

Stripa Ayırıcısı

Hüseyin SARIÇİMEN*

ÖZET :

Bu makalede stripa ayırıcısının çalışması, yoğun ortam ayırıcılarından farkları ve üstün tarafları anlatılmıştır.

Pilot tesiste yapılan deneylerde demir cevherlerinin yıkanmasında, ferro - silikon yoğun ortam ayırıcısından, manyetik separetör ve jigle mücehhez tesislerden daha üstün neticeler alındığı gösterilmiştir.

Halen faaliyette bulunan stripa tesislerine misal olarak İsveç'te Norberg demir cevheri yıkanmasında kullanılan tesislerle Türk Madin Şirketinin Kavak krom lawarındaki tesislerden bahs olunmuştur.

Kavak krom lawarındaki tesislerde yapılan deney sonuçları göstermiştir ki, stripa için ideal tane iriliği 5 - 25 mm arasında olmalı ve kırıcı devrenin yassı parçalar vermesi önlenmelidir.

Bir kişiyle idare edilebilmesi ve yüksek kapasiteye sahip olması, bu tip ayırıcıların ekonomik yönden başka bir avantajı olmaktadır.

Son olarak stripadan beklenen faydalara değinilerek bunların, a) piyasaya arz edilebilecek zenginlikte, iri taneli cevher elde etmek, b) konsantre devresinde yüklenen fazla gangü başlangıçta devreden çıkartarak lawar ünitelelerinin daha verimli ve daha yüksek kapasitede çalışmasının sağlanması olduğu kaydedilmiştir.

1. Giriş

Bugün cevher zenginleştirme, madencilik için ayrılmaz bir tamamlayıcısı durumuna gelmiştir. Zengin cevher rezervlerinin tükenmekte olması, insanlar, önceleri ekonomik bulmadıkları fakir cevherlere dönmeye zorlayan sebeplerden biridir. Cevher içindeki gangü ayırıp, bilhassa pirometajik uygulamada zenginleştirilmiş cevher kullanma, fırınların dayanıklılığını ve randımanı artırması bakımından, iktisaden büyük önem taşıyan bir meseledir.

Cevher zenginleştirmeden amaç fakir cevherleri bir seri fiziksel işleme tâbi tutup, taşından ve yararsız kısımlarından ayırarak metalürji sanayine veya müteakip uygulamaya kabul edilebilecek zenginliğe ulaştırmaaktır. Cevher içindeki minarallerin özgül ağırlık, sertlik, renk, radyoaktivite vs. gibi özelliklerindeki farklılaşmalar ve bu minerallerin cevher içinde birbirlerine göre tekstür ve miktar durumlarından istifade etmeye dayanan cevher zenginleştirme teknikleri parçalama, sınıflandırma ve zenginleştirme olarak üç ana grupta toplanabilirler.

Şu halde, cevher zenginleştirmede ilk adım, parçalama, yani kırma ve öğütme usulleriyle cevher içindeki mineralleri serbestleşmeye zorlamaktır. Daha sonraki ameliyelerin gayesi de serbestleşen gang mineral tanelerini kıymetli mineral tanelerinden en ekonomik ve randımanlı şekilde ayırmaktır.

Cevherlerin sınıflandırma ve zenginleştirme tâbi tutulmadan ewel ne derece kırma ve öğütme yapılacağı, cevher içindeki minerallerin serbestleşme boyutuna, o da cevherin tekstürüne bağlıdır, ince dağılım gösteren mineraller için fazla öğütme gerekir. Bazı cevherlerde kıymetli mineraller ince dağılım göstermesine rağmen, gang mineralleri daha iri tane boyunda serbestleşme gösterir. Böyle bir durumda cevher iri serbestleşme boyutuna kadar kırıldıktan sonra serbest gangin ayrılması için ekseriya bir yoğun ortam ayırıcısından geçirilir.

Bu makalede aynı gaye için kullanılmakta olan stripa ayırıcısından bahsedilecektir. Stripa ayırıcısı demir ve krom cevheri yıkayan tesislerde başarıyla kullanılmakta, ve diğer ayırma usullerinden üstün tarafları olan bir işlem olarak karşımıza çıkmaktadır.

2. Stripa Ayırıcısı

ilk defa İsveçli Jonas Svenson tarafından bulunmuş olan bu ayırıcının, 1953 de yapılan pi-

(*) Dr. Metalürji Yüksek Mühendisi Etibank Üçköprü Maden İşletmesi Müessesesi

lot tesis denemeleri çok olumlu sonuçlar vermesi üzerine, ilk ticari tesis 1954'de Norberg, İsveç'de, demir cevheri yıkamak için kurulmuştur.

1953 yılında deneme için kurulmuş pilot stripa tesisinin şeması Şekil : 1 de görülmektedir. Tesis esas olarak yatak materyalinin kıvamlştırılıp tekneye verildiği bir koni silo (9), cevherin ayırma uğradığı sallantılı tekne (1), cevheri tekneye veren oluk (13), yatak materyalinin kıvamlştırıcıya basan bir pompadan (17) meydana gelmiştir. Cevher nakli lâstik bantlarla yapılmaktadır.

Sallantılı tekne uzunluğu 4 m., genişliği 25 cm. ve yüksekliği 40 cm. dikkörtgen bir kutudan meydana gelmiştir. Tekne, geriye doğru dikle 10° açı yapacak şekilde meyilli dört esnek çubukla desteklenir. Başu önde bir hareketle sallanır. Böyle bir harekette tekne, geri geliş noktasına yaklaştığında, bu noktadan o şekilde uzaklaşır ki hareketin ön kısmında arkaya nazaran daha büyük bir hız meydana gelir. Bu tip bir sallanma yatağın çok hareketli olmasını ve tekne içinde süratle ilerlemesini sağladığından çok önemlidir. Hareket uzunluğu ve hızı birbirine bağılı olmadan değişir. Uzun hareket kısa hareketten daha yavaş bir hızla ihtiyaç gösterir. Pilot tesiste 1—3.5 cm arasındaki hareket boyuna göre ayarlanan hızla çok iyi bir ayırım elde edilmiştir. Genellikle 2 cm lik hareket boyu ve 320 frekanslık hız kullanılmıştır. Teknenin daha basit eksantrik bir hareketle çalışması halinde, yatak daha sert ve ayırma kapasitesi düşük olur. 25 cm'den geniş teknelerde başu önde hareket zayıf kaldığından, tekne eksantrik hareketle çalıştırılmaktadır. Bu durumda yatağın gerekli hızla ilerlemesi için tekneye akım yönünde 2 — 3° meyil vermek icab eder.

Cevherin tekneye direk olarak değil, tekne ucundan 13 cm mesafede, dipten 25 cm yükseklikte, hafif meyilli bir plâkaya dökülerek verilmesi ve cevherin tekne genişliğince yayılarak, sakin bir akışla tekneye karışmasının daha iyi sonuç verdiği görülmüştür. Teknenin çıkışında yine bir plâka ile, akan cevher üst ve alt kademelere ayrılır. Plâkanın tekne dibinden yüksekliği, duruma göre ayarlanır. Cevher tane boyu 6 cm iken bu yükseklik 10 cm olarak bulunmuştur. Yatak içine basınçlı su vermek için tekne dibine delikli bir plâka yerleştirilmiştir. Tecrübeler ufak ve sık delikler yerine, büyük ve seyrek deliklerin daha iyi sonuç verdiğini göstermiştir. Pilot tesiste çapları 0.15 cm ve ara mesafeleri 5 cm olan delikler kullanılmıştır. Teknenin altında lâstik borularla su

verilen beş hazne vardır. Bu miktarı ve yatağın hareketliliği ayrı ayrı kontrol edilebilmektedir. Genellikle su ayarı, yatak hareketliliğini giriş ucundan çıkışa doğru azaltacak şekilde yapılır.

Yatak materyalinin akma ayarı, Koni silo ucundaki valfla (10) yapılır. Silo içinde oturmuş yatak materyalinin tekneye akmadan önce karıştırmak için silonun çıkışına yakın kısmından borularla (11, 12) su ve hava vermek gerekir. Yatak materyali hacmen % 55 miktarında katı madde (konsantre) ihtiva eder. Teknede yatak teşekkül ettikçe suyun bir kısmı konsantreden ayrılır ve konsantrenin ince kısmıyla beraber yatağın üzerinden akar.

Pilot tesiste yatak materyali olarak hematit-manyetit karışımı % 65 Fe ihtiva eden tabla konsantresi kullanılmıştır. Elek analizi Tablo: 1 de verilen böyle bir materyalden meydana gelen yatakla 3.3 özgül ağırlığında ayırım yapılabilmektedir. Ham demir cevheri kullanılan yatakta ise 5.0 özgül ağırlığında ayırım yapmak mümkündür.

Meş Ağırlık %	
+ 12	5.5
12/16	9.1
16/20	10.8
20/30	10.8
30/40	16.1
40/50	19.2
50/70	15.2
70/100	7.3
100/140	3.3
140/200	1.3
-200	1.4

Tablo: 1

Stripa teknesinin çıkışında, plâkanın alt ve üst kısımlarından gelen ürünler, uzunlamasına ikiye ayrılmış yıkama eleğine dökülür. Yıkama eleği delikleri yatak materyalinin geçirecek büyüklüktedir. Pasa ve iri cevher taneleri elek üzerinde kalır. Elekteki yıkama suyu silodan taşan sudan temin edilir. Tekneye verilen basınçlı su, temiz sudur. Tekne dibindeki plâka deliklerinin tıkanma ihtimali olduğundan, silodan taşan su bu işde kullanılmaz. Yıkama konsantre % 35 — 45 katı ihtiva eden pulp halinde bir pompayla siloya basılır. Pilot tesiste 10 cm'lik kauçuk içli, 150 lt/dak. kapasiteli santrifüj pompası kullanılmıştır.

3. Yoğun Ortam Ayırıcısından Farkları

Yoğun ortam ayırıcılarında, ayırma işlemi küçük taneli katı madde ve suyun meydana getirdiği bir süspansiyon içinde olur. Süspansiyon içinde katı madde oranı hacmen % 40 dan fazla olamaz. Aksi halde süspansiyon yoğunlaşınca viskozitesi artar ve ayırım yapamaz hale gelir.

Stripa teknesinde gang-cevher ayırımı bir süspansiyon içinde değil, bir yatak içinde

olur. Yani tabla veya spiral konsantresi ve tane aralarını dolduran sudan meydana gelen bir yatak içinde. Böyle bir yatak hacmen % 60 oranında katı madde ihtiva eder. Bu yüzden yatak içinde süspansiyondakinden daha yüksek bir özgül ağırlık elde edilir. Meselâ magnetit süspansiyon içinde en fazla 2.6 özgül ağırlıkta yıkanabilir. Halbuki yatak içinde yıkama 3.4 özgül ağırlıkta yapılabilmektedir. Basit bir yatakta bu tür ayırımı yapmak, yatağın plâstik oluşu nedeniyle çok zordur. Bu yüzden teknenin sallantılı olması icab eder. Cevher ve yatak materyali teknenin girişinden verilir. Tekne hareketi o şekilde ayarlanır ki yatak materyalinin hem çok hareketliliği hem de girişten çıkışa doğru akması sağlanmış olur. Tekne içinde ayırma uğrayan cevher içinde gang taneleri yatağın üzerinde hareket eder, ağır cevher taneleri ise yatağın dibine iner. Gang ve cevher tanelerinin ayrılması için gerekli zaman yatağın kalınlığına ve viskositesine bağlıdır. Tekne uzunluğunun da ona göre inşa edilmedi icab eder.

Tekne dibinden verilen basınçlı su ayırımı kolaylaştırdığı gibi yatağa akışkanlık da kazandırır. Su miktarı yatak içindeki katı madde oranını fazla etkilememelidir. Su kullanılması yatak kalınlığını ve dolayısıyla bir hadde kadar yatak özgül ağırlığını kontrola yarar. Yüksek yatağın özgül ağırlığı da yüksek olur.

Numu. No.	Ürün	Ürün Ağ. kg.	Num. Alma zamanı saniye	Ürün analizi % Fe	Hesaplanmış kap. ton/saat	Ağ. %	Kurtarma Demir %
1	batan	63.5	30	49.0	12.9	59.1	90.3
	yüzen	44.0		7.6		40.9	9.7
2	batan	71.0	30	48.7	14.8	57.5	89.7
	yüzen	52.5		7.6		42.5	10.3
3	batan	75.0	30	48.2	16.0	56.2	89.3
	yüzen	58.5		7.4		43.8	10.7
4	batan	94.0	30	49.2	19.0	59.5	90.0
	yüzen	64.0		8.0		40.5	10.0
5	batan	98.5	30	49.4	21.1	56.1	88.4
	yüzen	77.0		8.3		43.9	11.6
6	batan	70.5	15	48.7	28.9	58.5	88.3
	yüzen ,	50.0		9.1		41.5	11.7

Tablo : 2.

b. Grängesberg madeninden alınan cevherle yapılan deneyler :

Stripa tesisinde numune olarak magnetit, spekülür hematit ve gang karışımı, tane iriliği 1.5 — 6.8 cm arasında olan cevher kullanılmıştır. Pilot tesis maksimum kapasitede çalış-

Stripa ayırıcısının diğer özellikleri, yüksek kapasiteli ve bir kişi tarafından idare edilebilmesidir. Pilot tesis olarak inşa edilen 25 cm genişliğindeki stripa teknesi saatte 20 — 30 ton cevher yıkayabilmektedir.

4. Pilot Tesis Denemelerinden Alınan Sonuçlar

Pilot tesiste çeşitli demir cevherleri, iki manganez, bir kromit ve bir pirit cevheriyle yapılan deneyler çok iyi neticeler vermiştir. Aşağıda bazı stripa neticelerinin, başka ayırıcılardan alınan neticelerle karşılaştırılması yapılmıştır.

a. Ferrosilikon tesisinden elde edilen gang ve cevher karışımını kullanarak yapılan stripa deneyi :

Bu deneyde bir ferro-silikon tesisinde elde edilen 1008 kg lık % 48.2 Fe tenörlü cevherle 733 kg lık % 7.2 Fe tenörlü gang karışımı stripada ayırma tâbi tutulmuştur. Ferro-silikon tesisinde ayırma 3.20 özgül ağırlığında yapılmıştır. Cevherin tane iriliği 0.8 — 6.5 cm arasındadır. Ayırmanın aynı özgül ağırlıkta yapılması için stripada yatak seviyesi alçak tutulmuştur. Stripanın kapasitesi düşük bir seviyeden, saatte 28.9 tona kadar artırılmıştır. Deney neticeleri Tablo: 2 de verilmiştir.

tırılış, gang ve cevherden muntazaman her dakikada bir numune alınmıştır.

Grängesberg'de halen yıkama işlemi manyetik ayırıcı ve jigle yapılmaktadır. Toplam konsantre tenörü % 59 — 60 Fe, pasa tenörü % 12.5 Fe gelmektedir. Stripa deney neticeleri Tablo: 3 de görülmektedir.

Num. No.	Ürün Ağ. kg	Ürün Alma zamanı saniye	Num. analizi % Fe	Hesaplanmış kap. ton/saat	- Ağ. %	Kurtarma Demir %
7	batan yüzen	62.0 59.3	15	29.1	51.1 48.9	89.9 10.1
ortalama- ması.						

Tablo : 3.

Yukarıdaki neticelerden görülüyor ki stripa diğer ayırıcılarla rahatlıkla karşılaştırılabilmektedir.

5. Halen Çalışmakta Olan Stripa tesisleri

1954 de kurulmasına başlanan Norberg demir cevheri yıkamasında kullanılan stripa ayırıcıları dört adet olup, genişlikleri 38 — 125 cm arasında değişmektedir. Neticelerden cevher tenorunun % 43 Fe den % 48 Fe'ye yükseldiği ve paşanın % 17 Fe'den % 11 Fe'ye düştüğü görülmüştür. 50 cm genişliğindeki stripa teknesi 40 ton/saat kapasiteyle çalıştırılmakta ve 0.8 — 10.5 cm iriliğinde cevher yıkayabilmektedir. Daha önce tavuklama ve jigle ayırma yapıldığında, aynı kapasitedeki iş için 16 seçmeci ve 3 jig gerektiği bildirilmiştir.

Türk Maden Şirketi Eskişehir'deki Kavak Krom Konsantre tesislerine 1957 yılında 10 ton/saat kapasiteli bir stripa ayırıcısı ilâve etmiştir. Burada amacın, konsantre devresine yüklenen fazla miktardaki iri gangın daha erken bir safhada devreden çıkarılması olduğu bildirilmektedir. Kavak stripa tesisinde yatak materyali olarak spiral ürünü, iri krom konsantresi kullanılmakta ve konsantre kaybını karşılamak üzere her ay bir kaç yüz kilo taze spiral konsantresi ilâve edilmektedir.

Stripa neticelerinin cevher parçalarının şekil ve büyüklüğüne bağlı olarak değiştiği gö-

rülmüştür. Meselâ yassı cevher taneleri gang taneleri arasında, yatak üzerinde hareket edebilmektedir. Aşağıda Kavak'da 1958 yılında elde edilen neticelerin bazıları verilmiştir,

Artık Öz. Ağ.	Tutulan Parça Öz. Ağ.	Cevher Öz. Ağ.
2.25	2.40	3.00
2.29	2.46	3.16
2.35	2.49	3.17
2.37	2.62	3.19
2.43	2.79	3.20

Tablo: 4.

ilk başta cevher içinde tutularak geçen gangın, cevher ve normal gangın özgül ağırlıkları tayin edilmiştir. Açık renkli dünitler, özgül ağırlığı 2.25, kolayca ayrılabilen, fakat koyu yeşilimsi serpantin ekseriya cevhere karışmaktadır. Özgül ağırlığı 2.5 — 2.6 olan magnezit tamamen tutulan gang tanelerini takip etmiştir.

Stripa tesisinde iki deney yapılmış. Birinci deneyde tane boyu 2.5 — 50 mm arasında cevher, ikincide 5 — 50 mm arası cevher kullanılmıştır. 12.5 ve 5 mm den küçük cevher stok edilmiştir. Deney neticeleri Tablo : 5. de verilmiştir.

	<u>Deney 1</u>	<u>Deney 2</u>
Gireri cevher tane boyu	12.5 — 50 mm	5 — 50 mm
% Cr ₂ O ₃ giren	% 31.4	% 31.3
Stripaya giren miktar	% 45 — (% 34.7 Cr ₂ O ₃)	%. 60 — (% 31.3 Cr ₂ O ₃)
Direk stoklanan miktar	% 55 — (% 29.2 Cr ₂ O ₃)	% 40 — (% 31.3 Cr ₂ O ₃)
Stripada zenginleştirilmiş cevher tenörü	% 37.1 Cr ₂ O ₃	% 38.9 Cr ₂ O ₃
Artık tenörü	% 5.89 0 , 0 ,	% 4.21 Cr ₂ O ₃
Tekrar zenginleştirilecek cevher (Stripadan alınan cevher + ince cevher) .	% 33.7 Cr ₂ O ₃	% 35.9 Cr ₂ O ₃

Tablo : 5.

Birinci deneyde 12.5 mm den küçük cevher tenorunun düşük, ikincide 5 mm den küçük cevher tenorunun stripaya giden 5 — 50 mm arası cevherle aynı tenörde olmasından, cevher içinde 10 mm civarında gang olduğu anlaşılmaktadır. Deneyler gösteriyor ki stripada yıkanacak cevher ideal olarak 5 — 25 mm arasında olmalı ve çeneli konkasör yerine daha az düz ve yassı tane meydana getirecek bir kırıcıyla kırılmalıdır.

Kavak stripa tesisi 10 ton/saat kapasitelidir. Deneyler stripaya giren cevherin % 20 sinin artık olarak ayrıldığını göstermiştir. Tesise giren cevher miktarına göre hesaplandığında artık miktar % 12 olmaktadır. Artık içinde ara sıra zengin kromit taneleri görülmüşse de ortalama artık tenörü % 9 Cr_2O_3 'ü aşmamıştır. Tablo. 6. da elle seçilmiş artıklar üzerinde yapılan analiz sonuçları görülmektedir.

% Ağırlık		% Cr_2O_3 Muhtevası		Toplam artıktaki Cr, O,
Cevher	Artık	Cevher	Artık	
21	79	27.7	6.1	10.8
22	79	23.4	3.8	8.6
18	82	20.5	6.7	9.2
26	74	19.2	4.5	8.2

Tablo. 6.

Türk Maden Şirketi Muğla'da Göcek krom bölgelerinde de 1959 yılında bir stripa tesisi kurmaya teşebbüs etmiş, fakat sonradan cevherlerin zayıflaması üzerine vazgeçmiştir. 1954 — 55 yıllarında İsveç'te Göcek krom cevheriyle yapılan stripa denemeleri satışa arz edilebilecek derecede, % 48 Cr_2O_3 'den yüksek tenörlü, 12 — 50 mm iriliğinde cevher elde etmenin mümkün

olduğunu göstermişse de, sonradan cevher tenoru düşmesi sonucu, stripadan ancak % 47 Cr_2O_3 tenörlü yıkanmış cevher alınabilmiştir. Bunun üzerine tesisin kurulmasından vazgeçilmiştir. Aşağıda Göcek krom cevheriyle İsveç'te yapılan deney sonuçları Tablo. 7. de görülmektedir.

Cevher	Tenor (%)			Ağ.	% Dağılım		
	Cr_2O_3	FeO	SiO*		Cr_2O_3	FeO	SiO*
Giren	45.6	11.9	9.1	100	100	100	100
Yıkanmış cevher	51.0	12.6	5.6	87.9	98.4	93.0	54.1
Artık	6.0	6.9	34.5	12.1	1.6	7.0	45.9

Tablo. 7.

a) 5 — 65 mm ebattaki gang tanelerini ayırıp piyasaya direk olarak arz edilebilecek zenginlikte cevher elde etmek,

b) Bu ebattaki gangi devreden bir an önce çıkartarak, konsantrasyon devresine fazla miktarda taşın yüklenip prosesin verimsizleşmesini önlemektir.

Cevher içindeki serbest gangin devreden erken safhada çıkartılmasında tesis ünitelerinin kapasite ve randımanı yönünden, faydaları aşikârdır. Bilhassa öğütme ve konsantrasyon devresinde fazla miktarda gang bulunmasının, prosese ne derece tesir ettiği ve neticeleri kötüleştirdiği tecrübelerle sabitleşmiş akademik ve endüstriyel bir meseledir.

Halen Etibank Üçköprü Maden İşletmeleri Müessesesine bağlı Karagedik krom larvarına 10 ton/saat kapasiteli bir stripa tesisi kurulmasına çalışılmaktadır. Ağırlıkça % 15 — 25 arasında 6 — 50 mm büyüklükte serbest gang ihtiva ettiği bilinen tesise giren cevher, stripada gangından temizlendiği zaman, tesis kapasitesinde % 10 — 15 arasında bir artma olacağı tahmin edilmektedir.

6. Stripa Ayırıcısından Beklenen

Stripa tesisi kuruluşunda, cevher yapısı uygun olması kaydıyla, genellikle iki gaye göz önünde tutulur. Bunlar,

Gangın devreden erken çıkartılması, önce-
de gördüğümüz gibi, tesis kapasitesini artır-
makta, lüzumsuz öğütme ve yıkama yapılmaya-
cağından cevher zenginleştirme daha ekono-
mik olmaktadır. Gang minerallerinin öğütme
ve konsantrasyon üzerinden menfi etkileri kal-
kacağından, ünitelerin çalışması daha verimli
olacaktır.

Stripa ayırıcısının gerekli kırıcı devreyle
birlikte ocak mahallinde kurulduğu, ve stripa-
da yıkanmış cevherin tesise nakli düşünülür-
se, tesise daha zengin cevher nakledileceğinin-
den ayıklanan gang nisbetinde az nakliye ücreti
ödenektir.

7. Kaynaklar :

1. Svenson, Jonas, — «The stripa method for
sink-float separation», Symposium on ch-
rome ore, held in Ankara., 1960, sayfa:
180 — 189.
2. Fischer, Hanns K., — «Türk Maadin Şirketi,
İstanbul - Their chrome ore concentrators
at Göcek and Kavak with an outlook on
ibid, sayfa: 157 — 180.
3. Fleming, M.G., — «Applied Mineralogy in
new machinerg which has been tested.»
Mineral Processing» 1967.