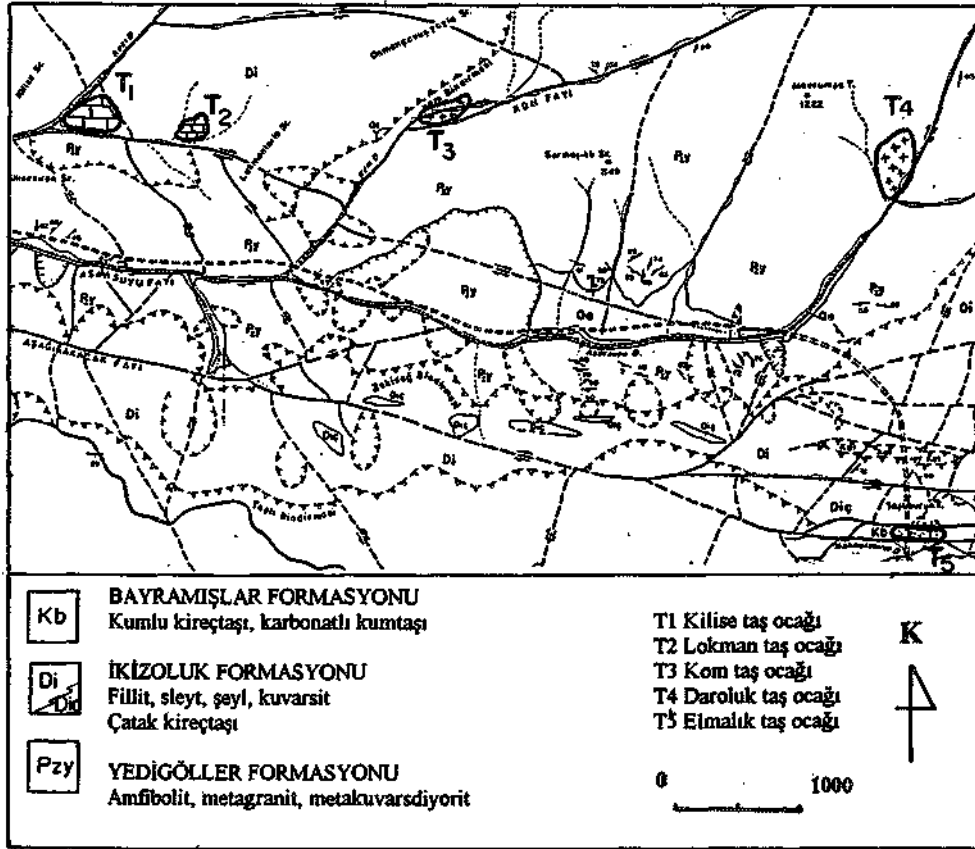


Şekil i- İnceleme alanı yer buldu haritası

Otoyol güzergahını etkileyen en önemli süreksizlik, Kuzey Anadolu Fay zonuna ait, Asarsuyu ve Kom faylarıdır. Vadinin oluşumunu sonuçlayan Asarsuyu fayı, otoyol güzergahına paralel uzanan, doğrultu atıf sağ yönü ana faylarda biridir. Asarsuyu fayı Yedigöller formasyonunu etkilemiş ve gfiacel Kavaterner çökelleri tarafından örtülmüştür. Vadi boyunca, fay zonuna ait erozyondan korunmuş ezik zonlar da izlenir. Bu ezik zonlara mostraları, 40-50 metrelik şeritler halinde, vadinin kuzey ve güney yamaçlarında D-B uzanımında gözlenmektedir. Otoyol eksenini boyunca Asarsuyu ve Kom faylarından başka kuzey yamaçları etkileyen anastatik ve siktetik faylar da saptanmıştır. Bu fayların kataklastik ve milonitik etkilerinin 10-15 m ile sınırlı olduğu belirlenmiştir.

## POTANSİYEL TAŞ OCAKLARININ MÜHENDİSLİK JEOLJİSİ

Otoyol güzergahında yapılan ön çalışmalar sonucunda, taş ocağı olarak işlebilecek litolojiler, Yedigöller formasyonu, İkizöçk formasyonuna ait Çatak kireçtaşı üyesi ve Bayramışlar formasyonu olarak belirlenmiştir. Yapılan çalışmalar sonucunda, bu litolojiler içerisinde 5 adet potansiyel taş ocağı olarak değerlendirilebilecek alan saptanmıştır- (Şekil 2). Bu alanlardan Kilise (T1) ve Lokman (T2) taş ocak yerleri İkizöçk formasyonun Çatak Mreçtaşlarında, Kom (T3) ve Daroluk (T4) taş ocak yerleri YengöDer formasyonunda ve Elmalık (T5) ocak yeri Bayramışlar formasyonu içerisinde bulunmaktadır.



Şekil 2- Potansiyel taş ocağı alanları

#### Mineralojik ve Petrografik özellikler

Çatak küreçtaşılarındaki, Kilise (T1) ve Lokman (T2) taş ocak yerlerinden alınan, breşik kireçtaşıları gri ve siyah, renkli, milonitik doku içerisinde kalsa, kavkı parçalan, az miktarlarda sensit, klorit, bazen kuvars ve opak mineraller içermektedir. Kilise (T1) ve Lokman (T2) ocaklarının bazı kesimlerinde buhman dolomitik küreçtaşılarında kalsit, dolomit, az miktarda sensit, klorit ve çok az kuvars bulunmaktadır. Dolomit oranı ise kalsite oranla daha fazladır.

Yedigöller formasyonu içerisindeki Koni (T3) ve Darohık (T4) ocak yerlerinde, birbirleriyle girik amfibolit, metagranit ve metakuvarsdiyorit bulunmaktadır. Bu birimleri kesen çeşitli kalınlıkta apilit, andezit ve diyabaz daykaları ile kuvars damarları bulunmaktadır.

AmfibolMer, homblend, plajiyoklas, klorit, alkali feldspat, epidot ve opak minerallerden oluşur. Homblendler genellikle, granoblastik mavimsi yeşil, krmk ve çoğu kez klorite dönüşmüştür. Plajryoklaslar iri taneli ve sık fanklıdff. Alkali feldspatlar ksenomorfik, klorit ve epidota dönüşmeye başlamıştır.

MetagranMer kuvars, plajiyoklas, ortoklas, homblend, biyotit, mikroklin, epidot, klorit ve opak mineral topluluklarına sahiptir. Plajiyoklaslar yan özşekfli, oEgoklas ve andezin karakterinde, belirgin poMsentetik ikizlenme ve kısmen yönelme göstermekte, HorMeşme ve epidotlaşmaya dönüşmektedir. Homblendler, ideal amfibol sekinde ve iki yönlü dilinime sahiptir. Biyotitler klorite dönüşmüş ve yönelme gösterirler.

Metakuvarsdiyorit örneklerinde, plajiyoklas, amfibol, kuvars ve alkali feldspat tesbit edilmiştir. Bu mineraller ile birlikte biyotit, klorit ve kalsit mineralleri tanımlanmıştır. Minerallerin birbirlerine safâ şekilde yaklaşmış oldukları ve tane sınırlarının genellikle önemli aberasyon gösterdikleri tesbit edilmiştir. Örneklere ait kırklar ise ince taneli çimento ile doldurulmuştur.

Bayramtşlar formasyonu içerisindeki Elmabk (T5) ocak yerinden alınan kumlu Mreçtaşılarında, kuvars, feldspat ve intraklast parçaları sparitik matriks içerisinde yer almaktadır. Matriks içerisinde düzensiz kırklar da izlenir. Karbonatlı kumtaşıları kalsit, kuvars, muskovit ve opak mineraller içermekte ve çatlakları ikincil kalsit damarları ile doldurulmuştur.

Taş ocadarma ait örnekler, genelde ayrıışmış mineral ve düzensiz kırklardan dolayı beton üretimi için uygun özellikler göstermezler (Dalgıç 1994 b). Çünkü, bu tür

agregalarda üretilen betonlar, zamanla özelliHerini kaybetmektedirler (Kumbasar vd.,1970).

#### Süreksizlik özellikleri

Taş ocağı olabilecek alanlardaki kayaların süreksizliklerin sayısı, aralığı, devamlılığı, pürüzlülük, ayrışma, açıklık ve dolgu gibi özelHkleri saha gözlemleri, araştırma çukurları ve araştırma sondajlarından sağlanan karotlardan yararlanılarak belirlenmiştir (Çizelge 1). Değerlendirme ISRM (1981)'de belirtilen tanımlama ölçütleri esas almarak yapılmıştır.

Çizelge 1- Süreksizliklerin özellikleri

Taşocağı Adı	Eklem Sayısı	Aralık (cm)	Devamlılık (cm)	Pürüzlülük	Ayrışma	Açıklık (mm)	Dolgu
Kilisf(KT1)	sistemsiz	Dar (5-10)	Çok düşük (20-30)	Pürüzlü	Az-orta	Açık (0.5-2.5)	Kalsit
Lokman(T2)	sistemsiz	Dar (5-10)	Çok düşük (20-40)	Pürüzlü	Az-orta	Açık (0.5-2.5)	Kalsit
Kom(T3)	üç	Dar (30-80)	Çok düşük (30-50)	Düz-az pürüzlü	Orta	Çok sıkı <0.1	Kil
Daroluk(T4)	üç ve sistemsiz	Dar (30-60)	Çok düşük (30-60)	Pürüzlü	Orta	Kısmen (0.25-0.5)	KU
Elmalık(T5)	sistemsiz	Dar (40-70)	Çok düşük (30-70)	Az pürüzlü	Orta-az	Orta (2.5-10)	KU kalsit

Kilise (T1) ve Lokman (T2) ocak yerlerindeki kirectaşlarında yoğun breşleşme gelişerek, birincil eklem takımları özelUderini yitirmişlerdir. Bu nedenle, ocak yerlerinde aşırı sistemsiz geliş güzel kırıklar yoğunluktadır. SüreksizMer dar aralıklı, çok düşük devambhklı, pürüzlü, açık, kalsit dolgulu ve az-orta ayrışmıştır. Taş ocaklarından alınabilecek ortalama blok boyutu ise 10-20 cm kadardır.

Kom (T3) ve Daroluk (T4) ocağı doğrultu atımlı faylarla smirk bir alanda mostra vermektedir. Mostrada üç ana kırık sistemi ve sistemsiz kırıklar tesbit edilmiştir. Genel olarak kırık sistemleri dar, çok düşük devamlı, düz -pürüzlü, orta derece ayrışmış, kısmen sîfa-çok sıkı ve dolguları kil dolguludur. Kırık özellikleri maksimum uzunluğu 30-50 cm, ortalama 10-20 cm olan blok boyutunu kontrol etmektedir.

Elmalık (T5) Ocak yeri fay zonu içerisinde bulunmaktadır. Bu nedenle ocak yeri sistemsiz kmlı ve yer yer ezik zonkdur. Kırıklar dar aralıklı, çok düşük devamlılıklı, az

pürüzlü, ©rta-az aynşmış, orta açıklıkta ve ki ile kalsit doğuludur. Kınk özettikleri en fazla 40-50 cm ortalama 15-25 cm boyutunda **blok** verebilecek özelliktedir.

#### **Kaya kalitesi (RQD)-Litoloji ilişkileri**

Taş ocağı alanlarında yapılan 15 araştırma somdajında kaya kalitesi (RQD) yüzdesi ortalama % 5-20 arasmda değişmektedir. Bu değer taş ocağı alanlarındaki birimlerin çok kötü kaya smfında olduğunu göstermektedir. Araştırma sondajlarında boyutlu karot alımmı engeleyen ana parametre Asarsuyu vadisinin oluşumunu sağlayan tektonik hareketlerdir. Ayrıca, araştırma sondajkrmdaH karot atam sırasında uygulanan baskı, devir sayısı, ilerleme kızı gibi teknik parametreler sonuçlar da etkili olmuştur.

Kaya kalitesinin çok kötü olması, ocak alanlarında büyük boyutlu blok almamayacağı göstermektedir. Bu nedenle vadi içerisinde taşkın kontrolü ve erozyonu önleme amaçlı büyük boyutlu kaya parçalarının temini snurlu kalacaktır.

#### **Mezerv**

Yüzey ve yeraltı araştırma yöntemlerine göre Kilise (T1) ocağında 500 bin m<sup>3</sup>, Lokman (T2) ocağında 200 bin m<sup>3</sup>, Kom (T3) ocağında 3 milyon m<sup>3</sup>, Darolok (T4) ocağında 5 milyon m<sup>3</sup> ve Elmalık (T5) ocak yerinde **200** bin m<sup>3</sup> görünür rezerv belirlenmiştir. Otoyolun yaklaşık 12 milyon m<sup>3</sup>lik malzeme ihtiyacı olduğundan bu ocak alanlarının birkaçmaı birden üretime ataması durumunda, gerekli rezerv sağlanmış olacaktır.

#### **Kırmataşlanı jeoteknik özellikleri**

Potansiyel taş ocağı alanlarındaki malzemelerin jeoteknik özelliklerini belirlemek amacıyla özgül ağırlık, doygun yüzey kuru hacim özgül ağırlık, görünen özgül ağırlık, su emme, Los Angeles, kmJmıslık değeri, %10 incelik değeri, kaba ve ince farmataşm dona dayanımı, soyulma dayanımı, suda durayhlık, sülfat ve klorit içeriği, cilalanma değeri, alkali kmnataş reaksiyonu, nokta yük dayanım indisi ve tek eksenli sıkışma dayanım değerleri saptanmıştır (Çizelge 2). Deneyler, ilgili ASTM, BS ve TSE standartlarına göre yapılmıştır. Ayrıca, yapılan deney sonuçları ilgili standart değerler ile karşılaştırılarak (Çizelge 3) filtre, beton ve üst yapı malzemesi olma yönünden değerlendirilmiştir.

Çizelge 2- Kırmataşların Jeoteknik özellikleri

Deneyler	T1			T2			T3			T4			T5		
	Min	M *	Ort	MİM	Mak	Ort	Min	Mak	Ort	Mia	Mak	Ort	Min	Mak	Ort
öz. ağı.	2.52	<b>2.65</b>	2.59	2.66	2.69	2.67	2.58	2.73	2.66	2.66	2.79	2,71	2.53	2.61	2.57
B.Y.K. âz. ağı.	2.58	2.69	2. «	<b>2.68</b>	2.70	2.69	2.60	2.76	2.69	2.68	2.12	2.75	2.60	2.64	2.62
Gär. öz. ağı.	2.69	2.79	2.72	2.69	2.72	2.70	2.62	2.81	2.73	2.71	2.86	2.80	2.67	2.74	2.71
Ss enime %	0.8	2.7	<i>ISI</i>	<i>m</i>	0.7	0.5	0.6	13	0.97	0.7	1.82	<b>1.14</b>	0.9	2.7	2.03
Los Aa.%	21.6	31.2	26.2	21.7	28.4	24.8	29.4	37.5	33.7	20.7	62.8	35.6	24.4	29.1	27.0
Kiri. oranı %	18.9	27.5	20. «	18.4	21.5	<b>19.7</b>	18.7	25.3	21.8	20.7	24.8	22.8	18.9	21.5	20.3
% 10 İncelik Beğ.kN	119	231	205	20.1	216	209	185	205	193	-	-	-	163	263	206
Den day. (İn. ag.) %	<b>11.2</b>	14.0	12.6	2.1	7.0	3.73	5.1	10.1	7.23	-	-	-	3.0	50.6	31.1
Bun Äay.(Ka.ag.) %	<b>1.5</b>	26	22	2.1	2.8	23.3	-	-	-	19.5	67.8	36.7	2.4	56.1	35.8
Soy. day.	2.5	<b>39.6</b>	75	75	85	80	20	65	3* & 7	-	-	-	-	-	-
Sn. duy. %	§5.6	99.7	98.3	93.2	99.8	99.4	98.1	99.2	98.8	92.1	97.2	95.0	98.3	98.6	98.4
Sülfat if.gr	yok	yok	yok	0.12	0.13	0.12	yök	yok	yok	-	-	-	yok	yok	yok
Ktorit iç. %	yok	<b>yok</b>	yok	yok	yok	yok	ff. @7	0.09	0.08	-	-	-	yok	yok	yok
Cflalanma %	0.58	<b>0.65</b>	0.60	0.48	0.48	0.48	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Alkali âg. rea	yok	yok	yok	-	-	-	yek	yok	yek	-	-	-	-	-	-
NolfcYik. tnJG/em*	-	-	-	31	52	37	13.4	42.1	30	-	-	-	19.8	27	23.4
Ser.Sik.Bay. kg/em <sup>2</sup>	102	981	4 «	498	1200	1124	350	1398	763	-	-	-	102	277	189

T1:Kilise taş ocağı, T2:Lokman taş ocağı, T3:Kom taş ocağı, T4:Daruluk taş ocağı, T5:Elmalık taş ocağı



Çizelge 3- Kuttanım yerme göre malzemelerim standart limit değerleri

Deney Adı	Standart Adı	Filtre	Granules Temel	Çimentolu Temel	Kaplama Tabakası	Beton
Su emme %	ASTM C-127	-	-	-	<2.5	-
Los Angeles %	ASTMC-131	-	<40	<40	<35	<40
Kini. oranı %	BS 812 part 3	<30	-	-	-	-
%10 İncelikDeğ. kN	BS 812 part 3	>10Q	-	-	-	>100
Don. day.(İnce) %	ASTM C-88	-	-	-	-	<10
Don. day.(kaba) %	ASTM C-88	-	<15	<15	<12	<12
Soyulma day. %	ASTMD-1664-80	-	-	-	>50	-
Sülfat içeriği gr	BS 1377 no 10	<2.5	-	-	0	0
Klorit içeriği %	TS 3732	-	-	-	0	<0.50
Cilalanma %	BS 812 part 3	-	-	-	X).50	-
Alkali ag. reak.	ASTMC-227	-	-	-	-	yok

Potansiyel taş ocaklarından alınan kırmataşların çeşitli özgül ağırlık değerleri kırmataşın kökenine bağlı olarak değişmektedir. En düşük özgül ağırlık değerleri litolojik özelliklerinden dolayı Elmalık (T5) ocakta elde edilmiştir.

Su emme deneyi, beton kaşın oranlarının saptanmasında ve karma suyunun düzeltilmesinde gerekli sarlardan biri olmaktadır. Kaplama tabakası için bu değerin ASTM C -127'ye göre % 2.5'den küçük olması istenmektedir. Diğer kolanım alanları için ise standartlarda belirlenen değerler butunmamaktadır. Beton için kullanılmak olan kırmataşlarda su emmesi düşük olan kırmataşların kullanılması tercih edilmektedir, inceleme alanındaki örneklerin tümünde de su emme değeri % 2.5'dan küçüktür.

Los Angeles aşınma deneyi kırmataşların manız kaldığı yükler karşısında kırılmadan, ufalanmadan karşı koyabilme direncinin miktarını tayin etmek için yapılmıştır. Los Angeles aşınma değeri % 40'm altında olan kırmataşlar beton yapımda kullanılmaktadır. Los Angeles deney sonuçlarına göre inceleme alanındaki kırmataşlar bu şartı sağlamaktadır.

Kırmataşlarda kilitleme ve drenaj, doğal agregakra göre daha fazla olmaktadır. BS 812' e göre kırmataş yğmmda kralmışkk oranı, ağırlıkça en az % 30' nun, iki veya daha fazla yüzü kalmış okcakta. İnceleme alanında yapılan deneyler sonucunda ise bu oranın % 20 dokymda olduğu tesbit edilmiştir.

Kırmataş örneklerinin % 10 incelik değeri, ortalama 193.52-209.26 kN arasında değişmektedir. BS 812'de, filtre ve beton için % 10 incelik değeri 100 kN'den büyük olarak belirtilmiştir. İnceleme alanındaki kırmataşlar bu şaşı sağlamaktadır.

Kırmataş tanelerindeki boşluklara dolan su, soğuk hava şartlarında donup hacim genişlemesi sonucunda, parçalanmalara neden olmaktadır. Lokman (T2) ve Kom (T3) ocaklarındaki dona dayamkkk değeri beton ve üst yapı malzemeleri için uygun özelliktedir. Daroluk (T4) ve Elmalık (T5) ocağındaki örnekler ise standart değerlerin üzerindedir. Bu nedenle bu iti ocaktan üretilecek knmataşlarda dona dayamkılık sorunu bulunmaktadır. Kilise (T1) ocağında ise, ince knmataşlarda dona dayanım değerleri standart değerler içerisinde kalmakta, kaba knmataşlarda ise standart değerlerin üzerinde yer almaktadır.

Soyulma mukavemeti, bitimde kaplı knmataş tanelerinin, suyun ve ismin mekanik etkisiyle soyulmaya-karşı direncini tayin etmek amacıyla yapılmıştır. Bu amaçla binimle kapk knmataş taneleri suya ve ısıya be M bir periyota tabi tutularak soyulan kısımların gözde yüzdesi tayin edilmiştir. Standartlarda, asfalt için soyulma yüzdesi % 50'den büyük olması şart aranmaktadır. Bu değeri Lokman (T2) ve Kom (T3) taş ocaklarından alınan örnekler karşılamaktadır. Kilise (T1) ocağından alınan örneklerin ortalama değeri ise % 22.44 olduğu için kullanılması uygun olmayacaktır.

Suya duyarlılık deneyinde bir miktar şişme söz konusu olup, bunun sonucu oluşan küçük yerel gerilmeler kayacın yüzeysel parçalanmasma ya da ufalanmasma yol açmaktadır. İnceleme alanındaki taş ocaklarına ait örneklerde suya duyarlılık ortalama % 95-99.4 arasında değişmektedir. Bu değerler örneklerin suya karşı çok az duyarlı olduğunu göstermektedir.

Knmataşlarda, standart değerlerin üzerinde rastlanan sülfat ve klorit miktarları betonun parçalanmasına dolayısıyla yapmanın ömrünün kılmasına neden olmaktadır. Bu nedenle kullanılacak olan knmataşlarda sülfat içeriğinin fikre malzemesinde 2.5 gr'dan az, beton ve asfalt yapımında ise hiç olmaması istenmektedir. Klorit miktarının betonda % 0.50'den az olması ve asfalt üretiminde kullanılacak agregalarda hiç olmaması istenmektedir. Yapılan deneylerde sülfat ve klorit madde miktarının istenen limitler dahilinde olduğu belirlenmiştir.

Aşınma tabakasında trafik yükleri karşısında kırmataş taneleri, aklanmaya maruz kalmaktadır. Kırmataşın trafik emniyeti açısından aklanmaya karşı direnç göstermesi

gerekmektedir. Yapılacak otoyol yüzeyinin, cilalanan bir taştan yapılması, yolun kaymaya karşı direncim etkileyen başlıca unsurlardan biridir. Bu amaçla, knmataş örnekleri cilalanma aletine bağlanarak gerçekte maruz kalacağı cilalanma etkisi uygulanmış ve cilalanma kabiliyeti ölçülmüştür. BS 812 standartlarda asfalt yapımında kullanılacak agregakrda cilalanma değerinin % SO'den büyük olması istenmektedir. Kilise (T1) ve Lokman (T2) ocaklarından alınan örnekler üzerinde yapılan cilalanma deneyinde değerlerin BS standar değerlerini karşıladığı belirlenmiştir.

Alkali agregata reaktivitesi betonda genişlemeye yol açan önemli tehlikelerden biridir. Bu amaçla alkali agregata reaktivitesi Kilise (T1) ve Kom (T3) ocaklarından alınan örneklerde jel-pat metodu ile belirlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda örneklerde harç çubuğunda değişme olmadığı tesbit edilmiştir.

Amfibolit - meâgranit - metakuvarsdiyorit, breşik kireçtaşı ve kumtaşlardan sağlanan boyutsuz örneklerde nokta yük dayanımı ve boyutta karot numuneleri üzerinde tek eksenli sıkışma deneyleri yapılmıştır. Elde edilen nokta yük dayanım değerleri Bieniawski (1975), tek eksenli sıkışma dayanımları Deere ve Miller (1966)'in sınıflama sistemine göre değerlendirilmiştir.

Kilise (T1) ocak yerindeki breşik kireçtaşı örneklerinin ortalama serbest sıkışma dayanımı düşük dayanımlı kaya sınıfındadır. Lokman (T2) ocak yerindeki kireçtaşlarının ortalama sıkışma dayanımı ise yüksek dayanımlı kaya sınıfını göstermektedir. Lokman (T2) ocağından alınan örnekler üzerinde ortalama nokta yük dayanım değerleri, orta dayanımlı kaya sınıfına karşılık gelmektedir.

Kom (T3) Taş ocağına ait amfibolit-metaganit-metakuvarsdiyorit karotlarının serbest sıkışma değerlerini karotlarda izlenen ştozite düzlemleri, çatlak yüzeylerinde bulunan demiroksit ve kil dolgular etküemiştir. Amfibolit-metaganit-metakuvarsdiyorMerin ortalama tek eksenli sıkışma dayanımı değerleri orta dayanımlı kaya sınıfındadır. Nokta yük dayanım değerine göre de örneklerin ortalama değeri, orta dayanımlı kaya sınıfını göstermektedir.

Elmalık (T5) taş ocağına ait kumtaşları tek eksenli sıkışma dayanım değerlerine göre, düşük dayanımlı kaya sınıfına karşılık gelmektedir. Ortalama nokta yük dayanımı ise orta dayanımlı kaya sınıfındadır.

Deneylerde elde edilen serbest sıkışma verileri, kırılma düzleminin anizotropi açısına bağ olarak değiştiğini göstermektedir. Anizotropi düzlemleri birimlerin serbest

basınç değerlerini etkilediği gibi, mineral içerikleri de serbest basınç değerlerini etkilemektedir. Örneğin kuvars içeren metagranMer çok az kuvars içeren amfiboliüere göre daha yüksek serbest basınç değerleri vermektedir.

Beton üretimi için, kumaşlarda aranılan en önemli özelliklerinden biri bunların serbest sıkışma değerlerinin yüksek olmasıdır. Çünkü serbest sıkışma dayanımı küçük olan kırmataşlar kullanılarak yüksek dayanımlı bir beton elde etme olanağı bulunmamaktadır. İnceleme alanındaki örneklerin genellikle dayanım değerlerinin düşük veya orta dayanımlı olması ise bu kırmataş örneklerinin beton üretimi için uygun olmadığını göstermektedir.

Laboratuvar verileri dikkate alınarak yapılan değerlendirmede her bir ocak yerinin, çeşitli amaçlar için kullanılabilir durumu Çizelge 4 de gösterilmiştir.

Çizelge 4-Taş ocaklarının malzeme olarak kullanım imkanları

Kullanım yeri	Kilise (T1)	Lokman(T2)	Kom(T3)	Daroluk (T4)	Elmalık (T5)
Dolgu	+	+	+	+	+
Filtre	+	+	+	+	-
Granüler temel	-	+	+	-	-
Çımeatolu temel	-	+	+	-	-
Kaplama tabakası	-	+	-	-	-
Beton	-	-	-	-	-

Taş ocakları otoyol dolgusu için uygun özelliktedir. Elmalık (T5) ocağı dışındaki ocak alanlarından filtre malzemesi olarak yararlanabilecektir. Granüler temel olarak Lokman (T2) ve Kom (T3) ocaklarının malzemesi uygun olmaktadır. Çımeatolu temel içinde Lokman (T2) ve Kom (T3) ocaklarından üretilecek kırmataşlardan yararlanabilecektir. Kaplama tabakası için Lokman (T2) ocağından üretilecek kırmataşlar standart değerlere uymaktadır. Beton üretimi için taş ocaklarından yararlanılması uygun görülmemektedir.

#### SÖZLEŞİM VE ÖNERİLER

Âsarsuyu vadisi güney ve kuzey yamaçlarının stabil olmaması nedeniyle, yamaçlarda yapılacak yarma çalışmalarından vaz geçilmiş ve otoyol güzergahının vadi

tabanma yakm geçmesi planlanmıştır. Bu nedenle nehir yatağını İslahı için 12 milyon m<sup>3</sup> malzemeye gereksinim ortaya çıkmıştır. Bu amaçla vadi çevresinde 5 adet potansiyel taş ocağı olabilecek alan belirlenmiştir. Yapılan mühendislik jeolojisi çalışmalarına göre de, bu ocaklardan Lokman (T2), Kona (T3) ve Darohık (T4) ocaklarından beton agregası dışında, kırmataş olarak yararlanılabileceği belirlenmiştir. KiHse (T1) ve Elmalık (T2) ocak yerlerinin ise süreksizlik özellikleri, rezerv ve jeoteknik özellikleri açısından taş ocağı olarak işletmeye uygun olmadıkları saptanmıştır.

İnceleme alanında beton için gerekli agrega ihtiyacının, Asarsuyu vadisinin mansap kısmında geniş alanlar kaplayan doğal agrega yataklarından karşılanması planlanmalıdır. Ayrıca, taş ocaklarında yeterli büyüklükte blok sağlamaması problemleri bulunmaktadır. Bu malzemelerin bir kısmında, Asarsuyu vadisinin menba kısmında buhman ahtıyal gereçler içindeki bloHardan yararlanma yoluna gidilmesi uygun olacaktır.

#### DEĞİNİMİN BELGEM»

- American Society for Testing and Materials (Annual Book of ASTM Standards), 1980, Natural Building Stones; Soil and Rock. Part 19. 166-194.
- American Society for Testing and Materials (Annual Book of ASTM Standards), 1985, Soil and rock, Building Stones. Section 4, V. 04.08,409-423.
- Bieniawski, Z. T., 1975, The point load test in geotechnical practice. Engineering Geology, 9, 1-11. Elsevier, The Netherlands.
- British Standards Institution, 1975, Methods of test for soils for civil engineering purposes. BS 1377.
- British Standards Institution, Methods for Sampling and Testing of Mineral Aggregates, Sands and Fillers, BS 812.
- Dalgıç, S., 1994 a, Anadolu otoyolu Bolu dağı geçişinin mühendislik jeolojisi, Anadolu otoyolu Bolu dağı geçişinin mühendislik jeolojisi, İÜ Fen Bilimleri Ens. Doktora tezi, 213 s.
- Dalgıç, S., 1994 b, Gümüşova-Gerede Otoyolu Asarsuyu vadisinde kullanılması düşünülen taş ocaklarına ait petrografik inceleme raporu, İÜ Mühendislik Fakültesi Proje no 126/94.

- Deere,D.U.,Müler,JLP.,1966, Classificatioa and index properties of **mtact** rock. Teck report AFWL-TR.-65-116,AF special weapons center, Kirtland Air Force Base, New Mexico.
- ISRM, 1981, Rock characterization testing and monäoring-ISRM suggested methods. E.T. Brown (editör), Pergamon Press, p.211.
- Kumbasar, V.,Kumbasar, F., ve Önalp, A., 1970 Yol mühendisleri için zemin mekaniği, İTÜ İnşaat Fakültesi yayını, No.783.
- Türk Standartları Enstitüsü, 1982, Betom agregalarında Kiorür miktarı tayini metodu, TS, 3732.