

İnce Boyutlu Lavvar Tesisi Atıklarının Anyonik Flokülantlar ile Susuzlandırılmasında Çeşitli Parametrelerin Etkisi

Hasan Çiftçi¹, Serhat Işık²

¹ Süleyman Demirel Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 32260, Isparta.

² İMBAT Madencilik A.Ş., Eynes, Soma, Manisa.

e-posta: hasanciftci@sdu.edu.tr

Geliş Tarihi: 01.04.2016; Kabul Tarihi: 31.08.2016

Özet

Kömür lavvar tesislerinde katı-sıvı ayırımı çökeltme tanklarında (tikinerlerde) gerçekleştirilir. Burada amaç yoğunluğu yüksek bir çamur ve tesiste tekrar kullanılmak üzere berrak bir sıvı elde etmektir. Tesisin düzgün çalışabilmesi için iyi kalitede geri dönüşüm suyu üretmek oldukça önemlidir. Aksi takdirde geri dönüşüm suyunda katı tanelerin bulunması tesisin verimli ve etkin çalışmasında azalmaya neden olabilir. Bu çalışmada, Dereköy Lavvar Tesisi (Soma, Manisa) tikiner girişinden alınan numune üzerinde anyonik flokülantlar kullanarak katıların çökeltme davranışları incelenmiştir. Çökeltme testlerinde flokülant tipi, flokülant miktarı, süspansiyon pH'sı ve sıcaklığı parametrelerinin lavvar tesisi ince boyutlu atıkların flokülasyonu üzerine etkileri belirlenmiştir. Yüksek pH'larda çökeltme hızı artmasına karşın, daha bulanık süspansiyonlar elde edilmiştir.

Anahtar kelimeler

Susuzlandırma;
Flokülasyon; Tikiner;
Anyonik flokülant

Effect of Various Parameters on Dewatering of the Coal Preparation Plant Fine Tailings Using Anionic Flocculants

Abstract

Solid-liquid separation is performed in the settling tanks (thickeners) in coal preparation plants. The main objective of the solid-liquid separation is to obtain a clear supernatant liquid with a low turbidity to reuse in the plant and a dense-slurry. It is important to produce good quality recirculation water for the smooth and efficient operation of the plant; or else the presence of suspended solids in the wastewater can lead to a reduction in the efficiency of the process. In this study, settling characteristics of the samples taken from the thickener feed of Dereköy Coal Preparation Plant (Soma, Manisa) were investigated using anionic flocculants. In the settling experiments, the effects of the process parameters including flocculant type, flocculant dosage, suspension pH and temperature on flocculation of the fine tailings of coal preparation operation were determined. Although the settling rate increased at high pHs, more turbid suspensions were obtained.

Keywords

Dewatering;
Flocculation;
Thickener; Anionic
floculant

© Afyon Kocatepe Üniversitesi

1. Giriş

Ülkemizde bulunan kömür madenlerinin büyük bir çoğunluğunda yeraltı işletme yöntemiyle üretim yapılmaktadır. Gerek yeraltı olsun gerekse yerüstü maden işletmelerinde kömür saf olarak damardan alınamamaktadır. Bu yüzden üretim esnasında kömürün içerisine yan kayacın karışması kaçınılmazdır. Kömür ocaktan çıkarıldığında yüksek kül-kükürt-nem içerikli ve düşük ısı değerli olmasından dolayı, istenilen ısı değeri

karşılabilmesi, yan kayacın uzaklaştırılıp külün en aza indirilmesi ve nakliyat açısından daha ekonomik olması için kömür zenginleştirme işlemleri uygulanmaktadır. Tüvenan kömürün zenginleştirilmesi, kömür hazırlama ve zenginleştirme tesislerinde (lavvar) gerçekleştirilmektedir. Tüvenan kömür, kömür hazırlama tesisinde işlendikten sonra az kül-kükürt-nem içerikli ve yüksek ısı değerli bir kömür haline gelmektedir.

Pek çok cevher ve kömür hazırlama işlemi sulu ortamda gerçekleştirilmektedir. Bu nedenle, zenginleştirme işlemleri sonrası elde edilen ürünlerden suyun kısmen veya tamamen uzaklaştırılması gerekmekte ve bu işlem katı-sıvı ayırım yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir.

İnce taneli, özellikle 50 µm boyutunun altındaki katı tanelerin katı-sıvı ayırımında yüksek çökeltme hızı ve dolayısıyla yüksek katı oranı elde etmek açısından normal sedimentasyon yöntemleri istenilen başarıyı göstermemektedir. Bunun nedenleri ise katı oranı, tane şekli, yüzey özellikleri ve yoğunluk gibi katının özellikleri ile sıvının viskozitesi ve yoğunluğudur (Svarovsky 1981, Mpofu *et al.* 2005). Böyle sorunların çözümünde koagülasyon ve flokülasyon başarılı şekilde kullanılabilir (Öteyaka ve ark. 2005). Tesis atıkları içindeki çok ince taneli süspansiyonların, katı-sıvı ayırımında en fazla kullanılan işlem flokülasyon tekniğidir (Sivamohan 1990, Somasundaran and Das 1998).

Flokülasyon ve koagülasyon, kolloid kimyasında tanelerin salkımlaşması olayını açıklamakla beraber, aralarındaki fark koagülasyonda çözeltiyeye iyon ilavesiyle katı-sıvı ara yüzeyinde oluşan elektriksel yüklerin karşılıklı olarak azaltılması sonucu itme kuvvetlerinin etkinliğinin giderilmesi veya azaltılması iken, flokülasyonda çözeltiyeye yüksek molekül ağırlıklı polimerlerin ilavesiyle tanelerin salkımlaşmasının sağlanmasıdır (Bentli 2010).

Flokülasyon yöntemi ile ince tanelerin çökeltmesi hızlandırılarak, cevher hazırlamada susuzlandırma işlemleri kolaylaştırılmaktadır. Flokülasyonun etkili bir şekilde gerçekleştirilmesi; kullanılan flokülant türü, dozajı, ortam pH vb. proses parametrelerine ve süspansiyondaki minerallerin özellikleri ile yakından ilişkilidir (Hogg 2000, Sarıoğlu *et al.* 2002, Mpofu *et al.* 2003).

Ülkemizde kömür hazırlama tesisi atık sularının flokülasyonu üzerine yapılmış çeşitli çalışmalar bulunmaktadır. Cebeci (1995) tarafından yapılan

çalışmada, Yozgat yöresi linyitlerinin flokülasyonunda etkili olan parametreler araştırılmıştır. Akdemir ve ark. (1999), ince taneli kömürün susuzlandırılmasında polimerik yapıdaki flokülantla kireç ve gazyağının etkilerini incelemişlerdir. Sabah ve Cengiz (2004) tarafından yapılan çalışmada; lavvar tesisi ince boyutlu atığın çökeltmesine çeşitli flokülantların iyonik gruplarının etkisi araştırılmıştır. GLİ Tunçbilek-Ömerler lavvarı tikiner girişinden alınan numune üzerinde, dört farklı anyonik flokülant ve çeşitli elektrolitler kullanılarak katıların çökeltme davranışları belirlenmiştir (Bentli 2010). Öner (2011) tarafından yapılan çalışmada, Konya-İlgın kömürünün flokülasyon özellikleri anyonik, katyonik ve iyonik olmayan polimerler kullanılarak araştırılmıştır.

Literatürde Dereköy Lavvar Tesisi (Soma, Manisa) atık suyunun flokülasyonu üzerine herhangi bir çalışma bulunmamaktadır. Bu çalışmada söz konusu tesisin tikinerine beslenen atık suyun çöktürme performansını artırmak amaçlanmıştır. Bu amaçla Dereköy lavvar tesisi çöktürme tankına beslenen ince boyutlu tesis atığının anyonik flokülantlar ile susuzlandırılmasında flokülant tipi, flokülant dozajı, pH ve sıcaklık parametrelerinin tesis atık suyundaki katı tanelerin çökeltme davranışına etkileri incelenmiştir. Yüksek çöktürme performansı açısından çalışılan parametreler için optimum değerler belirlenmiştir.

2. Materyal ve Metot

2.1. Malzeme

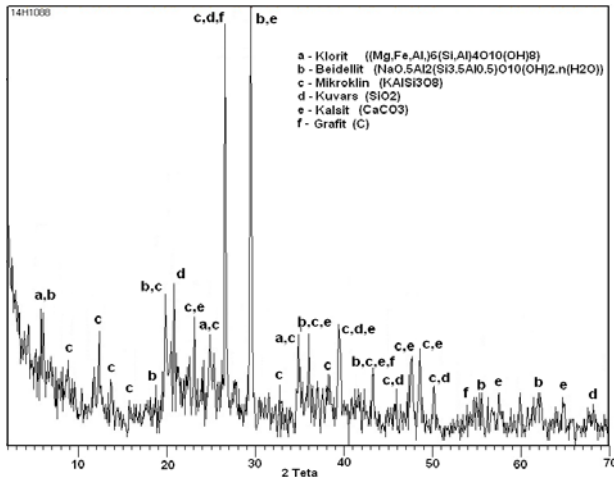
Deneylerde kullanılan numune, Dereköy Kömür Lavvar Tesisi (Soma, Manisa) tikiner girişinden temsili olarak alınmıştır. Numunenin özelliklerini belirlemek amacıyla fiziksel, kimyasal ve mineralojik testler uygulanmıştır. Kimyasal ve mineralojik testler, MTA Genel Müdürlüğü laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Numunenin fiziksel ve kimyasal analiz değerleri Tablo 1'de verilmiştir.

Atık numunesinin mineralojik bileşimini belirlemek için, temsili alınan numuneye X-Işınları

Difraktometre (XRD) analizi yapılmıştır. XRD analizi sonucunda numunenin kömür ile birlikte kuvars (SiO_2), kalsit (CaCO_3), klorit ($(\text{Mg,Fe,Al})_6(\text{Si,Al})_4\text{O}_{10}(\text{OH})_8$), mikroklin (KAlSi_3O_8) ve beidellit ($\text{NaO} \cdot 5\text{Al}_2(\text{Si}_3 \cdot 5\text{Al}_{0.5})\text{O}_{10}(\text{OH})_2 \cdot n(\text{H}_2\text{O})$) içerdiği belirlenmiştir (Şekil 1).

Tablo 1. Numunenin fiziksel ve kimyasal analiz sonuçları (kuru baza göre)

Katı oranı (süspansiyon hali) (%)	17.32
pH (süspansiyon hali)	7.9
Kül (%)	59.77
Toplam kükürt (%)	0.68
Karbon (%)	10.51
Uçucu madde oranı (%)	29.72
Alt ısııl değeri (kcal/kg)	1772
Üst ısııl değeri (kcal/kg)	1870
d_{80} tane boyutu	70 μm
Gerçek yoğunluk (g/cm^3)	2.008
SiO_2	51.4
Al_2O_3	23.6
CaO	14.3
Fe_2O_3	3.2
K_2O	1.7
MgO	1.6
TiO_2	0.6
Na_2O	0.3
Diğer	3.3



Şekil 1. Tikiner girişi atık numunesinin XRD analizi sonucu.

2.2. Yöntem

Çalışmada, ticari olarak kullanılan 6 farklı anyonik flokülant (Minefloc Lot X 4119, Brentamer A 2030, Brentamer A 2530, BIFLOC AN 254, Akkim Akua END 5220, Sedifloc 750 AHM) ile testler gerçekleştirilmiştir.

Flokülasyon deneyleri, 6 karıştırıcıya sahip Velp JLT6 model jar test cihazında yürütülmüştür. Deneylerde, üzeri milimetrik ölçeklendirilmiş 600 ml'lik beherler kullanılmıştır. Deneylerde kullanılmak üzere her bir flokülant için yeterli miktarda %0.1'lik stok çözelti hazırlanmıştır.

pH'in etkisinin araştırıldığı testlerde, sodyum hidroksit (NaOH) veya sülfürik asit (H_2SO_4) kullanılarak istenilen pH değeri ayarlanmıştır. İstenilen pH ayarlaması sonrası süspansiyona 3 farklı flokülant dozajı ilave edilerek pH'in etkisi incelenmiştir. Çözeltinin pH'ının saptanmasında HANNA marka HI 9321 model pH metre kullanılmıştır. Flokülasyon deneyleri sonrasında bulanıklık ölçümleri WTW marka Turb 550 model türbidimetre (bulanıklık ölçer) ile yapılmıştır.

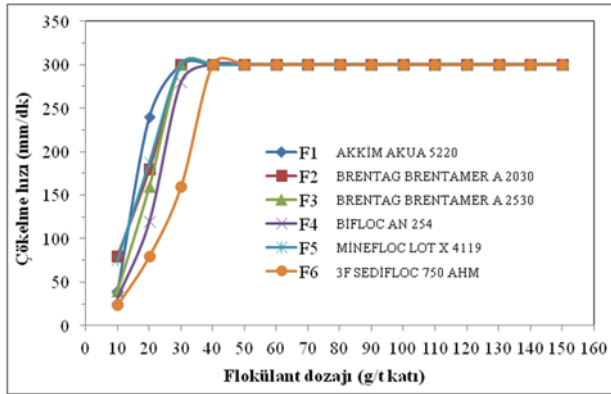
Lavvar tesisi tikiner girişinden alınan yaklaşık 100 lt numunenin orijinal halde katı oranı %17.32'dir. Katı oranı %17.32 olan orijinal numunenin katı oranı, su ilave edilerek %5'e düşürülmüştür. Flokülasyon testleri %5 katı (ağırlık/ağırlık) oranında gerçekleştirilmiştir. Her bir deney için 600 ml'lik behere, %5 katı içeren atık sudan her seferinde karıştırılarak homojen şekilde 500 ml numune alınmıştır. 500 ml numune içeren beherler, jar test cihazına yerleştirilmiş ve 300 d/dk karıştırma hızında 2 dk süreyle karıştırma işlemi yapılmıştır. Daha sonra süspansiyona flokülant ilave edilmiş ve 100 d/dk hızda 2 dk süreyle karıştırıldıktan sonra, sıvı-katı ara yüzey yüksekliğinin zamana bağlı değişimi kaydedilmiştir. Flokülasyon işlemine takiben 15 dk beklemeden sonra, pipet yardımıyla hava-sıvı ara yüzeyinin yaklaşık 4 cm derinlikten 20 ml numune alınıp bulanıklık değeri türbidimetre yardımıyla tespit edilmiştir.

3. Bulgular ve Tartışma

3.1. Flokülant dozajının etkisi

Kömür atık şlam numunesinin flokülasyonu üzerine flokülant dozajının etkisini incelemek amacıyla anyonik karakterli flokülantlar Akkim Akua 5220 (F1), Brentag Brentamer A 2030 (F2), Brentag Brentamer A 2530 (F3), Bifloc AN 254 (F4), Minefloc Lot X 4119 (F5), 3F Sedifloc 750 AHM (F6) kullanılarak flokülasyon deneyleri gerçekleştirilmiş ve deneylerde çökme hızları ve bulanıklık değerlerinin değişimi gözlenmiştir.

Yürütülen deneysel çalışmalarda 30 g/t katı dozajına kadar çökme hızları artmış, bu dozaj değerinden sonra ise çökme hızları sabit kalmıştır (Şekil 2). Çökme hızlarının 30 g/t katı dozajından sonra sabit kalması ve ayrıca bulanıklık değerlerinin de bu dozajdan sonra bir miktar artış göstermesi açısından kullanılan flokülantlar için optimum dozajın 30 g/t katı olduğu söylenebilir.



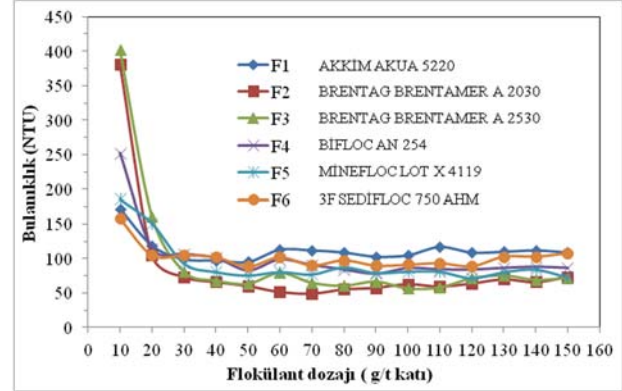
Şekil 2. Flokülant dozajına bağlı elde edilen çökme hızı eğrileri [Katı oranı: %5, pH: 7.9, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk].

Anyonik flokülantlar, uzun hidrokarbon zincirlere sahiptir. Bu zincirler ile katı tanelere tutunarak taneler arası köprü oluşturmak suretiyle flokları meydana getirmektedirler. Kil minerallerinin bulunduğu süspansiyonlarda yüzeylere hidrojen bağı ile tutunarak duraylı koloidal taneciklerin duraysız olmasını sağlamaktadırlar (Cengiz ve ark. 2004).

Optimum dozajdan daha yüksek dozajlarda tanelerin yüzeyinde flokülantların tutunabilmesi için hiç boşluk kalmamaktadır, bu da köprü teşekkülü ile flokülasyonu olumsuz yönde etkilemektedir (Gregory 1989, Somasundaran and Das 1998, Yarar 2001, Ersoy 2003).

Deneylerde flokülant dozajının artmasıyla bulanıklıkta azalma meydana gelmiştir. Ancak çökme hızı açısından optimum dozaj olarak belirlenen 30 g/t katı'dan daha yüksek dozajlarda süspansiyonun bulanıklığında azalma olmamış ve birbirine yakın değerlerde ölçülmüştür. Genel olarak flokülantların tamamında en düşük bulanıklık değerleri 50 g/t katı flokülant dozajında 68-97,7 NTU aralığında gerçekleşmiştir (Şekil 3).

Brentag Brentamer A 2030 (F2) ve Brentag Brentamer A 2530 (F3) flokülantların varlığında 10 g/t katı dozajında diğer flokülantlara göre yüksek çökme hızları göstermelerine karşın, bulanıklık değerleri bu dozaj değerinde diğerlerine göre oldukça yüksek elde edilmiştir (Şekil 2 ve 3).



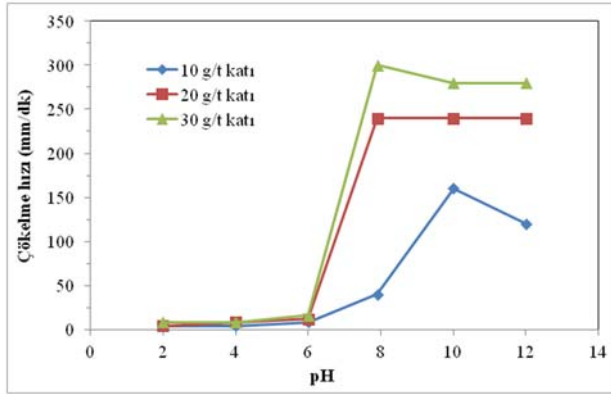
Şekil 3. Flokülant dozajına bağlı elde edilen bulanıklık eğrileri [Katı oranı: %5, pH: 7.9, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk]

3.2. pH'in etkisi

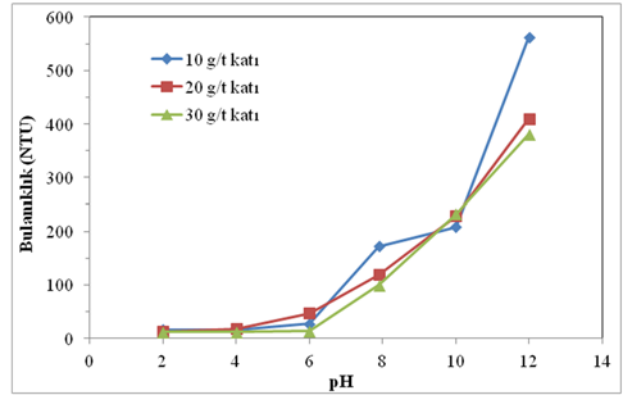
Süspansiyonun pH'ı, tanelerin duraylılığını etkilediğinden ve ayrıca flokülantların iyonlaşma, hidroliz ve süspansiyonda bulunuş düzeni ile yakından ilişkili olduğundan, flokülasyonda oldukça önemlidir (Cengiz ve ark. 2004).

Dereköy lavvar tesisi atık suyun çöktürme performansına pH'ın etkisini belirlemek amacıyla çeşitli pH'larda deneyler yürütülmüştür. Bu amaçla flokülasyon işlemine pH'ın etkisini incelemek amacıyla flokülant dozajının etkisinin incelendiği deneylerde çökeltme hızı ve bulanıklık açısından diğerlerine göre daha iyi performans gösteren Akkim Akua 5220 (F1), Brentag Brentamer A 2030 (F2) ve Minefloc Lot X 4119 (F5) kullanılarak pH 2-12 aralığında deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen çökeltme hızları ve bulanıklık değerlerinin değişimleri Şekil 4-9'da gösterilmiştir.

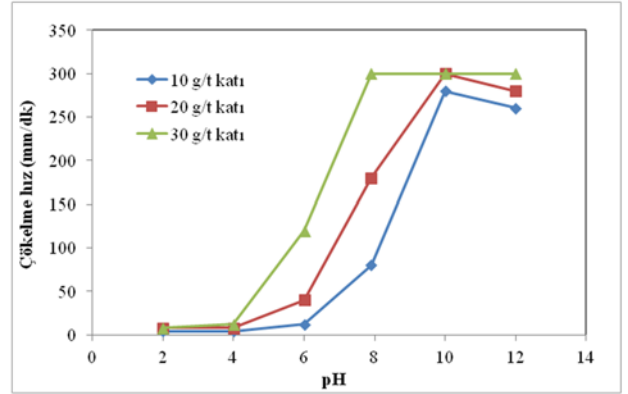
Flokülasyon testlerinde, ortam pH'ı asidik olduğunda çökeltme hızının oldukça azaldığı gözlemlenmiş, ancak çökeltme hızı azalmasına karşın bulanıklık değerlerinin de oldukça düşük olduğu saptanmıştır. Tikiner girişinden alınan süspansiyonun orijinal pH (7.9) değerinden daha yüksek pH'larda çökeltme hızının yüksek değerlere ulaştığı ancak bulanıklık değerlerinin de yüksek olduğu görülmüştür. Brentag Brentamer A 2030 (F2) flokülantı ile pH 6'da yapılan deneyde 30 g/t katı dozajında çökeltme hızları 120 mm/dk üzerinde gerçekleşmesine karşın, diğer flokülantlarda aynı pH'da çökeltme hızları oldukça düşüktür.



Şekil 4. Akkim Akua 5220 (F1) kullanılarak yapılan deneylerde pH'ya bağlı çökeltme hızı eğrileri [Kati oranı: %5, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk]

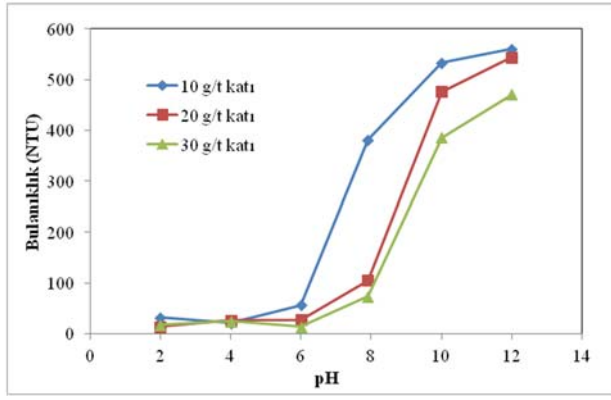


Şekil 5. Akkim Akua 5220 (F1) kullanılarak yapılan deneylerde pH'ya bağlı bulanıklık eğrileri [Kati oranı: %5, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk]

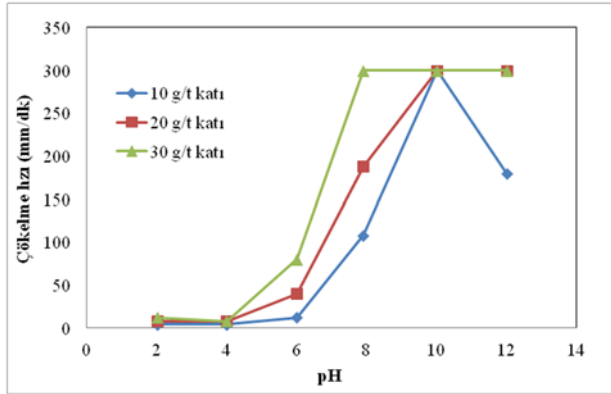


Şekil 6. Brentag Brentamer A 2030 (F2) kullanılarak yapılan deneylerde pH'ya bağlı çökeltme hızı eğrileri [Kati oranı: %5, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk]

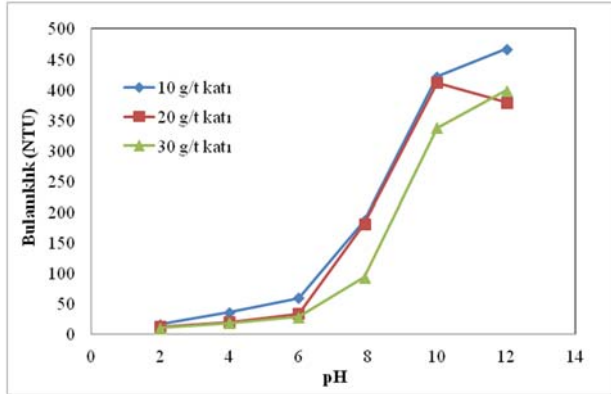
Süspansiyon pH'sı, flokülantın ortamdaki aktivasyonunda önemli rol oynamaktadır. Non-iyonik bir flokülant, asidik ve bazik ortamlarda pozitif (+) veya negatif (-) yükler kazanabilir. Böylece iyonik yani yüklü forma dönüşebilir (Gregory 1973, Ateşok 1987). Bu durum flokülant ile katı tane arasındaki elektrostatik etkileşimi artırmaktadır. Ayrıca süspansiyon pH'ı, katı tanelerin yüzey elektrik yükünü etkileyen ve belirleyen bir unsurdur (Ersoy 2003).



Şekil 7. Brentag Brentamer A 2030 (F2) kullanılarak yapılan deneylerde pH'ya bağlı bulanıklık eğrileri [Katı oranı: %5, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk]



Şekil 8. Minefloc Lot X 4119 (F5) kullanılarak yapılan deneylerde pH'ya bağlı çökeltme hızı eğrileri [Katı oranı: %5, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk]



Şekil 9. Minefloc Lot X 4119 (F5) kullanılarak yapılan deneylerde pH'ya bağlı bulanıklık eğrileri [Katı oranı: %5, Sıcaklık: 25 °C, Karıştırma hızı: 100 d/dk]

Asidik ortamda çökeltme hızları düşük olmasına rağmen, bulanıklık değerlerinin de düşük olması açısından daha iyi floküle edildiği, bazik ortamlarda

çökeltme hızı artmasına karşın bulanıklık değerlerinin yüksek olması flokülasyon veriminin önemli ölçüde düştüğünü göstermektedir. Asidik ortamda moleküllerindeki karbonil gruplarının (-C=O) sayısının azalması nedeniyle anyonik flokülantların flok oluşturma yetenekleri azalmaktadır. Ayrıca köprü oluşumu zayıflamaktadır (Sabah ve Cengiz 2004).

Asidik ortamda bulanıklıkta azalmanın olması; çok ince boyutlu kil taneciklerinin etkileşimlerinin (kenar-yüzey) meydana getirdiği büyük agregalardır. Ayrıca kömür ve kuvars tanelerinin asidik ortamda zeta potansiyelinin çok düşük olması dolayısıyla, Van der Waals kuvvetlerinin de etkisiyle, taneler arası etkileşimin artması nedeniyledir. Çökeltme hızı, nötr ve hafif alkali pH'larda partiküller ile yüksek moleküler ağırlığa sahip anyonik polimer arasında köprü oluşumunun başlaması ve bu yolla büyük flokların oluşması ile artmaktadır. Anyonik flokülantların fonksiyonel gruplarının etkin olduğu pH aralığı genel olarak 6 ile 13 arasında değişmektedir. Bu aralığın dışındaki pH'larda flokülantların anyonik grupları iyonize olamamaktadır. Bu yüzden flokülasyon etkinliği hızla azalmaktadır (Cengiz ve ark. 2004).

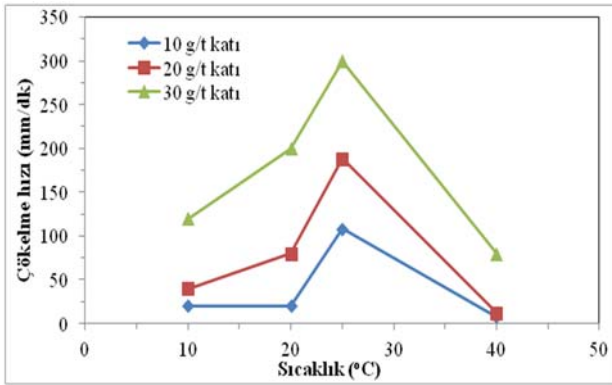
Ortamda pH değeri yükseldikçe, artan zeta potansiyeli ile süspansiyondaki tanelerin birbirini itme yeteneği artmakta ve kömür süspansiyonu daha kararlı hale gelmektedir. Ayrıca, kömür yüzeylerin yüksek negatif potansiyele sahip olması durumunda negatif şarj taşıyan flokülantların bu yüzeylere adsorpsiyonun zorlaşması da mümkündür. Dolayısıyla bu etkiler flokülasyon verimlerinde azalmalar ile sonuçlanmıştır (Öner 2011).

3.3. Sıcaklığın etkisi

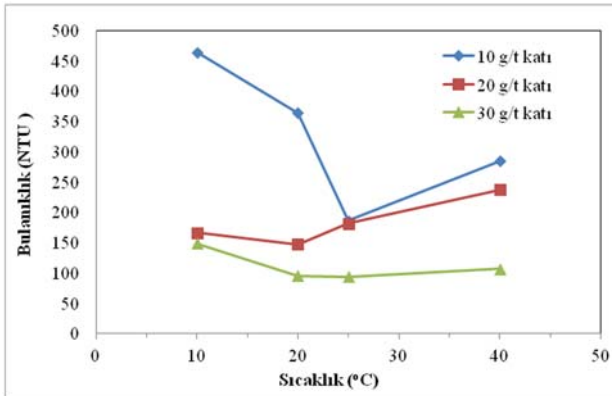
Kömür süspansiyonunun flokülasyonu üzerine sıcaklığın etkisini incelemek amacıyla Minefloc Lot X 4119 (F5) flokülant ile 10-40 °C sıcaklık aralığında deneyler gerçekleştirilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen çökeltme hızları ve bulanıklık

değerlerinin değişimleri Şekil 10 ve 11'de gösterilmiştir. İstenilen ortam sıcaklığı su banyosu kullanılarak sağlanmıştır.

Tikinerde süspansiyonun sıcaklığı yazın ve kışın oldukça değişiklik gösterebilmektedir. Süspansiyon sıcaklığı flokülant molekülünün aktivasyonunu etkilemektedir. Ayrıca flokülantların farklı sıcaklıklarda süspansiyonda meydana getirdiği viskozite farklı olmaktadır (Ersoy 2003). En yüksek çökme hızının oda sıcaklığında yani 25 °C'de olduğu gözlemlenmiştir (Şekil 10). Ayrıca farklı flokülant dozajlarında (10-30 g/t katı) 25 °C'de yürütülen deneylerde süspansiyonun bulanıklığı diğer sıcaklıklara göre genel olarak daha düşük elde edilmiştir (Şekil 11).



Şekil 10. Minefloc Lot X 4119 (F5) kullanılarak yapılan deneylerde sıcaklığa bağlı çökme hızı eğrileri [Katı oranı: %5, pH: 7.9, Karıştırma hızı: 100 d/dk]



Şekil 11. Minefloc Lot X 4119 (F5) kullanılarak yapılan deneylerde sıcaklığa bağlı bulanıklık eğrileri [Katı oranı: %5, pH: 7.9, Karıştırma hızı: 100 d/dk]

4. Sonuçlar

Dereköy lavvar tesisi tikiner girişinden alınan atık numune ile yapılan flokülasyon deneyleri sonucunda, anyonik flokülantlar ile süspansiyonun doğal pH'sında katı tanelerin çökme hızları yüksek olup, düşük dozajlarda (30 g/t katı) bile etkili bir şekilde flokülasyon gerçekleşmiştir. Minefloc (F5) flokülant, çökme hızı ve bulanıklık açısından diğer flokülantlara göre daha iyi bir flokülasyon performansı göstermiştir.

Bazik ortamda çökme hızları yüksek olmasına karşın, bazik ortamda tanelerin negatif zeta potansiyelinin artışı sonucunda taneler arası itme kuvvetinin artması ile kil taneciklerinin daha fazla disperse halde bulunması nedeniyle bulanıklık değerleri yüksek elde edilmiştir. Hafif asidik ortamda en iyi flokülasyon performansı Brentag Brentamer A 2030 (F2) göstermiştir. Farklı sıcaklıklarda (10-40 °C) yapılan flokülasyon deneylerinde en yüksek çökme hızları 25 °C'de gerçekleşmiştir.

Dereköy lavvar tesisi tikiner girişinden alınan numune üzerinde yapılan deneyler sonucunda anyonik flokülantların, 30 g/t katı dozajında, nötr veya hafif bazik (pH 7-8) ortamda ve 25 °C sıcaklığında flokülasyon veriminin oldukça yüksek olduğu sonucuna ulaşılmıştır. Kullanılan flokülantlardan Minefloc polimerik flokülant, diğerlerine göre daha iyi bir çöktürme performansı göstermiştir.

Teşekkür

Bu çalışmayı, 3413-YL1-13 no'lu proje ile destekleyen Süleyman Demirel Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi Başkanlığı'na teşekkür ederiz.

Kaynaklar

- Akdemir, Ü., Aydoğan, S., Canbazoglu, M. ve Özkan, A., 1999. Kömürün susuzlandırılmasında polimerlerle diğer bazı reaktiflerin karşılaştırılması. *Türkiye 16. Madencilik Kongresi*, 15-18 Haziran, Ankara, 411-417.
- Ateşok, G., 1987. Polimerlerin cevher hazırlamadaki yeri ve kullanım özellikleri. *Madencilik*, **26(3)**, 15-22.

- Bentli, İ., 2010. Kömür lavvar tesisi atıkların flokülasyonunda inorganik elektrolitlerin etkisi. *Ekoloji*, **19(76)**, 71-77.
- Cebeci, Y., 1995. Linyit kömürü artıklarının flokülasyonunda bazı işletme parametrelerinin etkisinin incelenmesi. *Geosound/Yerbilimleri Dergisi*, **27**, 181-189.
- Cengiz, İ., Sabah, E. ve Erkan, Z.E., 2004. Geleneksel ve UMA (unique molecular architecture) teknolojisi polimerlerin flokülasyon performansları üzerine bir araştırma. *Madencilik*, **43(1)**, 15-23.
- Ersoy, B., 2003. Mermer işleme tesisi atık su arıtımında kullanılan flokülantların tanımı. *Türkiye IV. Mermer Sempozyumu (MERSEM'2003)*, 18-19 Aralık, Afyonkarahisar, 449-462.
- Gregory, J., 1973. Rates of flocculation of latex particles by cationic polymer. *J. Colloid Interface Sci.*, **42**, 448-459.
- Gregory, J., 1989. Fundamental of flocculation. *Critical Reviews in Environmental Controls*, **19(3)**, 185-230.
- Hogg, R., 2000. Flocculation and dewatering. *International Journal Mineral Processing*, **58**, 223-236.
- Mpofu, P., Mensah, J.A., Ralston, J., 2003. Investigation of the effect of the polymer structure type on flocculation, reology and dewatering behaviour of kaolinite dispersions. *Int. J. Min. Procc.*, **71**, 247-268.
- Mpofu, P., Mensah, J.A., Ralston, J., 2005. Interfacial chemistry, particle interactions and improved dewatering behaviour of smectite clay dispersions. *Int. J. Min. Procc.*, **75**, 155-171.
- Öner, B., 2011. Konya-İlgin kömürün polimerik flokülasyonu. Yüksek Lisans Tezi, Selçuk Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya, 44.
- Öteyaka, B., Yamık, A., Uçar, A., Şahbaz, O. ve Yılmaz, B., 2005. Seyitömer kollarının çökelme davranışları. *Türkiye 19. Uluslararası Madencilik Kongresi ve Fuarı*, 09-12 Haziran, İzmir, 297-303.
- Sabah, E., Cengiz, İ., 2004. Poliakrilamidlerin iyonik grupların kömür hazırlama tesisi atıklarının çökelme davranışına etkisi. *Türkiye 14. Kömür Kongresi*, 02-04 Haziran, Zonguldak, 133-140.
- Sarioğlu, M., Cebeci, Y. and Beyazıt, N., 2002. Investigation of the effects of some operating parameters using anionic and cationic flocculants for removing solid material in the lignite. *Asian Journal Chemistry*, **14(1)**, 388-394.
- Sivamohan, R., 1990. The problems of recovering very fine particles in mineral processing - a review. *International Journal Mineral Processing*, **28**, 247-288.
- Somasundaran, P. and Das, K.K., 1998. Flocculation and selective flocculation - an overview. Innovation in Mineral and Coal Processing, Atak S., Önal G., Çelik M.S. (eds.), A.A. Balkema Publishers, Rotterdam, Netherlands.
- Svarovsky, L., 1981. Characterization of particles suspended in liquids. 2nd ed. Solid-Liquid Separation, London: Butterworth & Co (Publishers) Ltd.
- Yarar, B., 2001. Evaluation of flocculation and filtration procedures applied to WSCR sludge. WSCR-TR-20000213, US. Department of Commerce, National Technical Information Service, Springfield, Scientific Report, 34.