

ELEK ANALİZİ

Eleme, tanelerin belirli büyüklükteki delik veya açıklıklardan geçebilme veya geçememe özelliğine dayanarak yapılan bir boyuta göre sınıflandırma işlemidir.

Elek analizi ya da elek çözümlemesi ise, farklı büyüklükteki tanelerden oluşan kırılmış ve/veya öğütülmüş malzemenin “Tane Boyu Dağılımı”nı saptamak için yapılmaktadır. Boyut dağılımı, bir numunede tanelerin boyutları ile miktarları arasındaki ilişkidir. Bir numunenin boyut dağılımı, bu numunede hangi boyutta ne kadar miktar malzeme bulunduğunu gösterir. Malzemenin boyut dağılımının bilinmesinin çok çeşitli yararları vardır. Bu yararların birkaçı aşağıda sıralanmıştır.

- 1) Boyut küçültme işlemlerinin denetimini sağlamak
- 2) Bir cevherin çeşitli tane boylarında mineral serbestleşme derecelerini saptamak
- 3) Boyut küçültme cihazlarını, verdikleri sonuçlar yönünden birbiriyle karşılaştırmak
- 4) Cevherlerin kırılabilirlik ve ufalanabilirlik derecelerini saptamak
- 5) Bir malzemede boyuta göre tenör dağılımlarını saptamak
- 6) Kırılmış veya öğütülmüş malzemenin ortalama tane boyutunu bulmak
- 7) Belli bir malzemeye ait boyut dağılımı özelliğinden yararlanarak, bu malzemenin herhangi bir boyut küçültme işleminden sonraki tane boyutu dağılımını tahmin etmek

Malzemelerin tane boyut dağılımlarını saptamaya yarayan çeşitli yöntemler ve teknikler vardır. Bunlar arasında en kolay olanı ve en yaygın olarak kullanılanı, laboratuvar elekleriyle yapılan “Elek Analiz Yöntemi”dir.

Bu yöntemde, elek analizi için yeteri miktara azaltılmış numune elek açıklıkları birbirinden farklı olan bir dizi elekten geçirilir. Eleme işlemine en büyük delik açıklıklı elekten başlanır ve gittikçe küçülen delik açıklıklı eleklerle devam edilir. Eleme işleminde kullanılan elekler büyüklüklerine göre sınıflandırılırken “*meş (mesh) numarası*” kavramı kullanılır. Meş numarası bir elekte birim alan (inç² veya mm²) başına düşen delik sayısını göstermektedir. Bununla ilgili olarak farklı standartlarda verilen elek numaraları Tablo da gösterilmiştir Eleme işlemi, elle veya otomatik olarak yapılabilir. Elle elemelerde, elekler teker teker kullanılır. Otomatik elemelerde ise bir elek sarsma makinesinden yararlanır. Eleklerin, elek açıklıkları üstten alta doğru gittikçe küçülecek şekilde üst üste yerleştirilmesiyle hazırlanan elek seti, eleme makinesine sıkıca yerleştirilir. Makine, eleklerle sürekli titreşim+eliptik dönüş+darbe şeklinde hareket verir. Eleme işlemi sonunda elekler çıkarılıp, herbir eleğin üstünde kalan miktar tartılır ve o tane boyuna ait ağırlık yüzdesi toplam malzeme miktarına oranla hesaplanır. Elde edilen sonuçlar grafiksel olarak değerlendirilir.

Elek Analiziyle İlgili Terimler

Tam elek dizisi: Elek tellerinin hepsi belirli sınıf, tip ve türlere ait standart özellikleri taşıyan eleklerin bütünüdür.

Elek gözü veya elek deliği: Elek telindeki elek levhasındaki açıklıklardan her biri bir elek gözüdür.

Delik açıklığı: Bir elek gözünün genişliğidir. (kare deliklilerde delik kenarı uzunluğu, yuvarlak deliklilerde delik çapı)

Tel çapı: Elek telinin imalinde kullanılan tellerin çapıdır.

Delik adımı: Komşu iki elek gözünün merkezleri arasındaki mesafedir.

Elek altı(-): Eleme işlemi sonunda, elenen malzemenin elek gözlerinden alta geçen kısmıdır.

Elek üstü(+): Eleme işlemi sonunda, elenen malzemedan, elek gözlerinden geçmeyip, elek üstünde kalan kısım.

Kritik Tane: Elek gözü açıklığına hemen hemen eşit büyüklükteki malzeme parçacığıdır.



Şekil 1. Standart test eleği ve elek sarsma makinesi

Herhangi bir elek analizinde kullanılacak olan en iri elek açıklığı, elenecek numunedeki en iri tane boyutuna bağlı olarak seçilir. Kullanılacak en iri elek açıklığı, numunedeki en iri tane boyutundan biraz küçük olmaktadır. En iri eleği takip edecek diğer eleklerin elek açıklıklarının bir geometrik dizi oluşturması tercih edilir.

Elemenin başlangıcından itibaren elek altına geçen miktar sürekli olarak artar. Bu nedenle eleme işleminin tamamlanacağı sürenin saptanması zorunludur. Eleme süresi yukarıda sayılan ilk sekiz madde ile de yakından ilişkilidir. Eleme bitiş noktası denemelerle belirlenebilir. Elek altına geçen malzeme miktarı periyodik aralıklarla kontrol edilir. Kuru elemelerde eleme bitiş süresi, 1 dakikada elek elek altına geçen miktarın, başlangıçtaki malzeme miktarının %1'inden daha az olduğu zamandır.

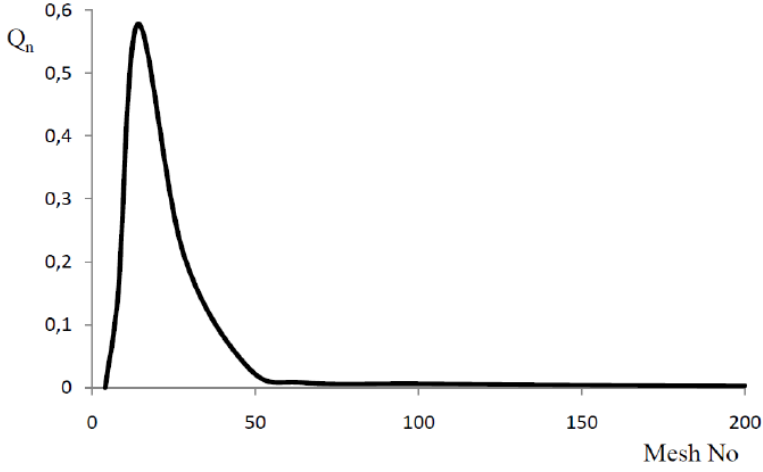
Elek Analizi Örneği:

İkincil kırıcıda 2,5 mm'nin altına kırılmış 300 g ağırlığındaki numunenin elek analizi yapılarak elde edilen sonuçlar Çizelge 1'deki Elek Analiz Tablosu'nda verilmiştir.

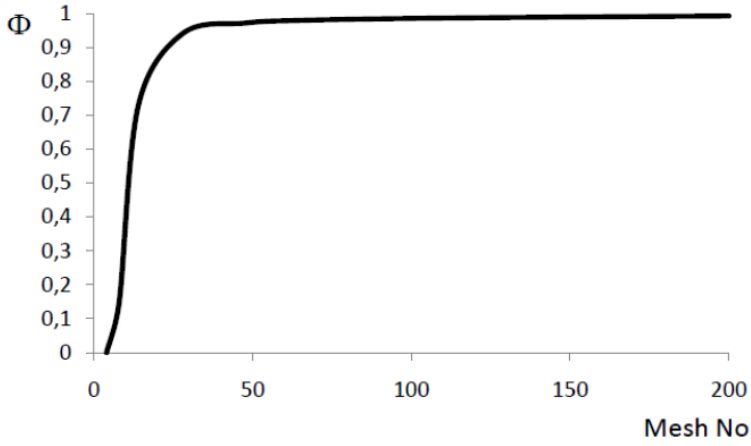
Çizelge 1. Elek Analiz Tablosu

Tane Boyutu (mm)	Miktar		Toplam (Kümülatif)	
	Gram	%	Elek Üstü (%)	Elek Altı (%)
-2,500 +1,700	15,30	5,10	5,10	100,00
-1,700 +1,200	60,02	20,01	25,11	94,90
-1,200 +0,850	60,91	20,30	45,41	74,89
-0,850 +0,600	43,83	14,61	60,02	54,59
-0,600 +0,425	35,38	11,79	71,81	39,98
-0,425 +0,300	24,92	8,31	80,12	28,19
-0,300 +0,212	15,74	5,25	85,37	19,88
-0,212 +0,150	13,17	4,39	89,76	14,63
-0,150	30,73	10,24	100,00	10,24
Toplam	300,00	100,00		

Elek analiz tablosundan yararlanılarak, aritmetik olarak bölünmüş kâğıda (milimetrik kâğıt) veya logaritmik ölçekli kâğıda normal dağılım eğrisi, toplam elek üstü ve toplam elek altı eğrileri çizilebilir.



Şekil 12. Diferansiyel analiz grafiđi



Şekil 13. Kümülatif analiz grafiđi

Deneyin yapılışı ;

1. Elekler en altta tava olacak şekilde elek açıklık boyutuna göre küçük elek boyutundan büyüğe göre alttan yukarıya doğru sıralanır.
2. Elek analizi yapılacak toz numune tartılır.
3. Hazırlanan elek seti, elek sarsma makinasına yerleştirilir.
4. Elek setinin en üstündeki eleğe elenecek toz numune dökülür.
5. Elek setinin kapağı kapatılarak vidaları sıkılır.
6. Elek sarsma makinası 15 dakika süre ve uygun titreşimde çalıştırılır.
7. Eleme işlemi sonucunda elek seti sarsma makinasından alınarak, her elek üstünde kalan toz miktarı tartılıp aşağıdaki tabloya kaydedilir.
8. Toplan elenmiş madde miktarı tabloya kaydedilir.
9. Elde edilen veriler diferansiyel elek analiz ve kümülatif elek analiz dağılım grafiklerine aktarılarak parçacık boyut dağılımı ve ortalama parçacık boyutu bulunur.

Elek Boyut		Elek üstü ağırlık (g)	Ağırlık Yüzdesi (%)	Kümülatif Yüzde (%)
Mesh No	Açıklık(μm)			
5	4 mm			
10	2 mm			
18	1 mm			
35	500 μm			
60	250 μm			
120	125 μm			
230	63 μm			
325	45 μm			
tava				

Hesaplamalar

- Herbir elekte kalan kütle kesrini (ΔQ_n) hesaplayınız ?
- Herbir elektteki ortalama parçacık çapını (D_{Pi}) hesaplayınız ?
- Elenen malzemenin ağırlıkça ortalama çapını hesaplayınız ?
- Diferansiyel analiz metodu ve kümülatif analiz metodu ile sonuçların grafiklerini çiziniz?

Tablo 5. Farklı standartlarda verilen elek numaraları

ISO-565	Germany	USA			USA		Great Britain	
	DIN 4188 Açıklık (mm)	ASTM Açıklık(µm)	E 11 - 70 Inch	Mesh No	TYLER Açıklık (inch)	Mesh No	B.S. 410 Açıklık (µm)	Mesh No
20 µm	0.020	-	-	-	-	-	-	-
25 µm	0.025	-	-	-	-	-	-	-
28 µm	0.028	-	-	-	-	-	-	-
32 µm	0.032	-	-	-	-	-	-	-
36 µm	0.036	-	-	-	-	-	-	-
38 µm	-	38	0.0015	400	0.0015	400	38	400
40 µm	0.040	-	-	-	-	-	-	-
45 µm	0.045	45	0.0017	325	0.0017	325	45	350
50 µm	0.050	-	-	-	-	-	-	-
53 µm	-	53	0.0021	270	0.0021	270	53	300
56 µm	0.056	-	-	-	-	-	-	-
63 µm	0.063	63	0.0025	230	0.0024	250	63	240
71 µm	0.071	-	-	-	-	-	-	-
75 µm	-	75	0.0029	200	0.0029	200	75	200
80 µm	0.080	-	-	-	-	-	-	-
90 µm	0.090	90	0.0035	170	0.0035	170	90	170
100 µm	0.100	-	-	-	-	-	-	-
106 µm	-	106	0.0041	140	0.0041	150	106	150
112 µm	0.112	-	-	-	-	-	-	-
125 µm	0.125	125	0.0049	120	0.0049	115	125	120
140 µm	0.140	-	-	-	-	-	-	-
150 µm	-	150	0.0059	100	0.0058	100	150	100
160 µm	0.160	-	-	-	-	-	-	-
180 µm	0.180	180	0.0070	80	0.0069	80	180	85
200 µm	0.200	-	-	-	-	-	-	-
212 µm	-	212	0.0083	70	0.0082	65	212	72
224 µm	0.224	-	-	-	-	-	-	-
250 µm	0.250	250	0.0098	60	0.0097	60	250	60
280 µm	0.280	-	-	-	-	-	-	-
300 µm	-	300	0.0117	50	0.0116	48	300	52
315 µm	0.315	-	-	-	-	-	-	-
355 µm	0.355	355	0.0139	45	0.0138	42	355	44
400 µm	0.400	-	-	-	-	-	-	-
425 µm	-	425	0.0165	40	0.0164	35	425	36
450 µm	0.450	-	-	-	-	-	-	-
500 µm	0.500	500	0.0197	35	0.0195	32	500	30
560 µm	0.560	-	-	-	-	-	-	-
600 µm	-	600	0.0234	30	0.0232	28	600	25
630 µm	0.630	-	-	-	-	-	-	-
710 µm	0.710	710	0.0278	25	0.0276	24	710	22
800 µm	0.800	-	-	-	-	-	-	-
850 µm	-	850	0.0331	20	0.0328	20	850	18
900 µm	0.900	-	-	-	-	-	-	-
100 mm	1.000	1000	0.0394	18	0.0390	16	1000	16
112 mm	1.120	-	-	-	-	-	-	-
118 mm	-	1180	0.0469	16	0.0460	14	1180	14
125 mm	1.250	-	-	-	-	-	-	-
140 mm	1.400	1400	0.0555	14	0.0550	12	1400	12
160 mm	1.600	-	-	-	-	-	-	-
170 mm	-	1700	0.0661	12	0.0650	10	1700	10
180 mm	1.800	-	-	-	-	-	-	-
200 mm	2.000	2000	0.0787	10	0.0780	9	2000	8
224 mm	2.240	-	-	-	-	-	-	-
236 mm	-	2360	0.0937	8	0.0930	8	2360	7
250 mm	2.500	-	-	-	-	-	-	-
280 mm	2.800	2800	0.110	7	0.1100	7	2800	6
315 mm	3.150	-	-	-	-	-	-	-
335 mm	-	3350	0.1320	6	0.1310	6	3350	5
355 mm	3.550	-	-	-	-	-	-	-
400 mm	4.000	4000	0.1570	5	0.1560	5	4000	4
450 mm	4.500	-	-	-	-	-	-	-
475 mm	-	4750	0.1870	4	0.1850	4	4750	-