

Üçköprü Krom Artıklarından Geri Kazanım ve Atık Alanının Rehabilitasyonu

A.E.Yüce, A.Güney, G. Önal

İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Maslak, İstanbul

ÖZET:Karagedik kromit zenginleştirme tesisinde, 1920'li yıllardan bu yana gravite ayırmasına dayalı zenginleştirme sonucunda, ortalama % 12 - 13 Cr₂O₃ içerikli yaklaşık 1.2 milyon ton atık ortaya çıkmıştır. Bu artıklar tesis yakınlarında yaklaşık 50 dönümlük bir alanda yaklaşık 8-10 metre yüksekliğinde 3 stok alanında depolanmıştır. Artıklardan dolayı, önemli bir kimyasal kirlenme riski olmamakla beraber, önemli büyüklükteki atık alanları çevreyi tehdit edici bir görsel ve fiziksel kirlilik yaratmaktadır. Diğer yandan, bu artıklar ekonomik olarak kazanılabilir önemli büyüklükte krom içermektedir.

İnce krom artıklarından krom kazanımına yönelik çalışmalar, özellikle manyetik separasyon, multi gravite separasyon, ve kolon flotasyon uygulamalarının kombinasyonu ile ince boyutlarda krom kazanımının olanaklı olduğunu göstermiştir. Bu araştırmaların sonucunda, 1999 yılında, ön konsantrasyon için manyetik ayırma ve nihai konsantrasyon için kolon flotasyon ünitesini içeren 5 t/saat kapasiteli bir pilot tesis kuruluşu gerçekleştirilmiştir. Bu proje metal madenciliğinde, artıklardan geri kazanım, nihai artıkların bertarafı ve atık alanının rehabilitasyonuna ilişkin önemli ve bir örneği oluşturmaktadır.

Bu tebliğ kapsamında, Fethiye-Üçköprü tesis artıklarından tekrar kazanım prosesi özetlenmekte ve atık alanının rehabilitasyonuna ilişkin öneriler tartışılmaktadır.

ABSTRACT: 1.2 million tons of tailings with average chromite content of 13-14 % Cr₂O₃ were discharged as a result of gravity separation method from the Karagedik Concentration Plant since 1920. These tailings were stocked in three stock piles which are covers an area of 50.000 m² with 8-10 meter in height. Although there is no chemically pollution risks from tailings, these huge tailing dumps are a matter of eye shore that disturb the natural panorama and importantly to be able to considered for the physical pollution. On the other hand, these tailings with valuable chromite contents can be regarded as an ore resource to be benefited economically.

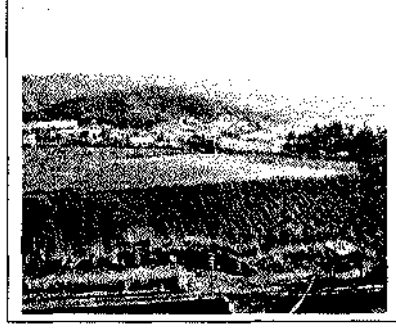
Several studies conducted on fine chromite tailings indicate that the recovery of chromite fines can be possible if some relatively new technologies are employed such as combination of high intensity magnetic separation, multi gravity separation and column flotation methods. At the end of intensive research on tailings, pilot plant with a capacity of 5 tons/h was installed having magnetic separator for pre concentration and column flotation unit for final concentration. This project is very important and unique example in the metal mining operation in terms of recovery of valuable minerals from tailings, final disposal of tailings and rehabilitation of tailings area.

In this paper, re-beneficiation of plant tailings process and proposal of tailings area rehabilitation are discussed.

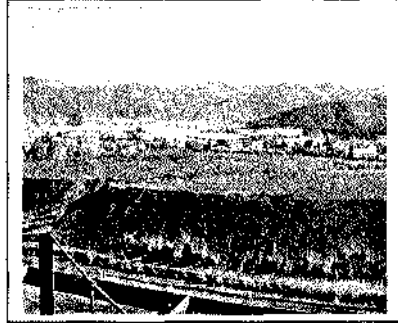
1. GİRİŞ

1930'lu yıllardan günümüze kadar faaliyetini sürdüren Fethiye/Üçköprü krom zenginleştirme tesislerinde, gravite farkına göre zenginleştirme sonucu çıkan artıklar, tesisin yakınında bir alanda depolanmaktadır. Karagedik-Fethiye karayolu üzerinde yer alan zenginleştirme tesisi yanında 50 dönümlük bir alan üzerinde, boyutu 1 mm altında, ortalama % 13 Cr₂O₃ içerikli bir milyon ton

civarında atık bulunmaktadır. Yıllardır uygulanagelen proses gereği, ortaya çıkan artıklardan, günümüzde gelişen teknolojilerle önemli oranlarda krom kazanımının olanaklı olduğu pilot ölçekli bir proses ile (mekanik dağıtma + eleme + manyetik separator + kolon flotasyonu) ortaya konulmuştur (Güney, 1990). Çalışmalar daha ileri aşamalara ulaştırılarak, mevcut artıklardan krom kazanımını sağlayan 5 ton/saat kapasiteli bir pilot ölçekli tesisin kuruluşu ve işletmeye alınması



Resim 1. Artık Stoklarının Bugünkü Durumu



Resim 2. Artık Stoklarının Bugünkü Durumu

Çizelge 1. Orijinal artık kimyasal analizi

Bileşik	-%-
Cr ₂ O ₃	12,53
FeO	5,70
SiO ₂	28,81
Al ₂ O ₃	6,21
MgO	31,39
CaO	1,15
Kızdırma kaybı	11,74

Çizelge 2. Orijinal artık boyut ve boyuta göre krom dağılımı

Boyut aralığı -mm-	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃ -%-	Dağılım -%-
+1,0	4,5	5,25	1,9
-1,0+0,420	27,0	4,97	10,8
-0,420+0,106	16,2	3,61	4,7
-0,106+0,074	2,2	5,61	1,0
-0,074+0,053	4,1	6,25	2,0
-0,053+0,038	4,4	9,67	3,5
-0,038	41,6	22,68	76,1
Toplam	100,0	12,40	100,0

Orijinal artık numunesinden eleme yoluyla 0,1 mm boyut grubu üzerinde, ağırlıkça % 47,7 oranında bir malzeme ortalama % 4,53 Cr₂O₃ içeriği ile ayrılmış, proses çalışmaları 0,1 mm boyutu altında olan numuneler üzerinde gerçekleştirilmiştir. 0,1 mm boyutu altındaki malzemenin boyuta göre krom dağılımı ise Çizelge 3'de verilmiştir. Orijinal artığın yaklaşık % 52* 1 ik bölümünü oluşturan 0,1 mm altı boyut grubundaki malzemenin krom içeriği % 19'lara çıkmakta, bu malzemenin de % 80'inin 0,038 mm boyutu altında olduğu görülmektedir.

Çizelge 3. 0,1 mm altı artık boyut ve boyuta göre krom dağılımı

Boyut aralığı -mm-	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃ -%-	Dağılım -%-
-0,106+0,074	4,2	5,61	1,2
-0,074+0,053	7,8	6,25	2,5
-0,053+0,038	8,5	9,67	4,2
-0,038	79,5	22,68	92,1
Toplam	100,0	19,58	100,0

Mevcut tesis artıklarından krom kazamına yönelik en uygun prosesi belirlemek üzere; laboratuvar ve pilot ölçekte sarsıntılı masa, multi gravite ayırıcısı, jones manyetik ayırıcısı, klasik flotasyon, jet ve kolon flotasyonları ve bu yöntemlerin belirli koşullarda kombinasyonlarının incelendiği çok detaylı çalışmalar yapılmıştır.

Bu yöntemler içinde içerik ve verim açısından uygun koşullarda krom konsantrisi kazanımında; manyetik ayırma + multi gravite ayırıcısı ve manyetik ayırma + kolon flotasyonu kombinasyonları öne çıkmıştır. Ancak zenginleştirmeye esas numunenin boyut dağılımı dikkate alındığında, uygulama açısından manyetik ayırma + kolon flotasyonu prosesinin üstünlüğü, elde edilen ürünlerin nitelikleriyle de ortaya çıkmaktadır. Artıkların değerlendirilmesi amacıyla pilot tesis kuruluşuna esas oluşturan deneylerin sonucunda her iki kombinasyon için ulaşılan optimum sonuçlar, Çizelge 4 ve Çizelge 5'de, manyetik ayırma+ kolon flotasyonu ile zenginleştirme prosesine ait akım şeması ise Şekil 3'de verilmiştir.

Çizelge 4. Jones MA + MGS kombinasyonu zenginleştirme deneyi sonuçları

Ürünler	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃	Verim
Konsantre	14,4	47,18	51,2
Artık	85,6	7,55	48,8
Toplam	100,0	13,26	100,0

Çizelge 5. Jones MA + kolon kombinasyonu zenginleştirme deneyi sonuçları

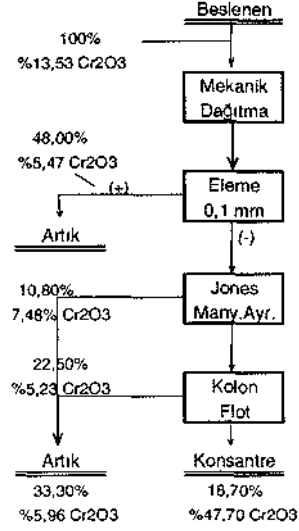
Ürünler	Miktar -%-	Cr ₂ O ₃	Verim -%-
Konsantre	18,7	47,70	65,9
Artık	33,3	5,96	14,7
+1 mm	4,8	4,83	1,7
-1+0,1 mm	43,2	5,54	17,7
Toplam	100,0	13,53	100,0

3. PROSES TASARIMI ve TESİS KURULUŞU

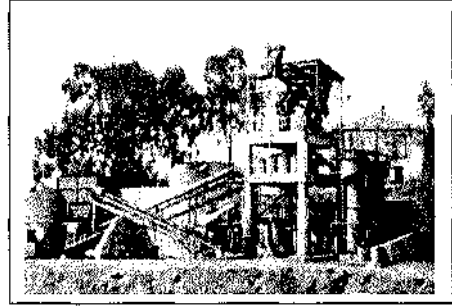
Proses tasarımı, makine ekipman seçimi, projelendirme ve fizibilite sonrasında; projeyi yürüten İTÜ Maden Fakültesi, Cevher ve Kömür Hazırlama A.B.Dalı ile proje sahibi Eti Holding ve projeye destek veren Alman BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) arasında varılan mutabakat çerçevesinde 5 t/saat kapasiteli pilot tesis kuruluşu 1999 yılında tamamlanmıştır. İlgili anlaşma kapsamında, tesis denemeleri ve taahhüt edilen verilerin gerçekleştirilmesi için 3 aylık bir deneme üretimi Üniversite sorumluluğunda olmak üzere yürütülmüş, bu sürenin sonunda uygun kapasite, metal içeriği ve kazanma verimi değerlerini sağlayan koşullar sabitlenerek, çalışır haldeki tesis Eti Holding'e bir protokolle teslim edilmiştir. Artıklardan krom kazanımını gerçekleştiren ve daha sonra ilgili kurum tarafından bu çalışma değerlendirilerek daha büyük kapasitelerde bir tesis oluşturma amacına yönelik kurulmuş pilot tesise ait bir görünüm Resim 3'de verilmektedir. Tesis deneme çalışmalarında elde edilen verilerin bir özeti ise Çizelge 6'da verilmektedir. Pilot tesisin işletmeye alınması aşamasında sürdürülen deneme üretimlerinde, sözleşme şartlarına uygun olarak minimum % 46 Cr²O₃ içerikli bir konsantrenin ortalama % 57 verimle kazanılabilirliği, sonuçlardan (Çizelge 6) görülmektedir.

Çizelge 6. Pilot tesis deneme çalışmalarından alınan sonuçların genel değerlendirilmesi

Cr ₂ O ₃ girişi %	Malzeme boyutu %	Konsantre % Cr ₂ O ₃	Artık % Cr ₂ O ₃	Verim %
13,83	+0,1	60,5	45,25	8,00
	-0,1	39,5		
13,90	+0,1	56,8	46,40	7,20
	-0,1	43,2		
14,29	+0,1	64,7	45,14	7,33
	-0,1	35,3		
14,68	+0,1	54,4	46,00	8,00
	-0,1	45,6		



Şekil 3. Artıklardan krom kazanım süreci akım şeması



Resim 3. 5 t/saat kapasiteli pilot tesis görünüşü

4. TESİSİN İŞLETMEYE ALINIŞI

Pilot tesisin işletmeye alınması aşamasında sürdürülen çalışmalar sonucunda; minimum % 46 Cr₂O₃ içerikli bir konsantrenin % 55'den fazla metal kazanma verimi ile alınabildiği görülmektedir. Tesiste zenginleştirme devresine alınmayan -1,0+0,1 mm boyut grubunun da bir gravite ayırması ile zenginleştirilmesi sonucu toplam metal kazanma verimine en az % 5-7 oranlarında bir katkı yaratabileceği laboratuvar ölçekli çalışmalarda belirlenmiş olmasına rağmen pilot tesis yatırımında bu durum değerlendirme dışı tutulmuştur. Ancak söz

konusu artıkların değerlendirilmesinde büyük kapasiteli bir tesis öngörüsü içinde bu seçeneğin de düşünülmesi gerekmektedir. Üçköprü'de işletmeye almış tamamlanan pilot tesise ait işletme verilerinin genel bir değerlendirmesi Çizelge 7'de özetlenmiştir.

Çizelge 7. Pilot tesis işletme verileri

Pilot tesis verileri	
Tesis kapasitesi	5t/sa
Çalışma süresi	24 sa/gün 300 gün/y
Yıllık zenginleştirme kapasitesi	36.000 ton
Konsantre üretimi	6.150 ton/y
Konsantre -% Cr ₂ O ₃	46,40
Metal kazanma verimi -%-	57,0
Zenginleştirme oranı	5,9
Nihai artık	29.850 ton/y
+ 1 mm artık (kum)*	1.800 ton
-1+0,1 mm artık**	18.720 ton
-0,1 mm proses artığı	9.330 ton
işletme toplam maliyeti	35 US\$/kons.
Artık atma maliyeti	5 US\$/ton

*: kum olarak satılabilir ürün

**: gravite ile tekrar değerlendirilebilir malzeme

5. ARTIK DEĞERLENDİRME VE REHABİLİTASYON

Artıkların değerlendirilmesi sonucu Uç ayrı yapıda artık ortaya çıkmaktadır. 1 mm boyutu üzerinde ayrılan iri artık, yıkanmış ve kilden arındırılmış olarak, ideal bir hafif yapı malzemesi olarak değerlendirilebilecek durumdadır. -1+0,1 mm boyutlu malzemenin ilave bir prosten (gravite ayırması) geçirilmesi ve içinden kromun alınması sonrasında ise bu malzemenin de yörede yaygın olarak faaliyet gösteren seracılıkta zemin İslahı, zemin dolgu ve taban yaygı malzemesi olarak değerlendirilme şansı çok yüksektir. Bu koşullarda sadece 0,1 mm boyutu altında zenginleştirme sonrasında ortaya çıkan nihai artığın uzaklaştırılması için çözüm üretilecek durumundadır.

Flotasyon tesisi artıklarının artık depolama alanında yeterli ölçüde susuzlandırılması sonrasında iki alternatifli bir artık uzaklaştırma sistemi üzerinde ön araştırmalar yapılmıştır. Bu alternatiflerden ilki; maden üretimi sonrasında zenginleştirme tesislerine tuvenan cevher taşıyan kamyonların, ocağa dönüştürme artıkları yer altı ocaklarında dolgu malzemesi olarak kullanılmak üzere nakletmeleridir. İkinci alternatifte ise; Karagedik civarında 15 km'lik bir mesafede steril bir bölgede artıkların düzenli depolanması ve sonrasında bu alanın rehabilitasyonu öngörülmektedir. Birinci alternatifte nihai konsantre

üretim maliyeti üzerine ortalama 5 \$/t'luk bir maliyet yükünün geleceği hesaplanmıştır. İkinci alternatifte ise bu yükün 10 \$'lar mertebesine çıkacağı düşünülmektedir. Ancak her ne şekilde olursa olsun, mevcut konsantrasyon tesisi civarında kalıcı bir artık depolama olanağı çeşitli kısıtlamalar taşımaktadır. Tesis bölgesinin önemli bir seracılık merkezi olması ve Fethiye karayoluna çok yakın olması, bu alanda depolanan artıkların uzaklaştırılması ve mevcut artık alanının büyük bir bölümünün rehabilitasyonunu zorunlu kılmaktadır (Resim 3 ve 4)

Mevcut artıkların, bugüne kadar gerçekleştirilmiş çalışmaların ışığında zenginleştirilmesine yönelik bir tesis düşünülmesi ve 5 yıllık bir sürede mevcut artıkların tümüyle değerlendirilmesi ilkesi ile saatte 25 ton artık işleme kapasiteli bir tesise ait ortaya çıkacak işletme verileri Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. 25 t/sa kapasiteli artık değerlendirme tesisine ait işletme verileri

Tesis verileri	
Tesis kapasitesi	25 t/sa
Çalışma süresi	24 sa/gün 300 gün/y
Yıllık zenginleştirme kapasitesi	180.000 ton
Konsantre üretimi	30.780 ton/y
Nihai artık	149.220 ton/y
+ 1 mm artık (kum)*	9.000 ton
-1+0,1 mm artık**	93.600 ton
-0,1 mm proses artığı	46.620 ton

*: kum olarak satılabilir ürün

**: gravite ile tekrar değerlendirilebilir malzeme

Saatte 25 ton artık değerlendirilmek üzere planlanacak bir tesisten yılda 30 bin ton mertebesinde bir krom konsantrasyonunun kazanılabilmesi olanaklı olacaktır. Diğer yandan +1 mm ve -1+0,1 mm boyut grubundan alınacak artıkların yörede kullanılmak üzere değerlendirilmesi halinde her iki boyut grubundaki artıkların getirilerinin -1+0,1 mm boyutlu malzemenin krom kazanımı masrafları ile karşılıklı geleceği hesaplanarak bu artıkların sıfır maliyetle tesisten uzaklaştırılması öngörülmektedir. Geriye kalan -0,1 mm boyutlu artık miktarı ise ortalama yılda 50 bin ton mertebesinde olacaktır. Bu artıkların uzaklaştırılması için maksimum 5 \$'lık bir masraf öngörüldüğünde; tesisin krom metalinden kazancının % 15'ler mertebesinde bir oranı ile tüm artıkların uzaklaştırılması gerçekleştirilebilir olacaktır.



Resim 3. Artık sahası etrafında yer alan seracılık faaliyetlerinden görünüm



Resim 4. Artık sahası etrafında yer alan seracılık faaliyetlerinden görünüm

6. DEĞERLENDİRME VE SONUÇLAR

Üçköprü krom zenginleştirme tesisi artıklarından krom kazanımı ve nihai artıkların uzaklaştırılması amacıyla yönelik çalışmalar sonucu kurulan pilot tesis manyetik ayırma + kolon flotasyonu birimlerinden oluşmaktadır. Pilot tesisin kuruluşu, eski artıkların değerlendirilmesine yönelik düşüncelerin bir başlangıcı olup, bu verilerden hareketle uygun büyüklükte bir tesis için yatırım planlanmıştır. Ancak özelleştirilmenin gündeme gelmesi ile bu çalışmalar durdurulmuştur.

Üçköprü tesis artıklarının konumu, öncelikle bu artık alanının hızla rehabilitasyonunu gerektirmektedir. Artıkların içerdiği değerlendirilebilir oranlardaki kromun, günümüz teknolojileri ile kazanılması son derece olanaklı olup, bunun için örnek bir pilot çalışma ile yeterli

bilgi birikimi oluşturulmuştur, Bu çalışmalar sonucunda;

- i) minimum % 46 &2O3 içerikli bir konsantrenin ortalama % 60 kazanma verimi ile elde edilebileceği,
- ii) mevcut artıklardan yıkama ve eleme ile ayrılacak 0,1 mm boyutu üzerindeki kum niteliğinde bir malzemenin hafif yapı malzemesi olarak değerlendirilebileceği,
- iii) Pilot tesis projesi kapsamında olmayan, ancak -1+0,1 mm boyut grubu olarak ayrılan malzemeden bu boyutta uygulanabilir bir gravite ayırması ile krom kazanma veriminin % 3-5 değerlerinde arttırılabileceği,
- iv) artıktan krom kazanımı sonrası ortaya çıkacak nihai artıkların mevcut tesis alanından uzaklaştırılması için alternatifli çözümler olduğu,

açık bir şekilde ortaya konulmuştur. Pilot ölçekte yapılan çalışmalarda, tesisin metal içeriği ve kazanma veriminin, artık boyut dağılımına karşı hassas olduğu gerçeği yanı sıra orijinal artık boyutunun % 50'den fazla oranda 0.038 mm boyutu altında olması, nihai zenginleştirme kademesinde gravite de dahil fiziksel zenginleştirme yöntemlerinin uygulanmasını büyük ölçekte kısıtlamaktadır.

Artıktan krom kazanımına yönelik çalışmalar içinde çok detaylı olarak verilmemiş olmasına karşın, özellikle +1 mm'nin doğrudan, -1+0,1 mm boyut grubunda ise bir zenginleştirme sonrası ortaya çıkacak malzemenin yörede taban sergi malzemesi, hafif yapı işlerinde kum niteliğinde kullanılabilirlik şansı çok yüksektir. Üçköprü zenginleştirme tesisi birimleri, özellikle yöredeki seracılık faaliyetleri nedeniyle yerleşim alanlarıyla iç içe hale gelmiştir (Resim 1, 2, 3 ve 4). Mevcut artık depolama alanının bu bölgede uzun süreli tutulması olanaksız hale gelmiştir. Bu nedenle bu alanın rehabilitasyonu ve tesisin çalışma süresi içinde ancak geçici bir artık depolama gereği ortaya çıkmakta, bu durum; ise artıklardan krom kazanımı ve sonrasında nihai artıklara uzun süreli depolama yaklaşımını zorunlu kılmaktadır. Söz konusu artıklardan krom kazanımı yaklaşımı en sade biçimiyle, ilgili alanın rehabilitasyonu açısından öncelik taşımaktadır. Aynı zamanda teknolojik yeniliklerin yarattığı avantajlarda artıktan kazanılabilir önemli büyüklükte krom konsantresi üretilme şansı da vardır. Nihai artıkların ise bu tebliğ kapsamında değinilen iki alternatifli bertarafı ve artık alanının büyük ölçüde

rehabilitasyonu, maden işletmeciliği açısından da pozitif bir sonuç yaratacaktır.

Artıklardan fayda üretmek konusunda, mevcut bilgi birikimine, nihai artıkların bazı mühendislik özelliklerinin belirlenmesi için küçük ölçekte bir araştırmanın dahil edilmesiyle, çevreye duyarlı bir işletmecilik yaklaşımında önemli bir örnek oluşturacaktır.

KAYNAKÇA

- Doğan, U.Z., Onal, G., Güney, A., Yüce A.E. (1996), New Developments in the Processing of Chromite Tailings in Turkey. Nato Summer School Vama, Bulgaria.
- Doğan, M.Z., Güney, A., Yüce, A.E., Önal, G., (1999), Progress in Processing of Fine Chromite Tailings in Turkey. International Symposium on Beneficiation Agglomeration and Environmental-ISBAN 99, Eds. S.R.S Sastri, S. Mohanty, B.K. Mohapatra, Bhubaneswar INDIA.
- Güney, A., Önal, G., Çelik, M.S., (1999), A new flowsheet for processing chromite fines by column flotation and collector adsorption mechanism, Minerals Engineering. Vol. 12, No.9. pp. 1041-1049.
- Güney A., Önal, G. (1990), Beneficiation of Etibank Üçköprü Chromite Tailings By Column Flotation. Proceedings of III International Mineral Processing Symposium at Istanbul, Turkey, Eds. G. Önal, September, pp:217-229.
- Güney, A., Doğan, M.Z., Önal, G. (1991), Beneficiation of Etibank Üçköprü Gravity Tailing by Column Flotation. Proceedings of International Conference on Column Flotation at Sudbury Canada, Eds. G.E Agar, D.J. Hüls, D.B. Hyma., June, Vol.1, pp:211-221.
- Güney, A., Önal, G. (1991), Beneficiation of Etibank Üçköprü Gravity Tailing by Free Jet Type Flotation System. Proceedings of International Conference on Column Flotation at Sudbury Canada, Eds. G.E Agar, D.J. Hüls, D.B. Hyma., June, Vol.2, pp:609-619.
- Güney, A., Önal, G., Sirkeci, A.A. (1994), Concentration of Fine Chromite Tailings Using Novel Flotation Techniques. Proceedings of the IV. Meeting of Southern Hemisphere on Mineral Technology III American Congress on Froth Flotation at Conception, Chili.
- Güney, A., Yüce, A.E., Önal, G. (1995), Chromite Mining in Turkey. Proceedings of the Turkish Speaking Countries 2nd Earth Sciences & Mining Conference at Ankara, Turkey.
- Güney, A., Sirkeci, A.A., Yüce, A.E., Önal, G. (1996), Re-evaluation of Chromite Tailings. Proceedings of the Fourth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production-Swemp 96 at Cagliari, Italy, Eds. R. CICCUCU, October, pp:393-403.
- Güney, A., Sirkeci, A.A., Gürkan, V., Önal, G. (1996), The Recovery of Chromite Fines From Tailings of Üçköprü Chromium Plant Using HIWHS. Proceedings of the VI International Mineral Processing Symposium, Eds. M Kemal, V. Arslan, A. Akar., Kuşadası, İzmir, September, pp: 149-154
- Güney A., Önal, G., Atmaca, T., Kippenberger, C., Gürkan, V. (1997), The Recovery of Chromite Fines From the Tailings of Üçköprü Chromite Concentrator, Proceedings of the XX International Mineral Processing Congress at Aachen, Germany. Eds. H. Hoberg., H Von Blotnitz., September, V:5, pp:91-97.
- Güney, A., Yüce, A.E., Tüzel, L., Girgin, Ş., Önal, G., (1999), Beneficiation of Chromite Tailings by Multi-Gravity Separator. VII Balkan Mineral Processing Conference, Eds. Dusan Salatić, Herceg Novi, Yugoslavia. September, 14-18, pp: 99-104.
- Güney, A., Önal, G., (2000), Application of a new beneficiation method to ultrafine-size chromite, Processing of 8th International Min. Processing Symposium, Eds. G. Özbayoğlu, Ç. Hosten, Ü. Atalay, at all. Antalya-Turkey 16-18 October, p:299-305.
- Önal, G., Güney, A. (1990), Chromerzbergbau In Der Türkei. Aufbereitung Technik Nr. 31, pp:24-28.
- Önal, G., Güney, A., Yüce, A.E., (2003), "The beneficiation of chromite tailings by Multi-gravity separator", Proceeding of the International Seminar on Mineral processing Technology MPT-2003, pp:203-207, February, 6-8, Goa, India.
- Yüce, A.E., Sirkeci, A.A., Güney, A., Önal, G., (1997), Developments in Turkish Chromite Industry, Proceedings of the 7 th Balkan Conference on Mineral Processing at Vatra Dornei, Romania, May, Volum II, pp.44-48.
- Yüce, A.E., Güney, A., Önal, G. (1998), Final Tailings Disposal After Beneficiation of Chromite Fines Using New-age Separator. Proceedings of the Fifth International Symposium on Environmental Issues and Waste Management in Energy and Mineral Production-Swempt 98 at Ankara, Turkey, May, pp:469-472.
- Yüce, A.E., (1994), "Multi Gravity Separator", (Translation), *Madencilik Dergisi*, 33, Sayı 1, s:33-41.

