

Bor Atıkları ve Değerlendirilme Stratejileri

Boron Tailings and Evaluation Strategies

t. Bentli

Dumlupınar Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye

O. Özdemir & M.S. Çeük

İTÜ Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, İstanbul, Türkiye

N. Ediz

Dumlupınar Üniversitesi, Seramik Mühendisliği Bölümü, Kütahya, Türkiye

ÖZET : Bor konsantratör tesislerinden çıkan kil içerikli atıklar önemli bir potansiyel kaynak oluşturmaktadır. Şimdiye kadar bor atıkları ile yapılan çalışmalar üç ana grupta toplanabilir. Bunların ilki atıklardaki borun tekrar kazanılması, ikincisi atıkların çevreye zarar vermeden depolanması, üçüncüsü ise atıkların seramik ve inşaat sanayinde kullanılmasıdır. Bor atıklarını değerlendirmede en uygun strateji atıklar içindeki borun tekrar kazanılmasıdır! müteakip kil içerikli malzemenin uygun sanayilerde kullanılmasıdır. Böylece hem atıl durumda bulunan bu potansiyel kaynaklar ülke ekonomisine kazandırılmış olacak hem de çevre kirliliği önlenmiş olacaktır. Atıklardaki borun kazanılmasında en uygun yöntemlerin şlam atıldıktan sonra alınacak ön konsantreye flotasyon, manyetik ayırma, ısı işlem ve/veya birikitleme yöntemlerinin uygulanması olduğu anlaşılmaktadır. Son zamanlarda kil içerikli bor atıkların seramik sanayinde kullanılabilirliğine yönelik araştırmalar ise hız kazanmıştır.

ABSTRACT: Boron concentrator plant tailings composed of clay and carbonates constitute a potential source. Investigations on boron tailings could be classified into three main groups: (i) recovery of boron minerals from tailings, (ii) safe disposal of boron tailings without harming the environment and, (iii) utilization of boron tailings in ceramics and construction industry. The most suitable strategy appears to be the recovery of boron tailings followed by its industrial utilization. In this way, an economic use of this potential source will be possible and more importantly environmental pollution will be reduced. A suitable process scheme to process boron tailings would be to apply scrubbing followed by concentration techniques such as flotation, magnetic separation, calcination and bnquetting. There is an upsurge of research interest in using boron tailings in various industrial fields.

1. GİRİŞ

Ülkemiz bor minerallerin; dünya rezervinin 2/3'ünü oluşturduğu, dünya pazarlarında aranan özelliklerde ve kalitede olduğu, kullanıldığı yerlerin stratejik öneme sahip olduğu ve ikame edilemediği, madenciligi, zenginleştirme yöntemleri, bor türevleri, ihracat ve pazarlama, ile ilgili literatürde bir çok bilgi mevcuttur (Güyagüler 2001, Ediz&Özdağ 2001, Kistier&Helvacı 1994, Kılınç vd 2001, Özkan vd 1997, Poslu&Arslan 1995, Alp vd 1995, tpekoğlu&Polat 1987, Özpeker 1973).

Bor konsantresi üretimi. Eti Holding Eti Bor A.Ş.'ye ait Kütahya-Emet, Eskişehir-Kırka, Balıkesir-Bigadiç ve Bursa-Kestelek işletmelerinde gerçekleştirilmektedir. Bu tesislerde konsantre bor üretimi yıkama İşlemi sonunda dağıtma ve sınıflandırma sonucunda killi malzemenin uzaklaştırması esasına dayanmaktadır. Bor türevleri tesisleri ise yine Eti Bor A.Ş. ait Kırka Bor Türevleri tesisinde Boraks Pentahidrat, Boraks Dekahidrat, Susuz Boraks, Bandırma Bor Türevleri Tesisinde Boraks Pentahidrat, Boraks Dekahidrat, Borik asit ve Sodyum Perborat üretimi şeklindedir (Güyagüler 2001, Aytakin 1995, Erkal& Girgin 1992).

Madencilik faaliyetleri sırasında ortaya çıkan atıkların, miktarlarının giderek artması, depolanacağı yer, doğa tahribatı, atıkların stabilitesi ve emniyeti, hava, toprak ve su kirliliği ve ıslah çalışmaları başlıca çevre sorunlarıdır (Karadeniz 1996). Amenka'daki bor madenlerinin İşletilmesin de çevreye zarar verilmemesi için gerekli tedbirlerin alınması en önde gelen aşamalardan bindir (Griffin&DowniQg 2001)

Madencilüğimizin gelişmesini ve büyümesini etkileyen en önemli problemlerden biri atıkların çevreye verdikleri zararlarıdır. Bundan böyle atıkların atılmasında standartlar, yönetmelikler ve ilgili kanunlarla getirilen sınırlamalar mevcuttur. Ancak atıkların atılmasında ve çevre ile ilişkisinde bu sınırlamalara uyulması gereklidir (Karadeniz 1996, Çolak 1997a)

2. BOR ATIKLARININ DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÇEVREYE ETKİLERİ

Cevher zenginleştirme tesislerinden çıkan atıklar genellikle ince boyutlu katı veya pülp halindedir. Çevre bilinci gelişmeden önce bu atıklar maden alanlarının yakınındaki sahalara, artık barajlarına, denizlere, göllere veya nehirlerle boşaltılmaktaydı. Günümüzde ise zenginleştirme tesis atıklarından yararlanmak veya eğer bu mümkün değilse un uygun biçimde bertaraf etme yoluna gidilmektedir. Gelişmiş ülkeler başta olmak üzere, Dünya'nın birçok ülkesinde araştırmacılar ve işletmeler bu konuda yoğun çaba harcamaktadır. Yapılan araştırmalar daha çok yapı malzemeleri üretimine, cam ve seramik endüstrilerine hammadde hazırlamaya yöneliktir.

Teknolojik gelişmelere bağlı olarak yeni yöntem ve ekipmanların geliştirilmesi ile cevherlerin ekonomik tenörleri aşağılara çekilmekte, artık konumundaki bir çok depolanmış yığın da bu sayede değerlendirilmektedir. Buna göre atıkların atılmasında gelecekte muhtemel değerlendirilme olanakları göz önünde bulundurulmalıdır. Bor atıkların bu konumda belki de en önde gelen atıklardan biridir. Bu nedenlerden dolayı bor atıkların depolanmasına azami önem göstermek gereklidir.

Atıkların uygun bir şekilde değerlendirilmesinde elde edilecek avantajları aşağıdaki gibi sıralamak mümkündür (Karadeniz 1996).

- Atıkların stoklamadan doğan sorunları ve stoklama maliyeti azalacaktır.
- Stoklama maliyeti azalacaktır.
- Çevre kirliliği en az seviyeye inecektir

- Üretilen yeni ürünle ek bir kazanç elde edilecektir.
- Atıkların yer altı ve yer üstü sularını kirletmesi önlenecektir.

Ülkemizde her yıl boron mineralleri üretimi sırasında 600 000 ton atık ortaya çıkmaktadır (Yaman 1998). Bu atıkların düzenli bir şekilde depolanması ile ileride kullanılabilme *imkanı* vardır. Bor atıklarının değerlendirilmesi ile aşağıdaki avantajlar sağlanmış olacaktır.

- Hali hazırda büyük bir potansiyel olan stoklar ülke ekonomisine kazandırılacaktır.
- Çevre kirliliği önlenmiş olacaktır.
- Atıkların atıldığı alan göletlerin yapımı için işletilmeler büyük meblağlar ödemektedir.

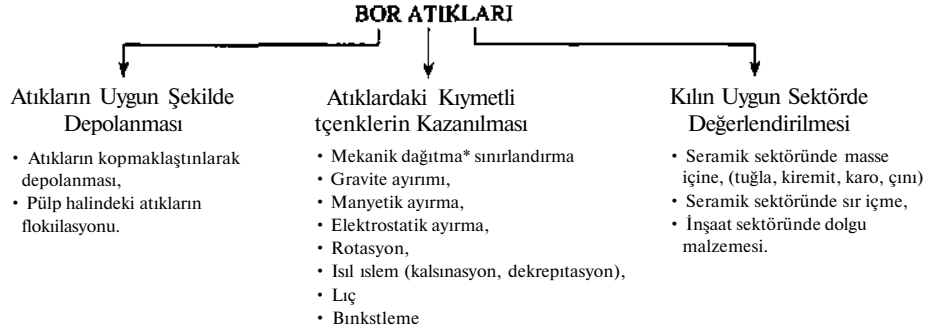
3 BOR ATIKLARININ DEĞERLENDİRİLME YÖNTEMLERİ

Bor atıklarının değerlendirme şekillenni üç sınıfa ayırmak mümkündür. Bu sınıflandırma şu ana kadar bor atıkları ile yapılan çalışmalar dikkate alınarak ilk defa tarafımızdan yapılmıştır. Ancak bu sınıflandırma ayrı ayrı değil de birbirlerinin devamı olarak da düşünülebilir. Çünkü bizce en ideal değerlendirme şekli atıkların tamamının değerlendirilmesidir. Bor atıklarının değerlendirilmesinde kullanılan yöntemler Şekil 1 *de gösterilmektedir.

3.1. Atıklardan borun tekrar kazanılması

- Genelde bor atıklarına, zenginleştirme sırasında atığa kaçan borun tekrar kazanılması amacıyla suda bekletme+mekanik dağıtma+sınıflandırma, gravite yöntemleri, manyetik ayırma, elektrostatik ayırma, soda (içi, çözeltme+flokulasyon, flotasyon, ısıt işlem (kalsinasyon, dekrepitasyon) ve briketleme yöntemleri uygulanmaktadır (Doğan vd 1997, Sönmez&Aytekin 1992, Yamık vd 1995, Kaytaş vd 1986, Köse vd 1989). Ayrıca son zamanlarda ses ötesi dalgalann kil uzaklaştırmadaki etkinliği (Alp&Özdağ 2000, Sönmez vd 1997) ve atıklardaki borun doğrudan çözme helozonu ile kazanımı araştırılmış ve olumlu neticeler alınmıştır (Ediz 1999).

Bor konsantratör tesislerinde uygulanan elle ayıklama, mekanik dağıtma+sınıflandırma yöntemleri ancak in boyutlara uygulanabilmekte, ince boyuttaki (-0.5 mm) % 15-20 B₂O₃ tenörlü cevherler ise atık barajına gönderilmektedir (Özbayoglu vd 2001a; Gülgönül vd 1997).



Şekil 1 Bor atıklarının değerlendirilmesinde mevcut seçenekler

Atıklardaki kılın içinde ferromanyetik ve paramanyetik minerallerin bulunması durumunda sabit mıknatıslı yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcılar etkili bir ayırım yapabilmektedir (Gnffin&Downing 2001, Bozkurt 1989, Gündüz vd 2001)

Aytekin ve Badruk (1992) American Borate Corporation şirketinin kolemanit ve üleksit zenginleştirmede flotasyon ve kalsinasyon yöntemlerini kullandığını bildirmiştir

Flotasyonla yapılan bor zenginleştirmede mekanik dağıtma ve sınıflandırma ile kil içerikli şlamın atılması ve doygun bor çözeltilerinde çalışılması gereği üzerinde durulmaktadır (Aytekin vd, 1988, Yarar, 1973). Şlam halinde bulunan kılın bor mineralleri üzerine şlam kaplama mekanizması nedemyle flotasyon verimini düşürdüğü kanıtlanmıştır (Gülgönül vd 1997). %5 oranında kil varlığında bile flotasyon verimi büyük ölçüde düşmektedir (Hançer vd 1993) Kılın kolemanit yüzeyine elektrostatik çekim mekanizmasıyla yapıştığı tespit edilmiştir (Gülgönül vd 1994) Çelik vd (1998a) kolemanit flotasyonunda sonik ve Ca^{+2} iyonlarının birlikte etkisi ile kılın flotasyona olan olumsuz etkisinin azaltılarak %80-90'lara varan flotasyon verimine ulaşılacağını göstermiştir. Çelik vd (1992), Hançer ve Çelik (1993), Ayok ve Tolun (1975), Özkan vd (1993) kolemanit flotasyonu, Gülgönül vd (1997) üleksit flotasyonu, MUdüroglu vd (2000), Hançer vd (1993) ise boraks flotasyonu ve mekanizması üzerine önemli araştırmalarda bulunmuşlardır.

Bor minerallerine 400-600 °C'de kristal sularını uzaklaştırılması amacıyla yapılan işleme kalsinasyon (dekrepitasyon) denmektedir. Bor mineralleri kalsinasyon esnasında patlayarak ince boyutlara geçerken kil mineralleri agrega haline gelmektedir. Kalsinasyon yönteminin yaş yöntemlere göre daha verimli, ekonomik ve kolay olduğu yanında çevre

kirliliği meydana getirmediği belirtilmektedir (Akdağ vd, 1996) Aytekin ve Badruk (1992) konsantre, düşük tenörlü cevher ve atıkların kalsinasyon ile zenginleştirilmesinin Tubitak tarafından proje kapsamında çalışıldığını ve hatta Etubank'ın Banaz'da pilot çapta bir tesiste denemeler yaptığını bildirmektedir. Araştırmalar bor atıkları içindeki borun kalsinasyon yöntemi ile kazanılabileceğini göstermiştir (Aytekin&Badruk 1992, Kaytaş vd 1986). Bor minerallerinin kalsinasyon ile zenginleştirilmesi hakkında ayrıntılı çalışmalar yapılmıştır (Arslan vd, 1999, Çelik vd, 1998b, Çehk&Suner, 1995, Çelik vd., 1993) Kocakuşak vd, 1996a) mikrodalga enerji kullanarak susuz boraks üretmişler ve patent almışlardır. Bununla beraber akışkan yatak kullanarak da susuz boraks elde etmişler ve toz halindeki bu ürünleri satılabilir hale getirebilmek amacıyla presle peletlemişlerdir (Kocakuşak vd 1996b). Bu çalışmalar atıkların değerlendirilmesinde önemli birer kaynaktır.

ister ham cevher olsun ister konsantre olsun boratların çok İnce boyutta (-0.5 mm) satışının mümkün olmaması, bunların biriktirme İle boyut kazandırılmasını zorunlu hale getirmiştir. Bu amaca yönelik olarak üleksite Özbayoğlu vd (2001a), boraksa Kocakuşak vd (1992), kolemanite Özbayoğlu vd (2001b), Erten (1976) ve Erten& Özbayoğlu (1973) boyut kazandırma çalışmalarını yapmışlardır. Bu çalışmalardan çıkan ortak sonuç, tanelerin suyla veya borik asitle nemlendirilmesi ile istenen özellikte binketler elde etmek mümkün olduğu yönündedir.

3.2. Atıkların uygun sektörde kullanılması

Bor minerallerinin yan kayacının çoğunlukla kıl mineralleri içermesi, bu atıkların seramik sanayinde değerlendirilebileceğini akla getirmektedir. Atık

killerin tuğla sanayinde değerlendirilmesi ile hem tuğla sanayine ek hammadde kaynağı sağlamakta hem de işletmede atıkların atılması sırasında ortaya çıkan problemler en aza indirilmektedir (Sönmez&Yoruhnaz 1995). Atık killer seramik sanayinde frit, sir ve masse yapımında da kullanılabilir (Sönmez vd 1993). Atık killer inşaat sektöründe çimento ve betona katkı malzemesi, yol, baraj ve köprü yapımında da dolgu malzemesi olarak değerlendirilebilir.

5.5 Atıkların uygun bir şekilde depolanması

Atıkların atık sahasında çok fazla yer kaplamaması ve çevre kirliliğinin azaltılması amaçlarıyla preslenerek kompaktlaştırılabilir (Badruk vd 1997).

Atıkların göletlere verilmeden önce uygun flokülasyon ve koagülasyon yöntemleriyle katı sıvı ayırımına tabi tutulur. Susuzlaştırma ile göletlerin hızlı bir şekilde dolması engellenebileceği gibi elde edilen sıvı tekrar kullanılmak üzere tesise de beslenebilecektir. Atıkların diğer sektörlerde kullanılabilmesi için de susuzlaştırma işleminin gerekliliği göz ardı edilmemelidir (Sabah&Yeşilkaya 2000, Gür vd 1993).

4. BOR ATIKLARI İLE YAPILMIŞ ÇALIŞMALAR

Bor atıklarının değerlendirilmesi ile ilgili olarak ülkemizde araştırma aşamasında olan ve laboratuvar çapta basan sağlanan çalışmalar mevcuttur. Aşağıda bor üretimi yapılan yerlere göre bor atıkları ile yapılmış araştırmaların bazıları kısaca özetlenmiştir.

4.1 Kırka Boraks İşletmesi Atıkları

Eti Holding Kırka Boraks işletmesinde oluşan atıkların büyük boyutlara ulaşması ve çevre kirliliği meydana getirmesi nedenleriyle son yıllarda bu atıkların değerlendirilmesi ile ilgili bir çok araştırma yapılmıştır.

Kavas ve Emrullahoğlu (1999) Seydişehir kırmızı çamuru ile Kırka bor atık killerini değişik oranlarda karıştırarak yüksek mukavemetli ve düşük su emme özelliğine sahip kaliteli tuğla imal etmişlerdir. Bu karışımın endüstriyel hammadde olarak, seramik ve inşaat sektöründe kullanılabilirliği belirtilmiştir.

Genç vd (1998) konsantratör atıklarının, termal genleşme katsayılarının yüksek olmasından dolayı fayans sumda direkt olarak kullanılmayacağını, fakat genleşme katsayısını düşürecek şekilde reçete düzenlenmesi ile atıkların fayans ürünlerinde sır olarak kullanılabilirliğini kanıtlamıştır. Yaman (1997) yapmış olduğu fiziksel testler sonucunda

Kırka tesis atıklarının yer karosunda ve fayansa masse olarak kullanılabilirliğini göstermiştir.

Sönmez vd (1993) bor türevleri atık killerin seramik sanayinde frit ve sır yapımında, pestil killerin ise hamur hazırlamada, Sönmez ve Yorulmaz (1995), Ediz ve Özdağ (1995), Sur vd (1997) ise bor türevleri atık killerin tuğla toprağı ile karıştırılarak tuğla yapımında kullanılabilirliğini deneysel olarak göstermişlerdir.

Çolak (1997a) Kırka boraks işletmesi atık malzemesi ve Bloksan tuğla-kiremit hammaddesinin mineralojik, kimyasal özelliklerini belirlemiş ve bu hammaddelerin %50 oranlarındaki karışımın 900 °C gibi düşük sıcaklıkta pişmesi ile enerji maliyetinin azaltacağını tespit etmiştir. Aynı çalışmada bu karışımın seramik malzemelerde aranan düşük su emme, düşük aşınma, yüksek mukavemet ve beyazlık gibi özelliklere sahip olduğu bildirilmiştir.

Yaman (1997) Kırka ve Bandırma bor atıklarının döşeme tuğlası, yer karosu ve fayans hamurlarına %6'ya kadar ilave edilebilirliğini bildirmektedir. Yine başka bir çalışmada bor atıklarının kimyasal bileşimine göre borosilikat cam, emaye ve silika astarlara katkı malzemesi olarak kullanılabilirliği belirtilmektedir (Yaman&Marşoğlu 1998).

Bentli&Çakı (2001) bor türevleri tesisi DSM elek üstü atık kilinin %10 oranına kadar çini çamuruna ilave edilebileceğini deneysel olarak tespit etmişlerdir. Çalışmada elde edilen çini çamurun hem uygun fiziksel özellikleri taşıdığı hem de daha ekonomik olduğu belirtilmektedir.

Yeşilkaya vd (1989) konsantratör atıklarındaki kilin salkımlaştırılarak sudan ayrılması ve seramik sanayinde kullanılabilirliği üzerinde araştırmalarda bulunmuştur. Konsantratör atıklarının seramik endüstrisinde sır üretiminde, katkı maddesi olarak kullanılabilirliği sonucuna varılmıştır.

Boraks kristalleri içindeki dolomitli killerde, cevher içindeki ara yeşil killerde ve üleksit zonu üst killerde yüksek tenörde lityum (Li) ve stronsiyum (Sr) varlığını tespit edilmiştir (Çolak 1997a). Mordoğan vd (1995) Kavurma ve su ile çözeltme yöntemleri ile bu killerdeki lityumun kazanılabilirliğini deneysel olarak göstermişlerdir.

Kırka boraks konsantratör atıklarındaki boraksların soda Üçü ile kazanılma imkanları araştırılmıştır. Çalışma sonucunda tesisin çalışma koşullarına uygun bir akım şeması önerilmiştir (Yamıkvd1995).

Badruk vd (1997) üretim sırasında meydana gelen artığın çevre kirliliği oluşturmaması için kompaktlaştırılabilirliğini araştırmışlardır. Bu şekilde katı artığın, preslenerek bir göletten yüzlerce defa daha az bir yer kaplayacak şekilde

depolanabileceğim ve çevreye çok daha az zarar verebileceği bildirilmektedir.

Sabah ve Yeşilkaya (2000) tarafından konsantratör atıklarının çökeltme davranışları incelenmiş, çökeltmenin etkinliği, ekonomik açıdan en uygun flokülant tipi ve dozajı belirlenmiştir.

Ediz vd (1997) baca gazlarındaki azot oksitlerin çeşitli atık ve doğal malzemeler kullanarak adsorbs edilebilirliğini araştırmışlardır. Tesis bazda elde edilen sonuçlara göre kırka bor atıklarının baca gazındaki azot oksitlerin filtre edilmesinde kullanılabilceği anlaşılmıştır.

4.2. Kestelek Bor Tesisi atıkları

Kestelek -0.2 mm bor atıklarından kolemanitin kazanılması amacıyla mekanik dağıtma+sınıflandırma ile zenginleştirilen ön konsantreye, aynı elektrostatik ayırma, ısı işlem ve flotasyon yöntemleri uygulanmıştır. Sonuçlar atıklarından borun tekrar kazanılabileceğini göstermektedir. Optimum sonuçlara göre uygun bir zenginleştirme akım şeması önerilmiştir (Doğan vd 1997).

Kestelek Bor işletmeleri bor atıklarından borun kazanılması amacıyla yapılan mineralojik inceleme sonucunda, atıklarda montmorillonit, kasit, klorit ve biyotit gibi paramanyetik minerallerin bulunduğu ve bu minerallerin yüksek alan şiddetli kuru Permroll manyetik ayırıcılarla başarılı bir şekilde ayrılabilceği tespit edilmiştir (Bozkurt 1989).

Kestelek Bor İşletmesinin yıkama tesisinden çıkan -3 mm boyutlu atıkların yüksek alan şiddetli sürekli manyetik ayırma kullanılarak kotemanit kazanılmıştır. Her bir boyut fraksiyonuna uygulanan manyetik ayırma sonucunda %41.76 B2O3 tenörlü konsantre %94.8 bor kazanma verimi ile elde edilmiştir (Özdağ vd, 1988).

Kestelek konsantratör tesisinde atıl vaziyette bekleyen -25+3 ve -3 mm ara ürünlerin, mekanik dağıtma+sınıflandırma sonrası manyetik ayırma ile satılabilir B2O3 tenörüne yükseltilebileceği belirlenmiştir (Gündüz vd. 2001).

4.3. Bigadiç Kolemanit Tesisi atıkları

Bigadiç kolemanit atıkları üzerinde yapılan çalışmada, atıkların fiziksel, kimyasal ve mineralojik incelenmesinden sonra atık içindeki kolemanitin kazanılması için bir dizi zenginleştirme çalışması yapılmıştır. Mekanik dağıtma+sınıflandırma ile bir ön konsantre alınmış ve bu ön konsantreye gravite ayırması, elektrostatik ayırma, flotasyon ve ısı işlem uygulanmıştır. Gravite ve elektrostatik ayırma ile istenen düzeyde bir ayırım elde edilemezken, flotasyon ve ısı işlem ile istenen ayırım

yapılabılmıştır. Ancak ısı işlem flotasyona göre daha başarılı sonuç vermiştir (Kaytaş vd. 1986).

Bigadiç -3+0.2 mm bor atıklarından kolemanitin kazanılması amacıyla mekanik dağıtma+sınıflandırma ile zenginleştirilen ön konsantreye, aynı elektrostatik ayırma, ısı işlem ve flotasyon yöntemleri uygulanmıştır. Sonuçlar atıklarından borun tekrar kazanılabileceğini göstermektedir. Bu sonuçlara göre uygun bir zenginleştirme akım şeması önerilmiştir (Doğan vd 1997).

Bigadiç Kolemanit konsantratörü -3 mm atıklarından kolemanitin kazanılması amacıyla yapılan mekanik dağıtma+sınıflandırma deneylerinden alınan sonuçların suda bekletme+sallantılı masa deneylerden alınan sonuçlardan daha başarılı olduğu tespit edilmiştir (Emrulloğlu& Yüzer 1990).

Bigadiç yöresi kolemanit cevheri, flotasyonla zenginleştirmek amacıyla fizikokimyasal özellikleri araştırılmıştır. Tromel yıkama atıkları üzerinde yapılan flotasyon çalışmalarında şlam atmanın gerekliliği, flotasyon boyutunun önemli olduğu ve flotasyon reaktifleri belirlenmiş, bu sonuçlara göre bir akım şeması önerilmiştir. Şlamı alınmış cevherin flotasyoQU sonucu %45-47 B2O3 tenörlü konsantre %93'e varan kazanma verimleri ile elde edilmiştir (Yarar 1973).

Bigadiç kolemanit* cevherine pilot çapta kalsinasyon zenginleştirilmesi uygulanmıştır. Buradan alınan kalsinasyon atığına uygulanan sarsıntılı masa sonucunda %68.67 verimle %51.01 B2O3 içeren konsantre elde edilmiştir. Çalışma sonunda Bigadiç kolemanit cevherinin zenginleştirilmesi amacıyla kalsinasyon+sarsıntılı masa yöntemlerini içeren bir akım şeması önerilmiştir (Emrulloğlu vd 1993).

Bigadiç bor konsantratör tesisleri atıklarının kirlilik problemini önlemek amacıyla, kolemanit ve üleksit atıkları, laboratuvar ve pilot çapta bir tıkdner ve bir dekanter santrifüj kullanılarak katı-sıvı ayırımına tabi tutulmuştur. Pilot çapta test edilerek önerilen bu yeni katı-sıvı ayırımı ile tesis atıklarının miktarının 10 kat azalacağı dolayısıyla atık depolarının ömrünün 10 kat artacağı bildirilmektedir (Delice vd 1996).

4.4. Emet-Hisarçık Kolemanit tesisi atıkları

Emet-Hisarçık kolemanit yatağında %60-90 oranında simektit (Li içerikli saponit kil minerali) en baskın kil minerali olarak tespit edilmiştir (Çolak 1997b). Diğer bir çalışmada ise smektit minerallerinin demir ve alüminyumca zengin olduğu belirtilmektedir (Yalçın ve Gündoğdu, 1985).

Emet kolemanit işletmesi kaba atıklar içindeki borların kazanılması amacıyla yapılan manyetik ayırma ve kalsinasyon zenginleştirmeleri sonucunda

başarılı sonuçlar alınmıştır. Çalışmada farklı tane fraksiyonlarında gerçekleştirilen manyetik ayırma deneylerinde %71-94 verimlerle %41-43 B₂O₃ tenörlü konsantreler, dekrepitasyon deneylerinde ise %65-89 verimlerle %57 B₂O₃ tenörlü konsantreler elde edilmiştir. Aynı zamanda bu konsantrelerdeki demir ve arsenik içeriklerinin de düşürüldüğü bildirilmiştir (Erkal ve Girgin, 1992).

Sönmez vd (1996) Emet Kolemanit işletmesinde %88'ı kaba, %12'si ince olmak üzere 1,5 milyon ton atık bulunduğunu belirtmektedir. Araştırmacılar atıklardan satılabilir kolemanit konsantresi elde edebilmek amacıyla suda bekletme + mekanik dağıtma + manyetik ayırma deneyleri yapmışlar ve sonuçta %22-23 B₂O₃ içeren atıklardan %39.17 B₂O₃ içerikli konsantreyi %64.73 bor kazanma verimi ile elde etmişlerdir. Başka bir çalışmada yine kaba atıklarından borun kazanılması amacıyla, suda bekletme+mekanik dağıtma sonrası ses Ötesi dalgalarla zenginleştirme deneyleri yapılmış ve olumlu sonuçlar alınmıştır. Deneyler sonucunda %83.79 verimle %36.04 B₂O₃ tenörlü konsantre elde edilmiştir. Beslemeye göre konsantrenin demir ve arsenik içerikleri ise azaltmıştır (Sönmez vd 1997).

Alp&Özdağ (2000) Emet kolemanit konsantratorii -3 mm atıkları üzerinde yaptıkları ultrasonik zenginleştirme ile %24.57 B₂O₃ içeren atıklardan %43.35 B₂O₃ tenörlü konsantreyi %97.75 kazanma verimi ile elde etmişlerdir.

Özkan&Veasey (1996) Emet yöresi kolemanit ve atıklarının flotasyonunda konsantre veriminin ultrasonik etki ile %5-10 arasında arttırılabildiğini, ancak atıklardan farklı %B₂O₃ içeriği, tane serbestleşmesi ve yüksek safsızlık içermesi nedenleriyle verim alınmadığını bildirmektedir.

Emet Kolemanit İşletmesi kaba atıklarından borun kazanılması amacıyla yapılan flotasyon çalışmalarında; şlam atıldıktan sonra birinci kademe de arsea mineralleri ikinci kademe de ise petrol sülfonat olan AP825 ile kolemanit başarılı bir şekilde yüzdürülmüştür (Köse vd 1989).

Eti Holding Emet Kolemanit İşletmesi, Hisarcık ve Espey konsantratörlerinden göletlerine gönderilen atık pülpün fiziksel, kimyasal ve çökeltme özellikleri belirlenmiş ve daha iyi bir katı-sıvı ayırımı için önerilerde bulunulmuştur (Özkan ve Çebî, 1999).

4.5. Bandırma Borik Asit İşletmesi

Bandırma Borik asit işletmesinde Borik asit üretimi sırasında şlam olarak adlandırılan atıklar belli oranlarda yer karosu hamuruna katılarak yer karosu üretilmiştir. Atıkların üretilen yer karosuna belirli oranlarda katılabileceği tespit edilmiştir. Aynı çalışmada bor atıklarının portland çimentosuna katılabileceği ve atıkların B₂O₃ içermesi nedeniyle

nötron tutucu özellikle olduğu belirtilmektedir (Olgun&Erdoğan2001).

5 SONUÇLAR

Bor atıkları üzerinde aşağıdaki araştırmalar yapılmıştır;

- Atıklardaki borların tekrar kazanılması amacıyla zenginleştirilebilirliği,
- Atıkların çevreye zarar vermeden ve ileride kullanımına uygun bir şekilde stoklanması,
- Kil içerikli atık killerin seramik ve inşaat sektöründe kullanılabilirliği.

Atıklardaki borun tekrar kazanılması amacıyla yapılan zenginleştirme çalışmalarında en etkili yöntemler flotasyon, manyetik ayırma ve ısı işlem olarak saymak mümkündür. Ancak bu yöntemlerin başarısı için ortak kanaat şlamı alınmış bir ön konsantrenin olması gerektiği yönündedir. Bununla beraber son zamanlarda ultrasonik ve doğrudan Çözümlenme yöntemlerinde olumlu sonuçlar alınmıştır.

Kırka killerin içinde Lityum (Li), Stronsiyum (Sr), Emet killeri içinde bulunan Lityum (Li) gibi elementler değerlendirilmeye açıktır.

Seramik ve inşaat sektörüne hammadde kaynağı olarak Kırka atık killeri üzerinde yapılan çalışmaların tamamına yakını olumlu sonuçlar vermiştir.

En uygun bor atıkları değerlendirme şeklinin atıklar içindeki borun tekrar kazanılmasından sonra kalan kıl içeriklerin uygun sektörlerde değerlendirilmesidir.

KAYNAKLAR

- Akdag, M., Batar, T, İpckogiu, O., Polat, M, 1996 Processing of tuical and cotemanite ores by decrepitation method and comparison with wet method in terms of production cost. *Changing Scopes in Mineral Processing*. 6th International Mineral Processing Symposium, Eds Kemal, Akar&Canbazoglu, 389-393.
- Alp, I., Ozdag, H., 2000 Investigation of processing of colemanite tailings by ultrasonic. *Mineral Processing on the Verge of the 21st Century*. 8th International Mineral Processing Symposium Eds özbayoğlu. Hosten, Atalay, Hiçyılmaz&Arol Antalya 693-696
- Alp, M S , Tanrıverdi, M., Kahraman, B, Batar, T, 1995. Bor minerallerinin ve ürünlerinin pazarlarına koşulları *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse&Kızı İZMİR 49-57.
- Arslan, F., Arslan, C, Çelik, M-S-, 1999 Arsenic removal through decrepitation of colemanite ores. *Powder Technology*. 103. 260-264
- Ayok, T., Tolun, R., 1975. Kolemanit flotasyonu ve poliollerin etkisi. *TÜBİTAK S.Bilim Kongresi*. Ankara. 189-199.

- Aytekin, V., 1995. *Maden Mühendisliğine Giriş*. Dokuz Eylül Üni. Mühendislik Fak. Yayınlan No: 167. İzmir; 271 s.
- Aytekin, Y., Badnık, M., 1992. Emet kolemanit cevherinin dekrepitasyon yoluyla zenginleştirilebilirliğinin araştırılması. -1. *Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Özbayoglu. C.2 Antalya: 549-562.
- Aytekin, Y., Lübiç, C., Yamık, A., 1988. Kırka tinal cevherinin Rotasyonla zenginleştirilebilirliğinin araştırılması. *2.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Aytekin. İzmir: 268-280.
- Badnık, M., Yamık, A., Akçıl, A., 1997. Tinal cevherinden elde edilen konsantr ve artığın kompaktlaştırılması ve konsantrinin çözeltimesi. *Türkiye 15.Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Müh. Odası. Eds Günyagüler, Ersayın&Bügen. Ankara. 395-398.
- Bentli, İ., Çakı, M., 2001. Kırka boraks işletmesi DSM atık kilinin çim hamuru yapımında kullanılabilirliğinin araştırılması. *Kıl'2001. 10.Ulusal Kıl Sempozyumu*. Selçuk Üniversitesi. Eds Karakaya. Konya: 502-511.
- Bozkurt, R., 1989. Minerolojik incelemelerin cevher zenginleştirmedeki rolüne iki örnek. *Anadolu Üni. Müh.-Mim. Fak. Dergisi*. Cilt' 5 Sayı: 1 Eskişehir: 15-21.
- Çelik M.S., Elma, I., Hançer, M., Miller, J.D., 1998a. Effect of in-situ ultrasonic treatment on the floatability of slime coated cole mani te. *Innovations in Mineral anil Coal Processing*. 7th International Mineral Processing Symposium Eds Atak, önal&Çelik. İstanbul. 153-157.
- Çelik M.S., Sağlam, H., Hançer, M., 1992. Activation mechanisms of barium ions in colemanite flotation. *4. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Özbayoglu. C.I Antalya. 203-212.
- Çelik, M.S., Batar, T., Akın, Y., Arslan, F., 1998b. Upgrading schemes for boron minerals through calcination. *Minerals and Metallurgical Processing J.* 15. 53-56.
- Çelik, M.S., Suner, F., 1995, A thermodynamic analysis of decrepitation process. *Thermorhtmicaacia*. 245. 167-174.
- Çelik, M.S., Uzunoglu, HA., Arslan, F., 1993. Decrepitation properties of some boron minerals. *Powder Technology*. 79, 167-172
- Çolak, M. 1997a. Etibank Kırka Boraks İşletmesi atıklarının Turgutlu killeri ile tuğla-kiremil denemesi. *8.Ulusal Kıl Sempozyumu*. Dumlupınar Üni. Ed Işık. Kütahya: 277-286.
- Çolak, M. 1997b. Hıscarık-Emet Kolemanit ocağı killeri *S.Ulusal Kıl Sempozyumu*. Dumlupınar Üniversitesi. Ed Işık. Kütahya 25-36
- Delice, S., Poslu, K., Özkan, Ş.G., İpekoglu, B., 1996. Investigation of tailings disposal problems of Etibank Bigadiç Mines. *Changing Scopes in Mineral Processing*, 6th International Mineral Processing Congress, Eds Kemal, Akar&Canba2oglu, 643-647.
- Doğan, M.Z., Kaylaz, Y., Onal, G., Perek, K.T., 1997. Bigadiç ve Kestelek bor atıklarının ısl işlem, elektrostatik ayırma ve flotasyon ile zenginleştirme olanaklarının araştırılması. *1.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse&Arslan İzmir:76-85.
- Ediz, N., 1999. *Tinal cevherinin zenginleştirilmesi ve borlu suların arıtılmasında tek kademeli çözme helezonunun kullanımı* Doktora Tezi Osmangazi Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Eskişehir 171 s
- Ediz, N., Özdağ, H., 1995. Kırka boraks işletmesi atık killerinin tuğla yapımında kullanılabilirliğinin araştırılması *Madencilik*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayın Cilt. 34 Sayı 4. Ankara 27-34.
- Ediz, N., Özdağ, H., 2001. Bor mineralleri ve ekonomisi *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Sayı: 2 Kütahya; 133-151.
- Ediz, N., Seyfettinoğlu, M.A., Özdağ, H., 1997. Kıl minerallerinin Tüğsaş-Kutahya azot fabrikası baca gazlarının Oltasyonunda kullanımının araştırılması. *S.Ulusal Kıl Sempozyumu*. Dumlupınar Üniversitesi Ed Işık. Kütahya: 315-325.
- Emruhanoglu, Ö.F., Kara, M., Çelik, M.S., Tolun, R., 1993. Kalsine kolemanit artıklarının sarsıntılı masa ile zenginleştirilmesi *Türkiye JS.Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. İstanbul: 629-638.
- Emruflahoglu, Ö.F., Yüzer, H., 1990. Etibank Bigadiç kolemanit cevheri -3 mm fraksiyonunun laborahvar çapta zenginleştirilebilirliğinin araştırılması *Akdeniz Üni. Isparta Müh. Fak. Dergisi Maden Mühendisliği Sektörü*. Ed Yamık. Sayı: 5. Isparta. 159-170,
- Erkal, İ.F., Girgin, İ., 1992. Etibank Emet kolemanit işletmesi kaba amklannın konsantr üretilmesi amacıyla değerlendirilmesi. *4.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Özbayoglu. C.2 Antalya- 599-608.
- Erten, M.H., 1976. Kolemanit flotasyon konsantrlerinin briketleme yolu ile aglomerasyonu. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*. Sayı:87. Ankara. 70-76.
- Erten, M.H., Özbayoglu, G., 1973. Kolemanit ve florit gibi metalik olmayan minerallerin aglomerasyonu. *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 3.Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Ankara 589-605.
- Genç, S., Sevinç, V., Özşeker, A., Çakı, M., 1998, Etibank Kırka boraks işletmesi konsantratör atığının sırt hamması olarak değerlendirilmesi. *4.Seramik Kongresi*. Türk Seramik Derneği Yayınlan No: 20 Eds Turan, Kara&Pflun Eskişehir: 119-124.
- Griffin, T.S., Downing, T.L., 2001. Rio Tinto Borax's pond reprocessing and sustainable development. *New Developments in Mineral Processing*. 9th Balkan Mineral Processing Congress. Eds önal, Atak, Güney, Çelik&Yiice. İstanbul-319-324
- Gülgönül, İ. Çelik, M.S., Çınar, M., 1997. Üleksit flotasyonunda şlamın etki mekanizması *1.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse&Arslan. İzmir. 70-75.
- Gülgönül, İ., Yaşar, E., Kaytaç, Y., Çelik, M.S., 1994. Kolemanit flotasyonunda şlamın etki mekanizması *Çukurova Üniversitesi Müh.-Mim. Fak. 15.Yıl Sempozyumu*, özel Sayı Adana. 369-377.
- Gündüz, M., Cebi, H., Bilici, M.S.U., Akçin, H., Karakoç, G., Doğan, A., 2001. Kestelek konsantratör tesisi ara ürün stoklan B₂O₃ içeriklerinin iyileştirilmesi çalışmaları *TUMAKS 2001 Türkiye 17.Madencilik Kongresi ve Sergisi*. TMMOB Maden Müh. Odası Eds Ünal, Ünver&Tercan Ankara: 125-131.
- Gür, G., Sayan, P., TURKAY, S., Bulutçu, A., 1993. Tinal cevherindeki killerin flokülasyonuna etki eden faktörler. *ö.Ulusal Kıl Sempozyumu istanbul*" 3-11.
- Günyagüler, T., 2001. Türkiye bor potansiyeli. *4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse, Arslan&Tanverdi. İzmir, 18-27.
- Hançer, M., Çelik, M.S., 1993. Flotation mechanisms of boron minerals. *Separation Science and Tech.* 28(9). 1703-1714.
- Hançer, M., Kaytaç, Y., Çelik, M.S., 1993. Doygun çözeltelerde boraks flotasyonunun anyonik ve katyonik reaktiflerle incelenmesi. *Türkiye 13-Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. İstanbul. 519-528.
- İpekoglu, Ü., Polat, M., 1987. Bor endüstrisine genel bakış. *Madencilik*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Yayını, Cilt 26 Sayı: 1. Ankara: 5-16.

- Karadeniz, M., 1996. *Cevher Zenginleştirme Tesit Artıkları-Çevreye Etkileri-Önlemler*. MTA MAT Daire Başkanlığı. Ankara: 332 s.
- Kavas, K., Emrullahoğlu, Ö.F., 1999. Seydişehir kırmızı çamuru ve kırka bor atıklarının endüstriyel hammadde olarak kullanımı. *LBu Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu*. TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası. İzmir: 216-225.
- Kaymaz, Y., Önal, G., Güney, A., 1986. Bigadiç Kolemanit atıklarının değerlendirilmesi. *I.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Aytekin, C. I. İzmir. 238-249.
- Kılınç, E., Mordogan, H., Tannverdi, M., 2001. Bor minerallerinin önemi, potansiyeli, üretimi ve ekonomisi. *4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse, Arslan&Tann verdi İzmir: 226-235.
- Kistler, R.B., Helvacı, C., 1994. Boron and borates. *Industrial Minerals and Rocks*. Society of Mining, Metallurgy and Exploration Inc. Ed Carr. Colorado. USA: 171-186.
- Kocakuşak, S., Akçay, K., Ayok, T., Köroğlu, H.J.* Koral, M., İşbilir, Y., Savaşçı, T., Tolun, İL., 1996a. Siyagewise dehydration, a new concept on anhydrous borax production. *Changing Scopes in Mineral Processing*. 6th International Mineral Processing Congress, Eds Kemal, Akar&Canbazoğlu, 383-388.
- Kocakuşak, S., Koral, M., Köroğlu, H.J., Savaşçı, Ö.T., Tolun, R., 1996b. Effect of temperature on anhydrous borax compaction. *Changing Scapes in Mineral Processing*. 6 International Mineral Processing Congress, Eds Kemal, Akar&Canbazoğlu, 377-381.
- Kocakuşak, S., Köroğlu, J., Ayok, T., Tolun, R., 1992. Kalsinc ince toz boraks hidratların kompaktlanması. *4.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu* Ed Üzbayoğlu C 2 Antalya: 911-923.
- Köse, M., Ertekin, S., Gündüz, M., Oztoprak, M., 1989. Emet konsantralör alık barajındaki arsenik ve kolemanitlen seçimli olarak kazanma imkanları *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik II. Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Ankara: 407-415.
- Mordogan, H., Helvacı, C., Malayoğlu, U., 1995. Bor yatakları killeri ve güncel göllerdeki lityum varlığı ve değerlendirme olanakları. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Eds Köse&Kızıl. İzmir 185-196.
- Müdüroğlu, M., Çelik, M.S., Hançer, M., Miller, J.D. 2000. Electrokinetic behavior of borax in saturated solutions and its role in flotation. *Mineral Processing on the Verge of the 21st Century*. Sth International Mineral Processing Symposium Eds Özbayoğlu, Hosten, Atalay, Hiçyılmaz&Arol Antalya: 231-236.
- Olgun, A., Erdoğan, Y., 2001. Etibor Bandırma borik asit işletmesi atıklarının seramik endüstrisinde kullanımı. *Dumlupınar Üniversitesi Fen Bilimleri Dergisi*. Sayr 2 * Kütahya: 58-61.
- Özbayoğlu, G., Özdemir, Z., Şener, S., 2001b. Briquetting of cotemanite fine concentrate and calcined product. *New Developments in Mineral Processing*. 9* *Balkan Mineral Processing Congress*. Eds Önal, Atak, Güney, Çelik&Yüce. İstanbul: 307-310.
- Özbayoğlu, G., Şener, S., Özdemir, Z., 2001a. Toz üleksite boyut kazandırma. *4.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse, Arslan&Tannverdi. İzmir: 288-291.
- Özdağ, H., Bozkurt, R., Uçar, A., 1988. Kestelek bor yıkama atıklarından borun kazanılması. *2.Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Aytekin. izmir: 281-288.
- Özkan, Ş.G., Alp, S.M., Veasey, T.J., 1993. Emet kolemanit cevheri üzerindeki flotasyon çalışmaları *Türkiye 13.Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. İstanbul. 451-458.
- Özkan, Ş.G., Cebi, H., 1999. Emet kolemanit atıklarının susuzlandırma olanaklarının araştırılması. *3.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Eds Köse, Arslan&Tannverdi. İzmir: 147-151.
- Özkan, Ş.G., Cebi, H., Delice, S., Doğan, M., 1997. Bor minerallerinin özellikleri ve madenciligi. *2.Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Eds Köse&Arslan. izmir. 224-228.
- Özkan, Ş.G., Veasey, T.J., 1996. Effect of simultaneous ultrasonic treatment on colemanite flotation. *Changing Scopes in Mineral Processing*. 6th International Mineral Processing Cong., Eds Kemal, Akar&Canbazoğlu, 277-281.
- Özpeker, I., 1973. Borun kullanımı, tüketimi ve ulusal gelire katkı olanağı. *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 3.Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Ankara' 313-324.
- Poslu, K., Arslan, I.H., 1995. Dünya bor mineralleri ve bileşikleri üretiminde Türkiye'nin yen. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası Eds Köse&Kızıl İzmir: 33-42.
- Sabah, E., Yeşilkaya, L., 2000. Farklı tipte polimerlerle kırka boraks işletmesi tınkal konsantratörü atıklarının çökeltme davranışlarının incelenmesi. *Cevher Hazırlama*. Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Demeği Yayın. Sayı 3. İzmir 1-12
- Sönmez, E., Aytekin, Y., 1992. Kırka tınkal cevherinden doğrudan çözeltme ve üç kademeli ilokülasyon yoluyla B2O1 kazanılması. *4. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu*. Ed Özbayoğlu. C 2 Antalya 751-764.
- Sönmez, E., Özdağ, H., Özler, A., Sümer, G., 1993. Kırka boraks işletmesi atık killerin seramik endüstrisinde kullanıla biliri içinin araştırılması. *Türkiye 13. Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası İstanbul. 561-566.
- Sönmez, E., Özdağ, H., Savaş, M., 1996. Beneficiation of Emet tailing by water absorption+mechanical airtion+magnetic separation. *Changing Scopes in Mineral Processing- 6 International Mineral Processing Congress*, Eds Kemal, Akar&Canbazoğlu, 143-148.
- Sönmez, E., Özdağ, H., Savaş, M., 1997. Ses Ötesi dalgaların kolemanit artıklarının zenginleştirilmeside kullanımının araştırılması. *Türkiye 15.Madencilik Kongresi*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Güyagüler, Ersayın&Bilgen. Ankara 319-324.
- Sönmez, E., Yorulmaz, S., 1995. Kırka boraks işletmesi atık killerin tuğla yapımında kul (anılabılır liginin araştırılması. *Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu*. TMMOB Maden Mühendisleri Odası. Eds Köse&Kızıl. İzmir. 163-168.
- Sur, H., Yanuui C., Pişkin, S., 1997. Bor atıklarının inşaat tuğlası üretiminde kullanılması. *S.Ulusal Kıl Sempozyumu*. Dumlupınar Üniversitesi Ed Işık, Kütahya: 555.
- Yalçın, H., Gündoğdu, M.N., 1985. Emet gölsel neojen baseninin kıl mineralojisi. *2.Ulusal Kıl Sempozyumu*. Ankara. 155-170.
- Yaman, C., 1997. Bor minerali atıklarının seramik endüstrisinde kullanılabilirliği. *S.Ulusal Kıl Sempozyumu*. Dumlupınar Üniversitesi. Ed Işık. Kütahya: 345-352.
- Yaman, C., Maraşoğlu, M., 1998. Bor minerali atıklarından üretilen camı maddenin olası kullanım alanları. *4.Seramik Kongresi*. Anadolu Üniversitesi. Eskişehir 97-102.
- Yamık, A., Tosim, I.Y., Güneş, N., Topal, E., 1995. Kırka boraks atıklarının soda I iç i. *Endüstriyel Hammaddeler*

- Sempozyumu* TMMOB Maden MÜhendisler Odası Eds
Köse&Kızıl İzmir 4348
- Yarar, B, 1973 Düşük tenörlü kolemanit cevheninin flotasyon
yolu ile zenginleştirilmesi *Türkiye Madencilik Bilimsel ve
Teknik 3 Kongren* TMMOB Maden Mühendisleri Odası
Ankara 571 588
- Yeşilcaya, L, Poslu, K Özdam, H 1989 Kırka boraks
işletmesi tınkal konsantratörü atıklarındaki kılın
flokülasyon tie ayrıştın İması ve kullanılabilirliğinin
araştırılması *Anadolu Um Muh Mim Fak. Dergu* Cilt 5
Sayı 2 Eskişehir 45 58