

Yığın Parça Boyut Dağılımının Belirlenmesinde Bazı Görüntü Analiz Yöntem Sonuçlarının Karşılaştırılması

Halim CEVİZCİ^{*1}, Hamdi AKÇAKOCA²

¹Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü / ISPARTA

²Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü / KÜTAHYA

Alınış Tarihi:07.07.2011, Kabul Tarihi:19.10.2011

Özet: Dünyada, büyük miktarda kaya kütleleri patlatılarak kazılmaktadır. Patlatma işlemlerinde büyük maliyetler söz konusu olmaktadır. Patlatmanın biraz daha iyi yapılması büyük karlar sağlamaktadır. Daha iyi patlatma işlemi, atım kütlelerinin daha iyi değerlendirilmesi ile mümkündür. Bu çalışmada, Sayısal standart fotoğraf yöntemi ve Split - Desktop bilgisayar programı kullanılarak atım kütleleri değerlendirilmiştir. Bu belirleme için 25 atım gerçekleştirilmiş ve atım kütlelerinin boyut dağılımları belirlenmiştir. Elde edilen veriler istatistiksel olarak analiz edilmiştir. Sonuçta, her iki yöntemin de birbirine yakın ve güvenilir sonuçlar verdiği görülmüştür.

Anahtar kelimeler: Patlatma, Fregmentasyon, Görüntü analizi, Sayısal standart fotoğraf yöntemi, Split- Desktop Yazılımı

Comparison of Some Image Analysis Methods for Determination of Muck pile Fragmentation

Abstract: Huge amount quantities rock masses are blasted globally. Enormous costs are occurred every time at blast operations. Better blast operations just a little bit can provide big profits. Better blast operations can be determined successful estimation of muck pile fragmentation. In this study, muck piles fragmentation is determined by using standard photo method and Split – Desktop software programme. For test, 25 blasting rounds were carried out and fragmentations were determined by using both two methods. Obtained data were analyzed by statically. It is shown that the results of both two methods were close to each other and reliable.

Key words: Blasting, Fragmentation, Image analysis, Digital Photo Method, Split - Desktop image analysis software

Giriş

Hem ülkemiz hem de dünya için patlatma iş hacmi ve ekonomisi çok büyük boyutlardadır. Bu yüzden patlatmanın en iyi parametrelerle yapılması, çok büyük kârlar sağlayabilir. Optimum parametrelerin seçimi de hem iyi bir literatür bilgisi ve deneyimlerle hem de lokal şartlara uygun deneme atımlarıyla mümkündür. Atımların değerlendirilip karşılaştırılması görüntü analiz yöntemleriyle mümkündür. Atım kütlelerini eleklerle eleyerek kesin fragmentasyonu (parçalanma derecesini) tespit etmek pratikte oldukça zor ve masraflıdır. Ancak, optimize edilerek yapılan patlatmanın karlılığı da çok fazla olacaktır. Patlatma tasarımı için çok sayıda çalışma yapılmış olmasına rağmen, patlatma parametrelerinin karmaşık olması ve çok fazla parametre içermesi nedeniyle iyi bir patlatma patterni (düzeni) dizaynı için patlatma denemeleri yapmak gerekmektedir. Patlatma ile ilgili bilimsel çalışmalarda gerçekleştirilen denemelerin de sayısal sonuçlarının belirlenmesi ve karşılaştırılması gerekir. Elde edilen atım kütlelerinin fragmentasyon bakımından değerlendirilmesi bu yönlerden çok önemlidir. Bunun için en iyi yol kuşkusuz yığıcı elekten geçirmektir. Ancak bu pratikte, mantıklı bir seçim değildir. Çünkü çok masraflı ve zordur. Bu yüzden standart sayısal fotoğraf yöntemi gibi görüntü analizi yöntemleri geliştirilmiştir. Benzeri amaçlar için geliştirilen bilgisayar yazılımları da mevcuttur.

* halimcevizci@yahoo.com

Görüntü İşleme Yöntemleri

Fragblast-5 çalışma gurubunda Cunningham (1996) tarafından sunulan ana makalede bu otomatik ölçüm sistemleri etraflıca ele alınmıştır. (Latham vd.,2003) tarafından sunulan fotoğrafları kullanılarak FragScan, PowerSieve, Split ve WipFrag görüntü analiz yöntemlerinin sonuçları birbirleriyle mukayese edilmiş ve bunların kuvvetli ve zayıf yanları vurgulanmıştır. Görüntü analiz sistemlerinin hata kaynakları genel olarak şunlardır:

1. Yığının görünen bölümü ile altta kalıp görünmeyen kısmı büyük bir ihtimalle birbirine yakın boyuttadır. Ancak yine de tam olarak aynı olmayabilir.
2. Görüntüden yapılan analizde; küçük bir bölümünü gördüğümüz bir parça aslında çok daha büyük boyutlu olabilir. Toz veya toza yakın boyuttaki malzemenin değerlendirilmesi ve doğru bir ölçüm yapılması da zordur.

(Liu ve Tran, 1996) gerçek eleme sonuçları ile Split yönteminden alınan sonuçları karşılaştırarak ortalama boyutun gerçeğinden 1,5 misli daha büyük değer verdiğini bildirmiştir

Sayısal standart fotoğraf yöntemindeki hata kaynakları (Özkahraman, 2006):

1. Perspektif hatası, Fotoğraflar 50 m uzaktan çekilmektedir. Yığın yatay olarak durmaktadır. Fotoğraf yığının tam üstünden çekilseydi, yani kamera çekim yönünün yığının oturduğu yatay düzleme dik olması

durumu, daha az hata payı oluşacaktı. Ancak bu ideal bir durumdur. Fotoğraflar yığının tam üstünden çekilemediğinden, skala için iki top kullanılmıştır. Toplarla kıyaslama yapıldığından toplara yakın olan bölgedeki taşlar daha iyi kıyaslanmakta uzakta olanlarda kıyaslama hatası artmaktadır.

2. Üstteki taşlar alttakileri kısmen örttüğü için, altta kalan taşların yüzey alanlarının ancak bir kısmı görülür, bu yüzden alanı gerçeğinden daha küçük ölçülür. Diğer taraftan çok ince boyutta olanlar ise, boyutu incelidikçe bölütlenme güçlüğü yaşanır. Bunlar bölütlenemediğinden bir toz bulutu şeklinde görünür. Olduğundan çok daha geniş olarak bölütlenir. Bu her dijital görüntü analiz yönteminde bulunan bir sorundur.

3. Görüntüdeki yığının eteklerinde oluşan iri taşlar daha dominant olarak göründüklerinden ve de görüntüyü örttüklerinden, fotoğraf analizinde ince boyuttaki taşlar daha düşük yüzde ile tahmin edilirler.

4. Fotoğraf analizlerinde tecrübeler yığının kötü bir dağılıma (heterojen olup n değeri düşük 0.5'e yakın) sahip olması durumunda, ortalama tane boyutunun belirlenmesinde daha büyük hata oluştuğunu göstermiştir.

Bu çalışma kapsamında 25 atım yapılmış olup atımların sayısal standart fotoğraf yöntemi ve Split yazılımı ile fregmentasyon analizi yapılmıştır.

Atımların Sayısal Standart Fotoğraf Yöntemiyle Değerlendirilmesi

Bu konuda ilk çalışma (Van Aswegen ve Cunningham, 1986) tarafından yapılmıştır. Özkahraman (2006) Rosin-Rammler formülüne (1) göre yapay yığınlar oluşturarak, sayısal standart fotoğraf yöntemi için örnek fotoğraflar oluşturmuştur.

$$\frac{R}{100} = e^{-0.69 \left(3 \frac{X}{K_{50}}\right)^n} \quad (1)$$

R : x tane iriliğinden iri tanelerin yüzde oranıdır.

X : Tane iriliğidir;

K₅₀ : Yığının %50'sinin geçtiği tane iriliğidir;

n : Rosin-Rammler tane dağılım eğrisinin eğimidir.

Atımlar, halen faaliyette bulunan dört işletmeye ait altı ocakta gerçekleştirilmiştir. Bu işletmelerin ocaklarında kırılan kireçtaşları ve atım sayıları Çizelge 1'de belirtilmiştir (Cevizci, 2010). Çalışmalara ait detay veriler Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Çalışma yapılan ocaklar

İşletmeler	Patlatılan kayaç türü	Atım Sayısı
Konya Çimento Fabrikası	Kireçtaşı	14
Kartaş A.Ş. Bozanönü oc.	Kireçtaşı	2
Kartaş A.Ş.Gümüşgün oc.	Kireçtaşı	3
Göлтаş Çimento Fabrikası	Kil taşı	2
Göлтаş Çimento Fabrikası	Kireçtaşı	2
Baştaş Çimento Fabrikası	Kireçtaşı	2

Çizelge 2. Atımlara ait veriler

Atım No.	Süreksizlik Yönü/ Sür.eğimi/ atımla açısı	Blok Boyut İndisi lb,cm	RQD %	Sıklama boyu, m	Basam. Yüks. m	Standart Fotoğraf küçülme oranı	Düzg. İndisi, n	K ₅₀ , Cm	Özgül Şarj, kg/m ³	Spesifik Delme, m/m ³
Konya 1	160/30/150	55	68	3	10	47,5	1	23,75	0,43	0,15
Konya 2	120/40/60	62	62	3	10	67,9	1,25	33,93	0,45	0,15
Konya 3	120/40/60	55	68	3	10	115,1	1	39,58	0,41	0,15
Konya 4	120/40/60	57	62	3	10	70,4	1	35,19	0,40	0,15
Konya 5	110/35/50	85	65	3	13,5	54,3	1,5	27,14	0,42	0,15
Konya 6	160/30/150	65	59	3	10	54,3	1,25	27,14	0,59	0,16
Konya 7	130/10/115	80	77	3	10	56,7	1	25,33	0,44	0,17
Konya 8	130/10/115	62	70	3	10	50	1,25	25	0,46	0,18
Konya 9	130/10/115	60	70	3	10	55,9	1	27,94	0,46	0,16
Konya 10	130/15/155	58	67	3	10	48,7	1	24,36	0,4	0,18
Konya 11	250/20/195	58	72	3	10	47,5	1	23,75	0,4	0,18
Konya 12	170/5/90	85	62	4,5	11	79,1	0,75	39,56	0,46	0,13
Konya 13	170/5/90	65	67	4,5	11	84,8	0,75	42,38	0,45	0,14
Konya 14	170/5/90	60	62	4,5	11	118,7	0,75	59,33	0,44	0,13
Gümüşgün 1	90/55/90	48	75	2	10	38	1,25	19,0	1,19	0,29
Gümüşgün 2	90/55/90	50	77	2	10	61,1	1,25	30,56	0,64	0,20
Gümüşgün 3	90/55/90	48	75	1	6,5	36,7	1,5	14,67	1,13	0,27
Bozanönü 1	150/85/120	52	75	1,5	12,5	42	1,25	21,0	0,84	0,18
Bozanönü 2	150/85/120	52	75	1	12,5	21	1,5	10,5	0,72	0,15
Göltaş Kil 1	210/50/30	24	70	1,9	3,6	28,7	1	14,35	0,39	0,14
Göltaş Kil 2	210/50/30	24	70	1,2	3,6	26,4	1,5	13,2	1,07	0,14
Göltaş Kireçtaşı 1	270/85/75	55	75	4	21	47,1	1	23,57	0,50	0,09
Göltaş Kireçtaşı 2	270/85/75	55	75	2,5	21	48,5	1	24,27	0,62	0,09
Baştaş Kireçtaşı 1	225/40/225	52	65	4	12	50,9	1,25	25,47	1,0	0,21
Baştaş Kireçtaşı 2	225/40/225	52	65	1,25	12	37,1	1,5	18,52	1,13	0,20

Örnek olarak Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağındaki atım kütlelerinin değerlendirilmesi şöyledir:

Atımın değerlendirilmesi Şekil 1'deki dijital fotoğraf üzerinde yapılmıştır. Bu fotoğraf, standart fotoğraflarla karşılaştırılmış ve düzgünlük indisi $n = 1,25$ ve K_{50} 'si 5 mm olan standart fotoğrafa benzediği görülmüştür. Bu durum da, atımın parça boyut dağılımı şöyledir: Topların çapı 3,2 mm ve 2,4 mm olmaktadır. Ortalaması 2,8 mm dir. Küçülme oranı $190/2,8 = 67,86$ 'dır. Yığının % 50'sinin geçtiği elek açıklığı ise $K_{50} = 67,86 \times 5 = 339,3$ mm'dir.

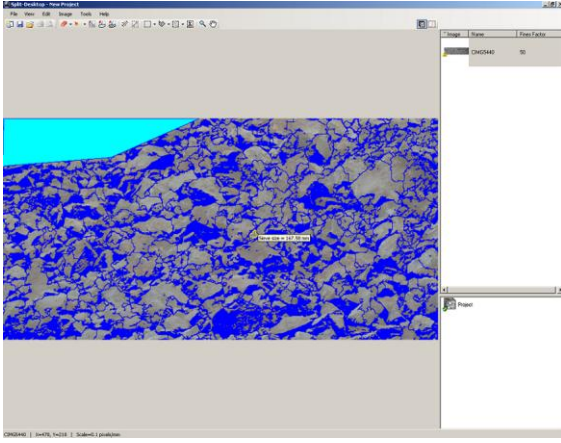


Şekil 1. Standart fotoğraf yöntemiyle atımın değerlendirilmesi

Konya Çimento Fabrikası kireçtaşı ocağında gerçekleştirilen 14 atımın parça boyut dağılımı Çizelge 3'de belirtilmiştir (Cevizci, 2010). Kartaş A.Ş. Bozanönü ve Gümüşgün ocaklarında gerçekleştirilen 5 atımın parça boyut dağılımı Çizelge 4'de belirtilmiştir. Göltaş A.Ş. Kil ve kireçtaşı ocakları ve Baştaş kireçtaşı ocağında gerçekleştirilen 6 atımın parça boyut dağılımı Çizelge 5'de belirtilmiştir.

Atımların Split Yazılımla Değerlendirilmesi

Resmin yığınla ilgili bölümün alınıp diğer bölümlerinin atılması cfirop (kırpma) fonksiyonu kullanılarak yapılır. Bu fonksiyon dikdörtgen işlem yapma imkânı sunar. Crop ile istenen şekle getirilemeyen yığın dışındaki bölüm ise, dikdörtgen, poligon, dairesel çizim veya serbest çizimle (mask işlemi ile) değerlendirme dışına itilebilir (Şekil 2). Scaling (ölçekleme), boyutları bilinen nesne anlamına gelmekte olup, en az 2 adet scaling nesnesi olmalıdır. Bu şart sağlanmadan yazılım, sonuç oluşturma fonksiyonunu gerçekleştir-memektedir. Scaling için milimetre inch veya cm ölçeğinde programa veri girilebilir. Scaling nesnesinin küresel bir cisim olması önemlidir. Aksi halde bakış açısına göre cisim farklı büyüklükte görünür. Bu da, sonucu hatalı olmaya iter.



Şekil 2. Split –Desktop ile mask işlemi yapılmış bir resim

Split -Desktop resim üzerinde crop, mask ve fines (toz) bölge seçimi gibi resim işleme imkanları sunar. Tozlu bölümleri seçerek, Split'in daha başarılı ölçüm yapması sağlanabilir.

Boundary editing (Sınır Düzeltme) işlemi sonucun gerçeğe yakınlığı yönünden en önemli aşamalardan biridir (Şekil 3). Kayaçların köşelerini Split – Desktop yazılımı bölünmüş olarak algılamaktadır. Bu hata yüksek oranda karşılaşılan bir durumdur. Ayrıca yan yana kayaçları tek parça olarak algılama sorunu sık sık oluşmaktadır. Hatta bazen çok fazla sayıda parçacıktan oluşan bir bölüm tek parça gibi algılanabilmektedir. Bu yüzden tek tek kaya parçalarını kontrol etmek gerekir. Bu da zor ve zaman alan bir işlemdir. Ayrıca kaya parçasının gölgeli yüzeyi de farklı bir kaya gibi algılanabilmektedir. Bunlar da tek tek boundary editing işleminden geçirmek gerekmektedir. Bu da aynı şekilde zor ve zaman alan bir işlemdir.

Sonuç üzerinde önemli etkisi olduğundan, fines (ince malzeme) değeri dikkatli bir şekilde belirlenmelidir.

Çizelge 3. Konya çimento fabrikası kireçtaşı ocağı atımları elek üstü (%) oranları

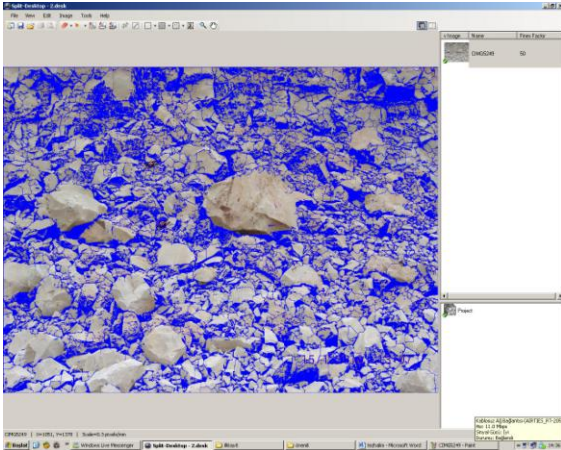
Tane Boy.(cm)	Atımlar													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
300	0,0	0,0	0,5	0,3	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,0	0,0	4,2	4,9	9,7
200	0,3	0,2	3,0	1,9	0,0	0,0	0,4	0,0	0,7	0,3	0,3	9,7	10,9	17,8
150	1,3	1,2	7,2	5,2	0,0	0,3	1,7	0,1	2,4	1,4	1,3	15,2	16,7	24,9
100	5,4	6,9	17,4	14,0	0,7	2,9	6,5	2,0	8,4	5,8	5,4	24,9	26,7	35,9
70	13,0	18,0	29,4	25,2	5,7	10,4	14,7	8,1	17,6	13,7	13,0	34,5	36,4	45,6
50	23,2	32,5	41,7	37,4	17,7	22,6	25,5	19,2	28,9	24,1	23,2	43,8	45,6	54,4
40	31,1	42,7	49,6	45,5	28,9	32,5	33,5	28,7	37,1	32,0	31,1	49,7	51,5	59,7
30	41,7	55,2	59,1	55,4	44,7	45,6	44,0	41,9	47,5	42,6	41,7	56,9	58,6	66,0
20	55,8	69,9	70,5	67,4	64,5	62,3	57,9	59,2	60,9	56,6	55,8	66,0	67,4	73,6
15	64,6	77,9	76,9	74,4	75,2	71,9	66,3	69,4	68,9	65,3	64,6	71,5	72,8	78,1
10	74,7	86,0	83,9	82,1	85,6	82,0	76,1	80,2	78,0	75,2	74,7	78,1	79,1	83,3
5	86,4	93,9	91,6	90,6	94,7	92,0	87,2	91,1	88,3	86,7	86,4	86,3	87,0	89,7

Çizelge 4. Kartaş A.Ş. ocakları atımları elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Gümüşgün Atım I	Gümüşgün Atım II	Gümüşgün Atım III	Bozanönü Atım I	Bozanönü Atım II
300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0
100	0,4	4,7	0,0	0,8	0,0
70	2,9	14,2	0,1	4,4	0,0
50	9,8	27,7	1,3	12,9	0,1
40	17,3	37,9	4,4	21,2	0,6
30	29,3	50,8	13,2	33,9	3,5
20	47,8	66,5	33,2	52,1	16,2
15	59,7	75,2	48,9	63,4	30,6
10	73,3	84,2	67,7	76,1	52,5
5	87,8	93,0	87,1	89,1	79,6

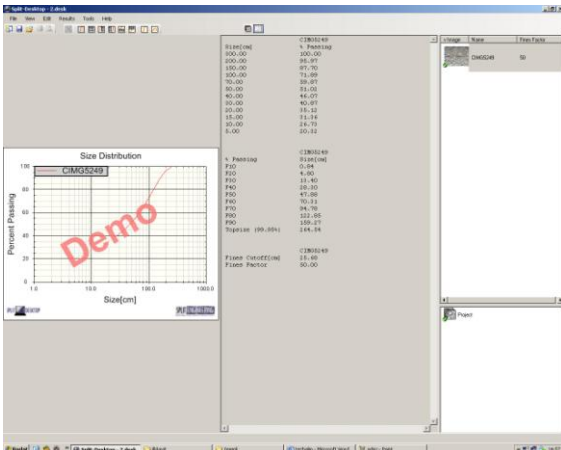
Çizelge 5. Göлтаş çimento fabrikası ve Başтаş çimento fabrikası kireçтаşı ocakları atımlarını elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Göлтаş Kil Ocağı Atım I	Göлтаş Kil Ocağı Alçı Atım II	Göлтаş Kireçтаşı Atım I	Göлтаş Kireçтаşı Atım II	Başтаş kireçтаşı Atım I	Başтаş kireçтаşı Atım II
300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200	0,0	0,0	0,3	0,3	0,0	0,0
150	0,1	0,0	1,2	1,4	0,2	0,0
100	0,8	0,0	5,3	5,8	2,2	0,0
70	3,4	0,0	12,8	13,6	8,6	0,6
50	8,9	0,6	23,0	24,0	20,0	4,6
40	14,5	2,6	30,9	31,9	29,6	11,1
30	23,5	9,3	41,4	42,5	42,7	24,0
20	38,1	27,5	55,5	56,5	59,9	46,0
15	48,5	43,2	64,3	65,2	69,9	60,3
10	61,7	63,3	74,5	75,2	80,6	76,0
5	78,6	85,1	86,3	86,7	91,3	90,7



Şekil 3. Split–Desktop Delineation ve boundary editing ekranı

Sonuçların alınması aşamasında; program menülerinden Results options kısmında elek serisi, grafik biçim ve fontları, grafik renk ve büyüklükleri, grafikler üzerinde yer alacak bilgiler ve en önemlisi de istenilen açıklıklarda elek serisi seçimi mümkündür (şekil 4). Bu oluşturulan elek serisini, sieve series bölümünden bir dosya halinde kayıt etmek de mümkündür.



Şekil 4. Split–Desktop sonuç ekranı

Help menüsünde de programla geniş ilgili bilgi ve örnekler bulunmaktadır. Herhangi bir çalışmayı resim, scaling, elek seçimi, boundary editing, mask işlemi, fines bölge seçimi gibi tüm çalışmayı .desk uzantılı bir dosyada bir proje olarak saklamak mümkündür. Help menüsünde de programla geniş ilgili bilgi ve örnekler bulunmaktadır. Herhangi bir çalışmayı resim, scaling, elek seçimi, boundary editing, mask işlemi, fines (ince taneler) bölge seçimi gibi tüm çalışmayı .desk uzantılı bir dosyada bir proje olarak saklamak mümkündür. Split – Desktop, sonuçları grafik ve tablo halde, Excel dosyasına ve yazıcıya gönderebilmektedir.

Tam bir başarı için, delineation, masking, boundary editing işlemleri için hassas bir bilgisayar çizim işlemi gerekmektedir. Bu da hem iyi bir beceri hem de sabır ve zaman isteyen bir süreçtir.

Fotoğrafın alınması da değerlendirme bakımından çok önemlidir. Fotoğraf net olmalı, ve mümkün olduğu kadar yakından çekilmelidir. Ayrıca ışık kaynağından ışığın geliş açısı da dikkate alınmalıdır.

Zayıf yönleri olmasına rağmen Split desktop atım sonuçlarının değerlendirilmesinde önemli bir seçenektir.

Konya Çimento Fabrikası kireçтаşı ocağında gerçekleştirilen 14 atımın parça boyut dağılımı Çizelge 6'da belirtilmiştir.Kartaş A.Ş. Bozanönü ve Gümüşgün ocaklarında gerçekleştirilen 5 atımın parça boyut dağılımı Çizelge 7'de belirtilmiştir. Göлтаş A.Ş. Kil ve kireçтаşı ocakları ve Başтаş kireçтаşı ocağında gerçekleştirilen 6 atımın parça boyut dağılımı Çizelge 8'de belirtilmiştir.

Elde Edilen Verilerin Değerlendirilmesi

Her bir tane boyutu fraksiyonunda, elek üstü oranlarına göre atımlarda alınan sonuçların tanımlayıcı istatistikleri ve t-şleme testi sonuçları; Konya atımları sonuçları Çizelge 9'da, Kartaş atımları sonuçları Çizelge 10'da, Göлтаş ve Başтаş atımları sonuçları Çizelge 11'de,

verilmiştir. Bu çalışmanın analizinde tanımlayıcı analizler SAS paket programı ile yapılmıştır (Orhan vd., 2004). İstatistik karşılaştırma t-eşleme testi kullanılmıştır.

Çizelge 6. Split yazılımı ile elde edilen Konya çimento fabrikası kireçtaşı ocakları atımları elek üstü (%) oranları

Tane Boy. (cm)	Atımlar													
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII	XIII	XIV
300	0,0	0,0	4,7	15,1	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	6,3	0,0	42,0
200	0,0	6,7	24,6	28,5	0,0	0,0	1,5	0,6	0,0	0,0	0,0	33,1	12,2	55,3
150	2,6	14,1	37,1	33,2	3,5	2,0	9,3	6,5	5,1	0,0	0,5	49,3	34,0	59,6
100	7,4	25,1	46,9	39,5	17,8	16,7	22,2	19,9	13,1	9,1	10,1	61,2	60,4	68,1
70	12,7	35,9	53,2	45,7	28,8	31,1	32,9	37,2	19,1	24,8	23,6	68,5	71,1	73,4
50	22,4	45,1	57,9	50,5	38,3	42,4	41,7	52,3	28,8	39,5	38,7	73,1	75,3	75,5
40	30,5	49,9	60,4	52,8	45,3	48,4	46,9	59,7	37,7	47,2	47,2	74,9	76,8	76,3
30	41,6	54,6	63,2	55,7	54,2	54,3	52,7	66,0	48,8	54,9	55,1	76,4	78,1	77,0
20	53,9	59,5	66,0	59,7	63,8	60,8	58,6	73,0	60,1	63,0	63,1	77,6	80,2	79,2
15	61,2	63,2	68,0	62,3	69,4	65,3	62,5	77,5	66,7	68,0	68,5	79,4	83,1	81,6
10	69,5	67,9	70,6	65,7	75,9	70,7	67,4	82,6	74,2	74,0	74,7	82,7	86,5	84,6
5	79,8	74,5	74,6	70,9	84,0	78,2	74,4	88,8	83,3	81,8	82,7	87,2	90,7	88,5

Çizelge 7. Split yazılımı ile elde edilen Kartaş A.Ş. ocakları atımları elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Gümüşgün Atım1	Gümüşgün Atım2	Gümüşgün Atım3	Bozanönü Atım1	Bozanönü Atım2
300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
150	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
100	0,0	4,1	0,3	0,1	0,0
70	1,6	19,1	2,8	2,0	0,0
50	8,8	36,3	9,4	10,7	0,0
40	17,1	45,2	17,5	21,5	0,5
30	31,0	52,8	29,3	37,7	5,4
20	49,1	60,7	43,5	57,0	20,3
15	58,2	66,2	50,7	66,7	32,3
10	68,7	72,6	59,9	76,9	47,1
5	81,0	80,9	71,7	87,7	63,7

Çizelge 8. Split yazılımı ile elde edilen Göлтаş çimento fabrikası ve Baştaş çimento fabrikası ocakları atımlarının elek üstü (%) oranları

Tane Boy.(cm)	Göлтаş Kil Ocağı Atım1	Göлтаş Kil Ocağı Atım2	Göлтаş Kireçtaşı Ocağı Atım1	Göлтаş Kireçtaşı Ocağı Atım2	Baştaş Kireçtaşı Ocağı Atım1	Baştaş Kireçtaşı Ocağı Atım2
300	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
200	0,0	0,0	0,0	0,0	2,08	0,0
150	0,0	0,0	3,36	0,0	9,42	0,0
100	0,0	0,0	9,12	2,25	18,78	0,28
70	0,82	0,0	16,25	13,52	26,1	5,3
50	5,71	0,24	26,16	26,22	34,42	14,72
40	11,88	1,91	33,77	33,41	39,97	22,12
30	22,92	8,32	42,91	40,34	46,82	30,59
20	38,23	27,93	52,64	47,94	54,97	39,04
15	47,19	42,22	58,69	53,4	58,98	44,74
10	56,7	56,79	65,93	60,15	64,48	51,9
5	69,6	74,14	75,52	69,54	72,24	62,08

Çizelge 9. Konya çimento fabrikası kireçtaşı ocağı atımlarına ait tanımlayıcı istatistikleri ve t-eşleme testi sonuçları(N=12)

		Ortalama	Standart Hata	p
Konya Atım1	Atım1(Sayısal st.foto)	33,125	8,9650	0,099
	Split Atım1	31,800	8,3027	
Konya Atım2	Atım2(Sayısal st.foto)	40,367	10,2668	0,805
	Split Atım2	41,375	7,1880	
Konya Atım3	Atım3(Sayısal st.foto)	44,233	9,4366	0,120
	Split Atım3	52,267	6,0152	
Konya Atım4	Atım4(Sayısal st.foto)	41,617	9,3919	0,210
	Split Atım4	48,300	4,7878	
Konya Atım5	Atım5(Sayısal st.foto)	34,808	10,5711	0,150
	Split Atım5	40,083	8,7207	
Konya Atım6	Atım6(Sayısal st.foto)	35,208	9,9721	0,269
	Split Atım6	39,158	8,2631	
Konya Atım7	Atım7(Sayısal st.foto)	34,483	9,0637	0,139
	Split Atım7	39,175	7,4782	
Konya Atım8	Atım8(Sayısal st.foto)	33,325	9,8254	0,004
	Split Atım8	47,008	9,5362	
Konya Atım9	Atım9(Sayısal st.foto)	36,567	9,1891	0,841
	Split Atım9	36,408	8,6134	
Konya Atım10	Atım10(Sayısal st.foto)	33,642	9,0040	0,035
	Split Atım10(Sayısal st.foto)	38,525	8,8976	
Konya Atım11	Atım11(Sayısal st.foto)	33,125	8,9650	0,018
	Split Atım11	38,683	8,9431	
Konya Atım12	Atım12(Sayısal st.foto)	45,067	7,9880	0,000
	Split Atım12	64,142	6,8498	
Konya Atım13	Atım13(Sayısal st.foto)	46,467	7,9695	0,001
	Split Atım13	62,367	8,7245	
Konya Atım14	Atım14(Sayısal st.foto)	53,225	7,6798	0,001
	Split Atım14	71,758	3,8729	

Çizelge 10. Kartaş A.Ş. ocaklarına ait atımların tanımlayıcı istatistikleri ve t-eşleme testi sonuçları(N=12)

		Ortalama	Standart Hata	p
Gümüştün AtımI	GümüştünAtımI (Sayısal st.foto)	27,3525	9,21362	0,156
	GümüştünSplit AtımI	26,2958	8,75433	
Gümüştün AtımII	GümüştünAtımII (Sayısal st.foto)	37,9175	10,14742	0,488
	GümüştünSplit AtımII	36,4808	8,89059	
Gümüştün AtımIII	GümüştünAtımIII(Sayısal st.foto)	21,3158	8,87747	0,356
	GümüştünSplit AtımIII	23,7483	7,62927	
Bozanönü AtımI	BozanönüAtımI(Sayısal st.foto)	29,4867	9,45834	0,447
	BozanönüSplit AtımI	30,0158	9,72267	
Bozanönü AtımII	BozanönüAtımII(Sayısal st.foto)	15,2592	7,54608	0,452
	BozanönüSplit AtımII	14,1017	6,37873	

Çizelge 11. Göлтаş çimento fabrikası ve Baştaş çimento fabrikası ocakları atımlarına ait tanımlayıcı istatistikler ve t-eşleme testi sonuçları(N=12)

		Ortalama	Standart Hata	p
Göлтаş Kil OcağıAtımI	KilOcağıAtımI (Sayısal st.foto)	27,3525	9,21362	0,022
	KilOcağıSplitAtımI	26,2958	8,75433	
Göлтаş Kil OcağıAtımII	KilOcağıAtımII (Sayısal st.foto)	37,9175	10,14742	0,123
	KilOcağıSplitAtımII	36,4808	8,89059	
Göлтаş Kireçtaşı AtımI	KireçtaşıAtımI (Sayısal st.foto)	21,3158	8,87747	0,530
	KireçtaşıSplitAtımI	23,7483	7,62927	
Göлтаş Kireçtaşı AtımII	KireçtaşıAtımII (Sayısal st.foto)-	29,4867	9,45834	0,034
	KireçtaşıSplitAtımII	30,0158	9,72267	
Baštaş Kireçtaşı AtımI	BaştaşkireçtaşıAtımI (Sayısal st.foto)-	15,2592	7,54608	0,604
	BaştaşkireçtaşıSplitAtımI	14,1017	6,37873	
Baštaş Kireçtaşı AtımII	BaştaşkireçtaşıAtımII (Sayısal st.foto)-	15,2592	7,54608	0,362
	BaştaşkireçtaşıSplitAtımII	14,1017	6,37873	

Sonuçlar

Elde edilen sonuçlara göre, 25 atımın 17 adedinde p değeri % 5' in üstünde olduğu için, her iki yöntemle yapılan değerlendirmenin, gerçeğe ve birbirine yakın olduğu anlaşılmaktadır. Elde edilen verilerdeki en büyük fark, Konya atımları atım12, atım 13 ve atım 14' de görülmüştür. Bu atımlarda sıkılama boyu 4,5 m seçildiği için atımlarda, aşırı patar oluşumu gözlenmiştir. Bu kadar düşük başarılı fregmentasyon, çok karşılaşılan bir durum değildir. Patlatma noktasına çok yakın mesafede işyeri ve yerleşim yeri olduğundan, işletmeci böyle bir tercih yapmıştır. Bu atımlarda da, her iki yöntem arasında ciddi farklar görülmüştür. Bunun dışındaki atımlarda, p değeri % 5'in altında olsa bile limite yakındır. Bu farklılığın da, daha geniş alana yayıldığı için daha uzaktan çekilmek zorunda kalınan yığınların, Split-Desktop programıyla iyi değerlendirilemediğinden kaynaklandığı sanılmaktadır. Ayrıca, fotoğrafın netliği ve ışık gelişi - çekim yönlerinin de sonuç üzerinde büyük etkisi olabilmektedir. Sayısal standart fotoğraf yönteminde, gözle tespit olduğundan fotoğraf kalite netliği daha az önemlidir. Ancak bilgisayar değerlendirmesinde, fotoğraf çok önemlidir.

Elde edilen sonuçlar, Split yazılımının ve sayısal standart fotoğraf yönteminin oldukça doğru sonuçlar verdiğini göstermektedir. Bu nedenle atım kütlelerinin parçalanma derecesinin değerlendirilmesinde, her iki yöntem de sağlıklı olarak kullanılabilir. Ancak, Split-Desktop Programıyla atım kütlelerinin değerlendirilmesinde, fotoğrafın kalitesi çok önemlidir. Çünkü, biraz uzaktan alınan bir resimde, gözle başarıyla değerlendirme yapılabilirken, programda aynı başarı gözlenememektedir. Önceki bölümde belirtilen zayıf yanlarına rağmen Split – Desktop yazılımı atım kütlelerinin değerlendirilmesinde önemli bir alternatiftir.

Teşekkür

Yazarlar, Sonuçların yorumlanmasında yardımlarından dolayı Yrd.Doç. Dr. Hikmet ORHAN'A teşekkür ederler.

Kaynaklar

- Cevizci, H. 2010. Sıkılama Parametresinin Patlatma Verimliliğine Etkisi. Doktora Tezi, SDÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Isparta, 109 s.
- Cunningham, CVB. 1996. Keynote address—optical fragmentation assessment, a technical challenge. Proceedings of the Fragblast-5 workshop on measurement of blast fragmentation, Montreal. Balkema, Rotterdam, pp. 13–21
- Latham, JP., Kemeny, J., Maerz, N., Noy, M., Schleifer, J. Tose, S. 2003. A blind comparison between results of four image analysis systems using a photo-library of piles of sieved fragments. Fragblast,7,105–136.
- Liu, Q., Tran, H. 1996. Comparing Systems – Validation of FragScan, WipFrag and Split. Proceedings of the Fragblast–5 Workshop on Measurement of Blast Fragmentation, Montreal. Balkema, Rotterdam, pp. 151-156.
- Orhan, H., Efe, E., Şahin, M. 2004. Sas Yazılımı ile İstatistiksel Analizler. Isbn : 975-270-435-2. Tuğra Ofset, Isparta, 139 pp.
- Özkahraman, H.,T. 2006. Fragmentation assessment and design of blast pattern at Goltas limestone Quarry, Turkey. International Journal of Rock Mechanics and Mining Sciences 43, pp. 628-633.
- Van, A., H.ve Cunningham, C.V.B., 1986 The Estimation of Fragmentation in Blast Muckpiles by Means of Standard Photographs, J.S.AF.IMM, 86,469-474.