

Döküm çamuruna % 10 ve % 20 kolemanit ve üleksit atıkların ilavesinin viskozite ve mukavemet Özellikleri üzerine etkileri

Effects of Addition of 10% and %20 Colemanite and Ulexite disposals on the viscosity and Strength of Slip Casting

K. Köseoğlu

Ege Üniversitesi, Ege Meslek Yüksek Okulu Bornova- İZMİR

S.U. Bayca

Celal Boyar Üniversitesi, Meslek Yüksek Okulu Turgutlu-MANİSA

ÖZET: Kolemanit ve üleksit minerallerini konsantre olarak üreten Eti Bor AŞ Bigadiç Madenleri işletmesinde konsantratör atıkların göletlerde stoklanmaktadır. Bu atıklar piyasada alıcı bulamadığından zamanla bu göletler dolmaktadır. Bugüne kadar beş adet büyük gölet dolmuş durumdadır. Bu çalışmada, göletlerdeki atıkların seramik sanayinde döküm çamur olarak kullanılabilirliği araştırılmıştır. Bu amaçla, Serel AŞ sıhhi tesisat döküm çamuruna % 10 ve %20 katkılarının çamurdaki viskozite değişimleri sodyum silikat ve sodyum karbonat elektrolitleri kullanılarak Rheo viskozimetre ile ölçülmüştür. Elde edilen döküm çamurlarının pişmiş mukavemetleri de ölçülerek Serel Döküm çamuru ile karşılaştırılmıştır.

ABSTRACT: Etibor AŞ Bigadiç Mining Operations upgrades Colemanite and ulexite ores to concentrates. The concentrator tailings are send to the tailing disposal ponds. Until now S large ponds are filled with the tailings which could not be recycled or sold. In this study, die possibility of utilization of the tailings as slip casting in the ceramic industry is investigated. For this purpose, the effect of 10 and 20 % addition of tailings on viscosity of slip casting of Serel AS by using of sodium silicate and sodium carbonate electrolytes are measured. The sup casting which obtained from this study are measured firing strength and are compared with Serel AS slip casting.

1.GİRİŞ

/./ Bor Mineral ve Bileşikleri

Doğada serbest halde bulunmayan bor genellikle sodyum, kalsiyum ve magnezyum tuzları halinde bulunur. Diğer tuzlar gibi bu tuzlarda hidrojen iyonunun bir baz katyonu ile yer değiştirmesi ile oluşurlar. Bor yatakları genellikle bir alkali katyonla birleşmiş, değişik miktarlarda su içeren borat minerallerinden oluşurlar. Bor yüzeyinden fazla mineralin bileşiminde yer almasına rağmen tabiatta serbest halde bulunmaz. Ticari açıdan değerlendirilirse, en önemli bor mineralleri tinkal, kolemanit, üleksit, probertit, szaibelyite olarak sınırlı sayıdadır.

Bor mineral ve bileşikleri, seramik, cam, tarım, metalürji, plastik, elektronik, nükleer uygulamalar.

yanmayı geciktirici maddeler ve deterjan sanayinde kullanılmaktadır. Boroksit seramik sanayinde sır yapımında kullanılmaktadır. Sıra en önemli etkileri; viskozitesini düşürür, erime noktasını düşürür, parlaklık verir (Lyday,1996).

Delice ve arkadaşları (1996) Bigadiç konsantratör tesisi, üleksit atıkları ve kolemanit atıklarının aynı laboratuvar ve pilot çapta çalışmışlardır. Bu çalışmada yığılabılır katı ve kullanılabilir berrak su elde etmek için laboratuvarında en uygun flokülant tipi ve miktarı belirlenmiş ve laboratuvar tipi santrifüjde atık çöktürülerek katı sıvı ayırımının santrifüjle yapılabileceği de belirlenmiştir. Pilot çapta yapılan çalışmada laboratuvarında yapılan çalışmalardan elde edilen bilgiler dikkate alınarak bir tükener ve bir dekanter santrifüjden oluşan bir sistem kurulmuştur. Be/Tak su ve yığılabılır katı elde etmek için hem tükener hem de dekanter

santrifüje flokülant İlavésinin gerekli olduğu belirlenmiştir.

Cebi ve arkadaşları (1996) Kırka Bor Türevleri Tesisi'nde mevcut prosese alternatif olarak sunulan çözüme oluğu prosesine dekanler ilave ederek yaptıkları çalışmada yığılabılır katı ve kullanılabilir berrak suyu hem tükine hem de dekanter santrifüje flokülant ilave ederek elde etmişlerdir.

Delice ve arkadaşları (1998) laboratuvar ortamında Bigadiç üleksit atıkları üzerinde yaptıkları çalışmalarda en uygun flokülant tipi ve miktarını belirlemişlerdir. Bu çalışmayı dikkate alarak çökelme testleri yapmışlar ve teorik olarak tesiste kullanılacak tükine boyutlarını 200 m³/h besleme miktarına göre 18 m çap ve 2 metre yükseklik olarak hesaplamışlardır.

1.2. Döküm Çamuru

Döküm çamuru plastik olmayan hammaddelerle plastik özellik gösteren killerin belirli oranlardaki karışımlarının bir süspansiyonudur. Döküm çamurunda bulunan kilin oranı oldukça önemlidir. Bileşimindeki plastik kil miktarının artması döküm çamurunun akıcılığını artırırken kaolin ise akıcılık miktarını azaltır. Plastik kil oranı çok büyük olan çamurun döküm hızı çok yavaş olur. Kaolin oranı çok büyükse döküm zayıf ve gevşek olur. (Oğuz, 1995)

Plastik killer, belirli oranlarda organik madde ve çözünen tuzlar içeren maddelerdir. İçerdiği organik maddeler çamurun akıcılık özelliğini artıran deflokülant özelliğine sahip olmasına karşın, flokülasyon özelliğine sahip sülfat iyonları içeren tuzlar ise akıcılığı azaltır.

Geniş bir deflokülasyon aralığına sahip döküm çamuru hazırlamak için koloidal kil, organik kolloidler ve çözünen sülfatın flokülasyon etkisi arasında belirli bir dengenin kurulması gerekir. Döküm çamuru hazırlamasında deflokülant olarak genelde sodyum silikat ve sodyum karbonat karışımı kullanılır.

Döküm çamurunun oluşumunu etkileyen faktörler (Güler, 2001) :

- Tane iriliği
- Tane iriliğinin çamur içinde dağılımı
- tane şekli
- Plastik olmayan hammadde oranı
- Kullanılan elektrolit türü ve miktarı

1.3. Viskozite ve Tikotropi

Sırlama ve şekillendirme seramik teknolojisinde önemli proseslerdendir. Üretim kalitesi açısından şekillendirmede kil-su sisteminin, sırlamada ise sırnın akışkanlığının bilinmesi * önemlidir. Bu proseslerde viskozite tayini ile belirlenmektedir.

Döküm çamurunda viskozite çok iyi kontrol edilmelidir. Eğer viskozite değeri çok yüksekse çamur kalıbın her noktasına temas edemeyeceği gibi iyi kurumaz.

Viskozite bir akışkan tabakanın akışına aynı akışkanın diğer tabakasının göstermiş olduğu karşı kuvvete (dirince) viskozite denir. Boş dökümde çamurun viskozitesi 1-5 poise ve litre ağırlığı 1650-1800 g/l, dolu dökümde çamurun viskozitesi 5-50 poise ve litre ağırlığı 1750-1850 g/l arasındadır. Viskozimetre ile ölçmek için üç ana metod vardır. (Salmang & Scholze 1983).

- a) sabit veya değişken basınç altında bir delikten veya başlıktan geçiş zamanı
- b) birbirini geçen sıvı tabakalarını ayırmak için gerekli kuvvet
- c) bir kürenin veya karıştırıcının bir sıvı tüpünden düşme hızı

1.4. Kırılma Mukavemeti

Seramiklerin özellikleri diğer malzemelerde olduğu gibi atomlar arasındaki bağa, mikro ve makro yapılarına bağlıdır. Seramik malzeme üretiminde kullanılan hammaddeler, şekillendirme işlemi ile pişirme işlemleri seramik ürünün yapısına, dolayısı ile özelliklerini belirler. Yapışma etki eden faktörlerden birisi de mukavemet etkisidir.

$$\sigma_c = \frac{3Fl}{2bd^2} \quad (1)$$

- F : kırılma yükü, kg
 d : kirişin kalınlığı, cm
 b : kirişin eni, cm
 l : mesnetler arası uzaklık, cm

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Kolemanit ve üleksit atık numunesi

Bigadiç maden işletmesinde tüvenan cevher boyut küçültme, aktararak yıkama, eleme, triyaj

yöntemleriyle zenginleştirilmiştir. Konsantratör tesisinde aynı işlenen kolemanit ve üleksit minerallerinin atıkları göletlere karışık olarak gönderilmektedir. Numuneler yaş olarak 1 ve 2 no'lu göletlerden yaklaşık 50 kg alınarak laboratuara getirilmiştir.

Laboratuarda oda sıcaklığında bir ay kurutulan numuneler, porselen değirmende Ürünün tamamı 150 um tane boyutunun altına geçecek şekilde öğütülmüştür. Konsantratör atıklarında, bor, silis, kalsiyum ve magnezyum oksit içeriği yüksek olduğu Tablo 1'de görülmektedir. Atıktaki bu oksitler, Delice (1996) ya göre kolemanit, üleksit ve hektorit minerallerinden geldiğini göstermektedir.

Tablo 1 Kolemanit ve üleksit atıklarının kimyasal analizi (Eti Holding AŞ Ar Ge Daire Başkanlığında analiz yaptırılmıştır.)

Bileşenler	%
B ₂ O ₃	12,82
SiO ₂	33,35
Al ₂ O ₃	0,54
FdO ₃	0,22
CaO	12,46
MRO	19,30
Na ₂ O	2,24
K ₂ O	0,09
KK	25,00

2.2. Serel AŞ Döküm Çamuru

Sihhi tesisat üretiminde kullanılan, litre ağırlığı 1685 g/L olan döküm çamuru kullanılmıştır.

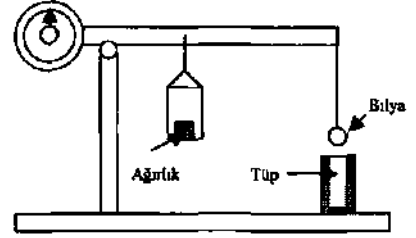
Deneylerde; viskozite ölçümlerinde, bir kürenin bir sıvı tüpünden düşme hızı prensibinden yararlanılan Rheo Vjkozimetre cihazı ve karıştırıcı olarak da 0-3000 d/d hızla dönen bir pervaneli karıştırıcı kullanılmıştır.

Rheo viskozimetre, cam bir tüp içerisine akışkan (sıvı numune) doldurulur. Uygun buya seçilir. İbre sıfırda iken bilya akışkanın üst yüzeyindedir. Kefeye uygun ağırlıklar konularak ibre 30 hizasına gelinceye kadar geçen süre kronometreden okunur. 30 sayısı bilyanın akışkan içinde battığı mesafe ile orantılıdır. Şekil 1.

Aletle ilgili k sabiti kullanılarak akışkanın viskozitesi

$$\eta = k.p.t \quad (2)$$

burada,



Şekil 1 Rheo viskozimetre

k: kabm üzerindeki katsayı
p: uygulanan kuvvet (paund /cm²)
t: zaman, s

bağıntısı ile mPa.s cinsinden hesaplanır.

Denemelerde tüpün kalibre çözeltisi yardımıyla k sabiti bulunmuştur. 1 nolu tüple çalışılmış ve k sabiti k = 1,45738 olarak hesaplanmıştır.

Serel döküm çamuru Rheo viskozimetre ile viskozite ölçümleri yapılmış ve sonuçları Tablo 2'de verilmiştir.

Tablo 2. Serel Döküm Çamuru viskozite ölçümü

Deney no	Zaman, sn
1	13,17
2	13,47
3	13,24
4	13,09
5	13,81
Ortalama	13,56
Viskozite	389,15 mPa.s

Serel döküm çamuru alçı kalıplara dökülerek tuğla şeklinde Ürünler elde edilmiştir. Bu tuğlalar oda sıcaklığında kurutulmuş ve sonra pişirilmiştir. Pişmiş tuğlaların kırılma mukavemetleri kırma cihazı kullanılarak pişmiş mukavemeti 1.4'te verilen formül kullanılarak aşağıdaki şekilde hesaplanmıştır.

$$\sigma_c = \frac{3.9,84.8}{2.3,89.(0,52)^2}$$

$$\sigma_c = 112,26 \text{ kg/cm}^2$$

Serel döküm çamuru pişmiş mukavemeti 112,26 kg/cm² olarak bulunmuştur. Bu döküm çamuruna ait tane boyutu analiz sonuçları aşağıda verilmiştir.

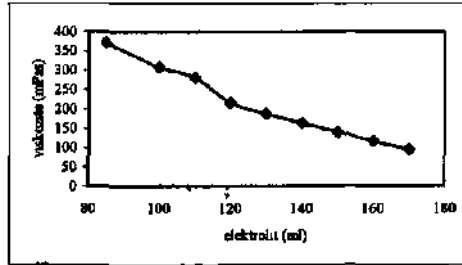
Tablo 3 Serel Döküm Çamuru Tane Boyutu Analiz Sonuçları

Elek açıklığı Um	Kumulaif elek altı,%
100	98,1
80	97,5
60	97,2
50	96,6
40	95,6
30	93,3
20	89,0
15	86,7
10	79,7
8	76,5
4	53,1
2	28,3

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1. Döküm Çamuruna % 10 Boratik ve Na⁺10₃ İlaveseinin Viskoziteye Etkileri

Serel döküm çamuru : 500g (1685 g/L)
Kolemanit üleksit atığı : % 10 (22,5 g)
Elektrolit : Na₂SiO₃ (%10'luk)
Deney numunesi : 1685g/L (Şekil2)



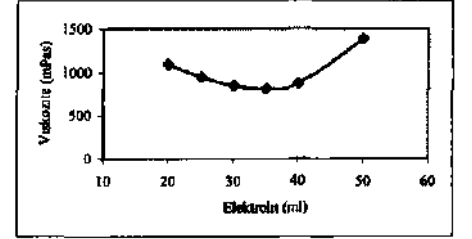
Şekil 2 Serel döküm çamuruna % 10 atık ve Na₂SiO₃ ilavesinin viskozitedeki değişimleri

Elektrolit olarak kullanılan % 10'luk sodyum silikatın 85 mL ilavesi ile 371,69 mPa.s viskozite değerlerine ulaşılmıştır. Bu değer Serel döküm çamuru viskozitesine (389 mPa.s) çok yakın olmakla beraber viskozite değerindeki değişimleri

incelemek için artan oranlarda elektrolit ilave edilmiş ve yukarıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

3.2. Döküm Çamuruna % 10 Boratik ve Na₂CO₃ İlaveseinin Viskoziteye Etkileri

Serel döküm çamuru : 500g (1685 g/L)
Kolemanit üleksit atığı : % 10 (22,5 g)
Elektrolit : Na₂CO₃ (%10'luk)
Deney numunesi : 1685g/L
Elektrolit olarak kullanılan % 10'luk sodyum karbonat ilavesi ile 478-1212 mPa.s viskozite değerlerine ulaşılmıştır. Bu değer, Serel döküm çamuru viskozitesine değerinden (389 mPa.s) oldukça yüksektir (Şekil 3).



Şekil 3 Serel döküm çamuruna % 10 atık ve Na₂CO₃ ilavesinin viskozitedeki değişimleri

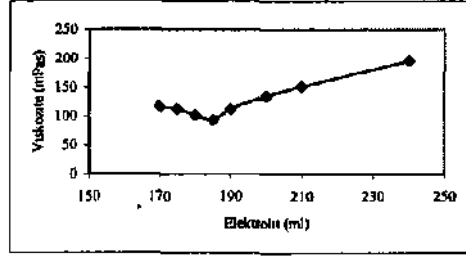
Elektrolit ilavesine devam edildikçe viskozite değerinde artış da devam etmiştir. Sodyum karbonat ilavesinin 60 mL'den sonra jelleşme görülmüştür.

5.3. Döküm Çamuruna % 20 Boratik ve Na₂SiO₃ İlaveseinin Viskoziteye Etkileri

Serel döküm çamuru : 500g
Kolemanit üleksit atığı : % 20 (45 g)
Elektrolit : Na₂SiO₃ (%10'luk)
Deney numunesi : 1645g/L

Atık miktarı 2 katma (%20) çıkartıldığında 160 ml elektrolit ilavesine kadar jelleşme gözlenmiştir. Jelleşmeyi önlemek için % 4 (62 mL) su ilave edilerek deneye devam edilmiştir. 10 mL sodyum silikat ilavesiyle viskozite 116 mPa.s değerine ulaşmıştır.

Bu değer Serel viskozitesinden düşük bir değerdir. Ancak çamurun litre ağırlığı da eklenen suyla birlikte 1645 g/L'ye düşmüştür (Şekil 4).



Şekil 4 Serel döküm çamuruna % 20 atık ve NaOH ilavesinin viskozitedeki değişimleri

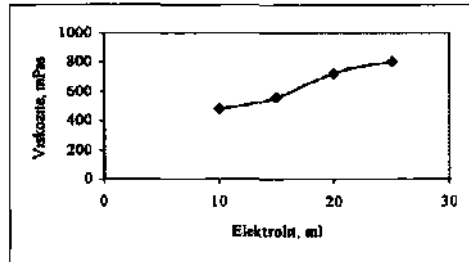
170 ml den sonra elektrolit ilavesiyle viskozite değeri düşmeye başlamıştır. Yaklaşık 93 mPa.s değerine kadar düşme devam etmiştir. Bu değerden sonra yükselmeye başlamıştır.

3.4. Döküm Çamuruna % 20 Boratık ve Na_2CO_3 ilavesinin Viskoziteye Etkileri

Serel döküm çamuru :500g
Kolemanit üleksit atığı : % 20 (45 g)
Elektrolit : Na_2CO_3 (%10'luk)
Deney numunesi :1685g/L

25 ml %10'luk sodyum karbonat ilavesine kadar jelleşmeden dolayı viskozite ölçülemedi. 35ml sodyum karbonat ilavesi ile 1012 mPa.s viskozite değerine ulaşılmıştır.

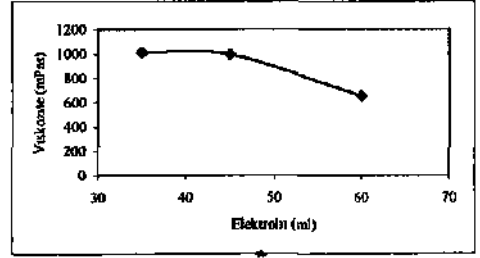
Elektrolit ilavesine devam edildikçe viskozite değerinde düşme görülmüştür. Ancak 70 ml Na_2CO_3 ilavesiyle jelleşme meydana gelmiştir (Şekil 5).



Şekil 5 Serel döküm çamuruna % 20 atık ve Na_2CO_3 ilavesinin viskozitedeki değişimleri

3.5 Döküm Çamuruna %10 Alık ve Önce Na_2CO_3 Sonra Na_2SiO_3 ilavesinin Viskoziteye Etkileri

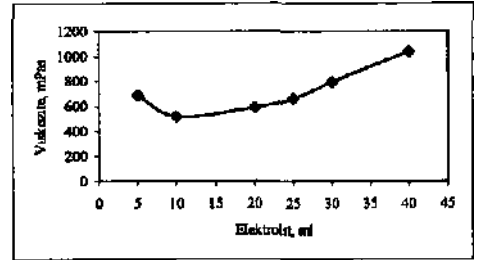
Serel döküm çamuru :500gr
Kolemanit üleksit atığı %10(22,5gr)
Elektrolit : Na_2CO_3 (%10'luk)
Deney numunesi 1685g/L (Şekil 6)



Şekil 6 Serel döküm çamuruna % 10 atık ve Na_2CO_3 ilavesinin viskozitedeki değişimleri

10 ml sodyum karbonat ilavesi ile 478,14 mPa.s değeri elde edilmiş ancak elektrolit ilavesine devam edildiğinde viskozite değeri 807,85 mPa.s değerine kadar yükselmiştir. Yani jelleşmeye doğru gitmektedir. Bu aşamadan sonra elektrolit olarak sodyum silikat ilavesine başlanmıştır.

786,63 mPa.s viskozite değerindeki çamura 10 ml sodyum silikat ilavesi ile 520,46 mPa.s viskozite değerine ulaşılmıştır. Bu noktadan sonra elektrolit ilavesine devam edildiğinde viskozite yükselmiş ve 50 ml sodyum silikat ilavesinde jelleşme görülmüştür (Şekil 7).



Şekil 7. Serel döküm çamuruna % 10 atık ve Na_2SiO_3 ilavesinin viskozitedeki değişimleri

3.6. Döküm Çamuruna %10 Beattk İlavisinin Pişmiş Mukavemete Etkisi

Serel döküm çamuru : 500 g
Kolemanit üleksit atığı : % 10 (22,5 g)

$$\sigma_c = \frac{3 \cdot 36,95 \cdot 9}{2 \cdot 3,125 \cdot (1,55)^2}$$

$$\sigma_c = 66,44 \text{ kg/cm}^2$$

3.7. Serel Döküm Çamuruna % 20 Atık İlavisinin Pişmiş Mukavemetine Etkisi

Serel döküm çamuru : 500 g
Kolemanit üleksit atığı : % 20 (45 g)

$$\sigma_c = \frac{3 \cdot 31,3 \cdot 9}{2 \cdot 2,932 \cdot (1,55)^2}$$

$$\sigma_c = 59,98 \text{ kg/cm}^2$$

SONUÇLAR

Serel döküm çamurunun litre ağırlığı 1685 g/L, viskozitesi 389 mPa.s olarak ölçülmüştür.

Serel döküm çamuruna % 10 atık ve 85 mL Na₂SiO₃ ile 371 mPa.s viskozite değeri elde edilmiştir. Bu değerden sonra elektrolit ilavesi ile viskozite devamlı düşmüştür. Serel döküm çamuruna % 10 atık ve 20 mL Na₂CO₃ ile 1091 mPa.s viskozite değeri elde edilmiştir. Bu değerden sonra elektrolit ilavesi ile viskozite 814 mPa.s değerine düşmüş bu noktadan sonra tekrar yükselmeye başlamıştır. Serel döküm çamuruna % 20 atık ve 160 mL Na₂SiO₃ ilavesine kadar jelleşme gözlenmiştir. Jelleşmeyi önlemek için % 4 (62 mL) su ilave edilerek denemeye devam edilmiştir. 10 mL sodyum silikat ilavesiyle viskozite 116 mPa.s değerine ulaşmıştır. Bu değerden sonra elektrolit ilavesi ile viskozite 93 mPa.s değerine düşmüş sonra yükselmiştir. Elde edilen bu viskozite değeri Serel çamurundan çok düşüktür. Ancak litre ağırlığının düşük olması sebebiyle kalınlık alma hızı da çok düşük olacaktır. Serel döküm çamuruna % 20 atık ve 60 mL Na₂CO₃ ile 652 mPa.s viskozite değeri elde edilmiştir. Bu değere kadar viskozite düşmüş sonra

elektrolit ilavesi ile jelleşme meydana gelmiştir. Bu değer Serel çamuru viskozite değerinden yüksek olup çamur yeterince akıcı olmayacağından kalıbın her yerine giremez. Ayrıca kalınlık alma hızı da çok yüksek olacaktır.

Serel döküm çamuruna % 10 atık ilavesinde Pişmiş mukavemet 66 kg/cm², % 20 atık ilavesinde pişmiş mukavemet yaklaşık 60 kg/cm² bulunmuştur. Atık ilave edildikçe pişmiş mukavemet düşmektedir.

TARTIŞMA VE ÖNERİLER

Yapılan denemelerde viskozite değeri olarak en uygun sonuç Serel döküm çamuruna % 10 atık ve 85 mL Na⁺SiOs ilavesi ile sağlanmıştır. Ancak elde edilen bu çamurun pişmiş mukavemet değeri Serel çamurunun yansı kadar olmuştur.

Serel döküm çamuruna kolemanit ve üleksit konsantratör atıkların ilavesiyle çamurun viskozitesi istenen değere getirilmiş ancak pişmiş mukavemeti azalmıştır. Buna karşın yüzeysel camsı parlaklıkları artmıştır. Pişme sırasında ilave edilen atık oranına bağlı olarak erime ile birlikte sırlaşma gözlenmiştir. Bu da atıktaki bor oksit varlığından kaynaklanmaktadır. Bu yüzden atığın sırlaşma yapımında kullanılmasının daha uygun olacağı görüşü hasıl olmuştur.

KAYNAKLAR

- Çebi, H, Delice, S, Özkan, Ş, G, Neslioglu, V, Poslu, K. & Demircan, E., 1996, A New Approach to Borax Pentahydrate Production, Proceedings of the International Mineral Processing Symposium Kuşadası Aydın.
- Delice, S., Poslu, K, Özkan, Ş, G, A İpekoglu, Ü, 1996, Investigation of Tailing Disposal Problems of Etibank Bigadiç Mines, Proceedings of the International Mineral Processing Symposium Kuşadası Aydın
- Delice, S., Odam, S, G & İpekoglu, O, 1998, Calculation of Thickener Dimensions for Ukrite Tailings from Eh Holding's Bigadiç Concentrator, Proceedings of die International Mineral Processing Symposium Kuşadası Aydın.
- Güler, Ç, 2001, Plastik Şekillendirme Ders Notları, E.Ö. MYO, Bornova İZMİR
- Lyday, P., A., 1996, Boron, US Department of the Interior, Bureau of Mines, Washington D C.
- Oğuz, S, 1995, Döküm Çamurunun Viskozitesine Bazı Tuzların Etkisi Ege Üniversitesi, Fen Fak. Kimya B1, İzmir
- Salmang & Scholze, 1983, Keramische Werkstoffe, Almanyaya