

# Ayrıışmış Bir Granitle Âgrega Niteliđinin Mikropetrografik İndeksler ve Standart Âgrega Deneyleriyle Saptanması

Determination of agregate quality in a weathered granite using micropetrografie indices and standart agregate tests

*Dr. T. YALÇIN İRFAN Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

ÖZ: iMikropetrografik İndeksler tek bir kaynaktan elde edilen «sağlam» ve «sağlam olmayan» granit agregalarının ayırımında, beton ve voltası için kullanılan agregaların sağlamılığını saptamakta uygulanan standart agrega deneylerinin sonuçlarıyla uyumluluk göstermektedir.

ABSTRACT : Standart tests for the soundness of agregates for use in concrete and as roadstone agree with mlcropetrografic indices in. discriminating between sound and unsound agregate from a single source.

## GİRİŞ

İngiltere'nin East Cornwall bölgesindeki Kingston Down taş ocağından toplanan bir seri ayrılmış granit, seçilmiş sınıflama ve mühendislik deneyleriyle (İrfan ve Dearman 1978 a) ve mikropetragrafik indekslerle (İrfan ve Dearman b) belirlenmiştir. Granitin jeolojisi ve ayrışma profili Dearman, Baynes ve İrfan (1976) tarafından verilmiştir. Kısaca, küçük bir kupaia olan Hingston Down graniti büyük alanlar kaplayan Dartmoor ve Bodmin Moor granitleri arasında olup üst Devoniyen kayraktaşlarını kesmektedir. Granit üzerinde Tersiyer'de oluşmuş bir ayrışma profilin Pleistosen'deki jeodinamik olaylar sonucu üst kısımları aşınmıştır. Tam bir ayrışma profili granitin meydana getirdiği tepenin kenar kısımlarında görülmektedir.

Deney karotlarının hazırlanışı ve nokta yükleme deneyi sonucu kalan granit parçaları standart agrega deneyleri için gerekli olan (British Standart 1973, American Society for Testing and Materials 1967)  $12.5 = 9.5 \text{ mm} \cdot \frac{1}{2} = 6.25 \text{ mm}$  parçaları elde etmek için Fritsctı Pulverisetle laboratuvar çene kırıcıda kırılmışlardır.

## DENEY YÖNTEMLERİ

Burada deneylerin yalnızca çok kısa tanımları anlatılacaktır. Daha ayrıntılı bilgi için ilgili standartlardan yararlanılabilir.

**Agrega Darbe Demeyi (aggregate impact test)**

Deney numunesi 13.6 kg (30 lb) ağırlığındaki bir şahmerdanla 37.5 cm (15 in.) yüksekten 15 darbeye tâbi tutulur. Agregada darbe dayanım değeri (ADD) 2.40 mm. çaplı (B.S. No. 7) eleği geçen ince parçacıkların ağırlığının numunenin toplam ağırlığına olan yüzdesidir.

**Düzeltilmiş Agregada Darbe Deneyi (modified aggregate impact test)**

Deney numunesi suya doyurulur ve deneyden önce agreganın üzerindeki su alınır. Darbe sayısı yüzde 5 ile yüzde 20 arasında 2.4 mm çaplı elekten geçen ince parçacık oluşturacak biçimde kısıtlanır. Düzeltilmiş agregada darbe dayanım de-

ğeri (ADD düz) ince parçacıklar yüzdesini 15 ile çarparak ve çıkan sonucu darbe sayısına bölerek bulunur.

Normal standart deney koşullarında zayıf agregalar deney silindirinde çok fazla sıkışmaya uğrayacak ve dolayısıyla düşük değerler verecektir. Halbuki, düzeltilmiş darbe deneyi bu gibi zayıf agregaları ayırtetmekte standart deneye göre daha yararlı olacaktır (Hosking ve Tubey 1969).

**Magnezyum Sülfat Dayanıklılık Dşneyi (magnesium sulphate soundness test)**

Bu deney için ASTM (c 88-69) deney yöntemi kullanılmıştır. Bu yöntem için 330 gm kadar agrega, magnezyum sülfat eriyiği içinde 18 saat suya doyurulur. Sonra 105°C de 6 saat kurutulur ve bu işlem 5 defa tekrar edilir. 5 devir sonunda meydana gelen ve 8.0 mm (JL) n. JASTM \16 / eleğini geçen ince madde kaybının toplam numuneye olan ağırlık yüzdesi magnezyum sülfat dayanıklılık değerini verir. Numune başına 2 deney yapılmış ve ortalama değer elde edilmiştir.

**İncelime İndeksi (flakiness Index)**

Bir agreganın en küçük boyutu (kalınlık) ortalama boyutunun  $\frac{1}{5}$  inden daha küçük olan parçacıklarının ağırlık yüzdesidir.

**Uzanim İndeksi (elongation index)**

Bir agreganın en büyük boyutu (uzunluk) ortalama boyutunun  $1.5$  inden daha büyük olan parçacıklarının ağırlık yüzdesidir.

**Agregada Aşımın Değeri (aggregate abrasion value)**

35 tane standart (12.5 mm-9.5 mm) agrega parçaları 25-36 dereceli silika kumu kullanarak standart aşındırma çarkından geçirilir. Agregada aşımın değeri (AAO) numunede ağırlıkça olan kaybin toplam ağırlığa olan yüzdesidir.

## AYRIŞMA DERECELERİNİN ÖZELLİKLERİ

Deneyler, çeşitli derecelerde ayrışmaya uğramış kütlelerden (mass weathering grades) alınan kayac maddesi (rock material) örnekleri

üzerinde yapılmıştır. Kayaç kütlesindeki ayrışma dereceleri kayaç maddesinin süreksizliklerden (discontinuities) İçeriye doğru renk değişimi (discoloration) ve kayacın süreksizliklerden İçeriye doğru sürekli olarak toprağa dönüşümü ile karakterize edilmiştir. I. derece taze granitten II, derece renk değiştirmiş granite geçiş süreklidir, II. derece kendi arasında dört alt dereceye ayrılabilir: Sadece süreksizlik yüzeylerinin renk değişimi III, renk değişiminin kayacın içine işleyerek yüzde 50'den azını oluşturması IV, yüzde 50'den fazla renk değişimi Mm, ve kayaç maddesinin bütünüyle renk değişimi II, v. III. dereceye geçişte renksiz kayaçta hissedilir derecede bir kuvvet azalımı olur ve süreksizliklerden İçeriye doğru ufalanır, toprak oluşumu başlar. IV. derecede yüzde 50'den fazla kayaç ufalanır toprağa dönüşür, V. derece toprak oluşumu yüzde 100 dür. fakat doku bozulmamıştır, VI, derecede ise dokunun çeşitli jeodinamik etkenlerle bozulmasıyla granit dokusuz bir toprak kütlesine dönüşür. Bu sınıflama mühendislik jeolojisi açısından bir ayrışma sınıflaması olup (İrfan Dearman 1978 b, Dearman, Baynes, İrfan 1978) ayrıntılı tartışması bu yazının amacının dışındadır.

V, derecede ayrılmış granitten, çok dikkatli olduğunda, deney katotlarının elde edilebilmesine karşın kırmataş deneyleri için agregaya yapımında aynı başarı sağlanamamış ve granit ufalanmıştır.

#### Mikropetrografik Özellikler

Kayaçtaki «sağlam» (sound) elemanların «sağlam olmayan» (unsound) elemanlarına hacim oranı olan mikropetrografik indeks,  $I_p$  (Mendes ve diğerleri, İrfan ve Dearman 1978 b) ince kesitleri kullanarak sayısal olarak mikroskop altında saptanmıştır. «Sağlam» elemanlar kuvars, feldspatlar, biotit ve muskovit gibi birincil minerallerdir. «Sağlam olmayan» elemanlar genellikle ayrışma sonucunda oluşmuş serisit, klorit, ikincil muskovit ve bozmuş feldspatlar gibi mineraller, demir oksitler, boşluklar ve açık veya doldurulmuş mikroçatlaklardır. Toplam mikroçatlak yoğunluğu,  $h$ , ince kesitte doğru çizgiler boyunca sayılmış mikroçatlak (boşluklar dahil) sayısıdır ve mikroçatlak sayısı/10 mm olarak ifade edilir (İrfan ve Dearman 1978 b). Her iki indeks de birer kantitatif ayrışma indeksi olarak kullanılabilir.

#### TARTIŞMA Vi SONUÇLAR

Standart agregaya deneylerinin sonuçları mikropetrografik indeks değerleriyle birlikte Çizelge : 1'de gösterilmiştir. Bütün dayanımlılık deneyleri için deney değerlerindeki ilk önemli artış kısmen renk değiştirmiş granitten (Mm) bütünüyle renk değiştirmiş granite (III, v) geçişte meydana gelir. Daha önemli bir değişiklik kütle ayrışma dereceleri II, v, ve III içinde bütünüyle renk değiştirmiş granitten küveti azalmış granite; geçişte olur,

Uygulamada, bu granit ocağında kırmataş agregaya üretimi için işlenen kayaç dereceleri (rock grades) kütle ayrışma dereceleri I ve II-III ü içermektedir. Bütün diğer çeşitler ya örtü ya da artık olarak kaldırılmakta veya işlenmemiş olarak bırakılmaktadır. Yapay olarak seçilmiş yoğunluk değeri sınırı dışırdaki agregaya darbe deneyi dahil bütün diğer standart deneyler için kabul edilen kullanılabilirlik sınırı değerleri (Higginbottom 1976) taş ocağı işletmesinde kullanılan pratik işletmede İşletilebilirlik (cut-off grade) değerlerinden büyüktür.

#### Biçim İndeksleri

Kırmataş agregalarında agregaya biçimini etkileyen iki ana etken kayacın petrografik özelliği, kırıcı tipi ve küçültme oranıdır (reduction ratio) (Ramsay 1965). Agregaların biçimi ve yüzey dokuları mineral bileşimi, tane boyu, mineral tanelerinin kenetlenme derecesi gibi kaya maddesinin petrografisi, kayadaki mikroçatlaklar ve ayrışma durumundan etkilenirler. Agregaların biçimi kayaç maddesinin petrografisi ve ayrışma durumundan daha çok kırma yönteminden etkilenir İnce taneli kayaçlar kırıldıklarında yüksek oranda ince ve uzun parçacıklar oluşturma eğilimindedirler. Birçok yoltaşı agregalarını değerlendirmede standart bir yöntem olarak kullanılan agregaya darbe dayanım değeri İncelme ve uzanım indekslerinin bir fonksiyonudur; indeksler arttığında agregaya darbe dayanım «değeri de artar (Dhir, Ramsay ve Balfour 1971). Biçim indeksleri aynı zamanda betonun dayanımlılığı (durability) ve kuvveti bakımından ve ayrıca agregalar esnek (flexible) yol yapımında kullanıldıklarında yana kayma direnci (skidding resistance) açısından da Önemlidir,

İnce taneli Hingston Down graniti için elde olunan uzanım değerleri Ramsay (1965) tarafından granitler için bulunan değerlerden daha düşüktürler. Bu fark İncelenen granitin ince taneli yapıya sahip olmasından ileri gelmektedir. Granitte ilerlemiş ayrışma ile birlikte uzanım değerinde bir azalma vardır, ve bu özellikle II<sub>iv</sub> dereceli granitte göze çarpmaktadır (Çizelge : 1), İncelik indeks değerleri en az ayrışmış granitte düşüktür, ayrışmayla birlikte genel bir değer artışı görülmekle beraber bu artış düzgün değildir, Bu durum granitin petrografisi ve ayrışma durumunun dışında başka bir nedenden olmalıdır ve en yakın neden olarak da kırıcı tipi ve kırıcının küçültme oram düşünülebilir.

#### Düşük Değerli Ağregalar (low grade aggregates)

Düzeltilmiş agregada darbe dayanım değerinin kullanışsız agregaları ayırdetmekteki yarar kütle ayrışma dereceleri ligden İlle geçişte AODduide 16 dan 49 a olan büyük artıştan görülmektedir. Buna karşın standart agregada darbe dayanım değeri, ADO, 14 den 24 e yükselmektedir. Magnezyum sülfat dayanımlılık deneyi ise bu geçişi daha belirgin bir biçimde göstermektedir,

İli, derecede ayrışmış zayıf granitten çıkarılan agregalar genellikle düşük değerli kabul

edilebilir. Hosking ve Tutoey (1969) yol yapımında kullanılan düşük değerli agregaları incelemişler ve yüzeysiz (unsurfaced) yollar, hafif trafikli yollarda temel ve alttemeller için düzeltilmiş agregada darbe dayanım değerinin en fazla 40 olması gerektiğini saptamışlardır. Sağlam olmayan düşük değerli agregada sorununun sağlam olupta kullanım sırasında çok çabuk olarak bozulan agregada sorununa bağlı olduğu görülür. Mekanik agregada deneylerinin böyle agregaları ayırdetmekteki yetersizliği sodyum sülfat, magnezyum sülfat dayanımlılığı gibi ayrışma taklit deneylerinin (weafhenlrrg simulation tests) gelişimine yol açmıştır. Sodyum sülfat deneyi üzerindeki tartışma (Hosking ve Tuibey 1969) deneyin uzun zaman aldığı ve neticelerin tekrarlanabilirliğinin zayıf olduğunu vurgulamıştır. Bunun için Nevcasette Üniversitesi Mühendislik Jeolojisi Bölümünde, magnezyum sülfatın yalnız tek bir hidrat olarak çökmesi ve neticelerin daha iyi bir tekrarlanabilirlik vermesi dolayısıyla standart bir deney olarak kullanılması uygun görülmüştür. Bu deney ASIM deney esaslarına göre yapılmıştır.

#### Petrografik indeksler

Mikropetrografik indeks ve toplam mikroçatlak yoğunluğu çeşitli ayrışma derecelerini

	Kütle ayrışma derecesi	Agregada darbe dayanım değeri ADD %	Agregada darbe dayanım değeri (düzeltilmiş) ADD <sub>düz</sub> %	İncelik indeksi I <sub>i</sub>	Agregada aşınım değeri AAD %	Uzanım indeksi I <sub>u</sub>	Mikropetrografik indeks I <sub>p</sub>	Magnezyum sülfat dayanım değeri %	Toplam mikroçatlak yoğunluğu I <sub>FT</sub> No/10 mm
TAZE GRANİT	I	6	7	11	3.5	20	15	0.05	3
KISMEN RENK DEĞİŞTİRMİŞ GRANİT	II <sub>i-iii</sub>	8	10	7	4.7	20	6-9	0.08	9-11
BÜTÜNÜYLE RENK DEĞİŞTİRMİŞ GRANİT	II <sub>iv</sub>	14	16	18	8.0	14	4-6	0.23	23-27
ZAYIF GRANİT	III-IV	24	49	14	17.1	13	3.5-4	33.4	25-33
GRANİTİK TOPRAK	V	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y

**Çizelge 1:** Petrografik indeks değerleriyle karakterize edilen çeşitli derecelerden elde olunan agregalar üzerinde yapılan darbe dayanımı, aşınım ve ayrışma dayanımlılık deney sonuçları.

açıkça ayırdetmektedirler ve dolayısıyla ilgili kayacın değer indekslerini saptamakta kullanılabilirler. İki petrografik deneyden toplam mikroçatlak yoğunluğu deneyi çok açık olarak bütünüyle renk değiştirmiş graniti, II<sub>iv</sub>, ve kısmen renk değiştirmiş graniti, I<sub>lin</sub>, ayırdetmektedir. Bu özelliğinden dolayı mikroçatlak yoğunluğu deneyi agregaların değerlendirilmesinde bir değer sap-tama deneyi olarak kullanılması önerilir.

#### Katkı Belirtme

Yazar bu araştırmanın yapılabilmesi için burs olanağını sağlayan M.T.Ä, Enstitüsüne, araştırmanın yapıldığı yer olan Newcastle Üniversitesi Mühendislik Jeolojisi Bölümüne, Hingston Down Taşocağı (Amey Roadstone Corporation) müdürlüğüne ve değerli Profesör W. R. Dearman'a teşekkürü bir borç bilir.

Yayma verilmiş tarihi ; 4.12.1978

#### DEĞİNİLEN BELGELER

- American Society for Testing and Materials. 1967. ASTM Standart Part 10, Concrete and mineral aggregates, Philadelphia.
- British Standart 812. 19793, Sampling and testing of mineral aggregates, sands and fillers, London, British Standarts Institution,
- Dearman, W. R., Baynes, F. J. ve İrfan, T. Y., 1976, Practical aspects of periglacial effects on weathered granite. Proc. Ussher Soc. 3, 373-381.
- Dearman, W. R. Baynes, F. J, ve İrfan, T. Y. 1978 Engineering grading of weathered granite. Engng Geol. 12, 345-374.
- Dhir, R. K., Ramsay, D. M. ve Balfour, N. 19791. A study of the aggregate Impact and crushing tests. JI Inst. Highway Eng. 18, 17-27.
- Higgin bottom, I. E. 1976. Section 11.1. General requirements for rocks and aggregates. Applied Geology for Engineers'de. H. M. S. O. 378 s.
- Hosking, J. R. ve Tübey, L. W. 1969. Research on low grade and unsound aggregates. R, R. L Report LR 293. 1-3S.
- İrfan, T. Y. ve Dearman, W. R. 19798 a. Engineering classification and index properties of a weathered granite. Bull. Int. Assoc. Engng Geol. No 17, 79-90.
- İrfan, T. Y. Dearman, W. R. 1978 b. The engineering petrography of a weathered granite in Cornwall, England. Q. JI Engng Geol. 11, 233-244.
- Mendes, F., Aires - Barros, L. ve Peres Rodrigues, F. 1966, The use of modal analysis in the mechanical characterization of rock masses. Proc. 1st, Cong. Int. Soc, Rock Mech., Lisbon, 1, 217-233.
- Ramsay, D. M. 196S. Factors influencing aggregate impact value In rock aggregate. Quarry Manggers JI, 49, 128-134,

