



---

**Makale / Research Paper**

---

**Bazı Flokülasyon Parametrelerinin Etkinliğinin Kuvars Kullanılarak Araştırılması**

**Tuba TAŞDEMİR, Adem TAŞDEMİR**

Eskişehir Osmangazi Üniversitesi, MMF, Maden Mühendisliği Bölümü, 26480, Eskişehir, Türkiye.  
tubat@ogu.edu.tr, atasdem@ogu.edu.tr

**Received/Geliş:** 16.05.2018

**Revised/Düzeltilme:** 02.07.2018

**Accepted/Kabul:** 04.07.2018

**Öz:** Bu çalışmada; flokülant tipi ve miktarı, katı oranı ve tane boyutu parametrelerinin flokülasyona işlemine etkisi kuvars numunesi kullanılarak belirlenmiştir. Önce, sabit katı oranı ve tane boyutunda hazırlanan atık su numuneleriyle anyonik, katyonik, noniyonik (iyonlaşmayan) flokülantlar kullanılarak flokülant tipinin ve miktarının etkisi araştırılmıştır. En iyi sonucu anyonik flokülantın verdiği tespit edildikten sonra, katı oranı ve tane boyutunun etkisi belirlenmiştir. Sabit tane boyutunda, artan katı oranı için daha fazla flokülant gerekmektedir. Sabit katı oranında, tane boyutu azaldıkça süspansiyonların kalan bulanıklığı da artmaktadır. Anyonik flokülant (SPP 508) kullanılarak sabit katı oranında (%0.06) -20 µm boyutu için 0.06 mg/L dozaj ile temizlenmiş suyun en düşük bulanıklık değeri 210 NTU'dan 9.6 NTU'ya kadar düşerken, -5 µm boyutu için 0.12 mg/L dozaj ile 430 NTU'dan 19.3 NTU'ya indirilebilmektedir.

**Anahtar kelimeler:** Flokülasyon, susuzlandırma, atıksu, tane boyutu, kuvars.

---

**Investigation of The Effectiveness of Some Flocculation Parameters by Using Quartz**

**Abstract:** In this study; the effect of type and amount of flocculant, the solid ratio and particle size parameters on flocculation process were determined using quartz sample. First, the effect of flocculant type and amount was investigated by using waste water samples prepared with anionic, cationic, nonionic (non-ionizing) flocculants at fixed solid ratio and particle size. Once the best resultant flocculant type has been determined as anionic flocculant, the effects of solid ratio and particle size is determined. In the case of fixed particle size, more flocculant is required for increasing solid fraction. As the particle size decreases, the residual turbidity of the suspensions increases. Using the anionic flocculant (SPP 508) at a constant solid ratio (0.06%), the lowest turbidity value of the cleaned water for the -20 µm size with 0.06 mg/L dosage was reduced from 210 NTU to 9.6 NTU, while for the -5 µm size, it can be reduced from initial 430 NTU to the lowest turbidity value of 19.3 NTU with 0.12 mg/L dosage.

**Keywords:** Flocculation, dewatering, wastewater, particle size, quartz.

---

## 1. Giriş

Katı-sıvı ayırımı; madencilik, kimya, metalürji gibi pek çok endüstriyel alanda önemli ve gerekli bir aşamadır. Cevher hazırlama ve zenginleştirme tesislerinde çoğunlukla su kullanılmakta ve işlemlerinin büyük bir bölümü katı-sıvı karışımlarını içermektedir. Bu nedenle, zenginleştirme işlemleri sonrası elde edilen konsantrelerin ve artığın susuzlandırılması gerekmektedir. Genellikle konsantrenin susuzlandırılması, satış koşulları, taşınma ve daha sonraki metalürjik işlemler açısından; artığın susuzlandırılması ise tesise suyun geri beslenmesi ve çevre koruma açısından oldukça önemlidir [1].

*Bu makaleye atıf yapmak için*

Taşdemir T., Taşdemir A., "Bazı Flokülasyon Parametrelerinin Etkinliğinin Kuvars Kullanılarak Araştırılması" El-Cezerî Fen ve Mühendislik Dergisi 2018, 5(3); 807-815.

*How to cite this article*

Taşdemir T., Taşdemir A., "Performance of Production of Special Section Profiles" El-Cezerî Journal of Science and Engineering, 2018, 5(3); 807-815.

Tesislerde katı-sıvı ayırımı, eleme (susuzlandırma elekleri), gravite (tiknerler) / santrifüj kuvvet (hidrosiklon ve santrifüj çöktürücüler) yardımıyla çöktürme veya filtrasyon (vakumlu veya basınçlı filtreler) yöntemleriyle gerçekleştirilmektedir. İnce boyutlu (<50 mikron) veya askıda taneleri içeren atık suların katı sıvı ayırımında bu yöntemler, istenilen başarıyı elde edememekte ve tek başına yetersiz kalmaktadırlar. Genellikle çöktürme ve filtrasyon işlemlerinin verimliliğini arttırmak amacıyla koagülasyon veya flokülasyon yöntemi, ön işlem olarak uygulanmaktadır. Koagülasyon veya flokülasyon yöntemi, kolloidal ve çok ince boyutlu tanelerin bir araya getirilmesi (salkımlaşma) işlemidir ve her iki yöntem de genellikle aynı anlamda kullanılmaktadır. Ancak koagülasyonda ortama inorganik elektrolitler ilavesiyle elektriksel çekim kuvvetleri ile kontrol edilen bir salkımlaşma sağlanırken, flokülasyonda doğal veya sentetik yüksek molekül ağırlıklı organik polimerlerin (flokülant) kullanılarak tane salkımlaşması köprü oluşturarak sağlanmaktadır. Salkımlaşma veya tanelerin bir araya getirilmesi, aslında süspansiyondaki tanelerin kararlılığının bozulması işlemidir ve kararsız tanelerin oluşturduğu salkımsı yapılara flokül adı verilmektedir [1-5]. Genellikle katı-sıvı ayırım yöntemlerinde yaygın olarak sentetik flokülantlar kullanılmaktadır. Sentetik olarak elde edilen en önemli ve en yaygın flokülant, poliakrilamid (PAA) ve onun türevleridir. Sentetik flokülantlar, iyonlaşma derecelerine bağlı olarak anyonik, katyonik ve iyonlaşmayan flokülant olarak sınıflandırılırken, molekül ağırlıklarına göre de düşük, orta ve yüksek molekül ağırlıklı flokülantlar olarak sınıflandırılmaktadır. Doğal flokülantlar (Nişasta, reçine, deniz yosunu vb.) düşük molekül ağırlığına sahiptirler ve kullanım alanları günümüzde oldukça azalmıştır. Son yıllarda ise yeni molekül yapıları flokülantlar üretilmektedir. Bu nesil flokülant tipi, UMA (Unique Molecular Architecture) olarak adlandırılmaktadır [6-9].

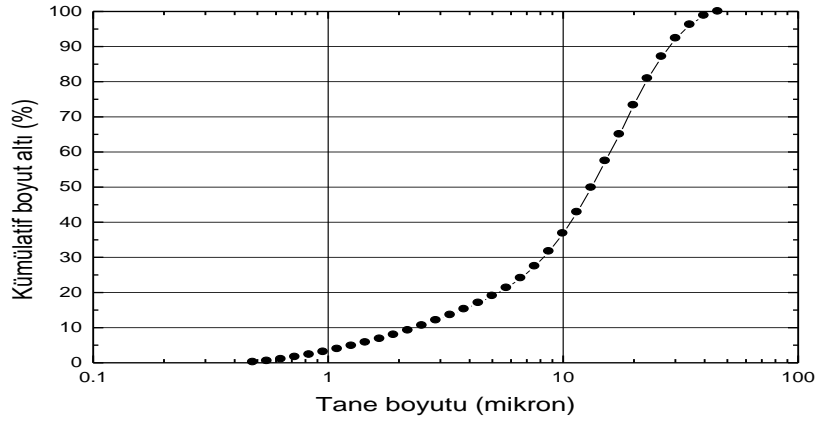
Flokülasyon işlemi çok karmaşık bir süreçtir ve özellikle flokülasyona etki eden pek çok parametre bulunmaktadır. Katı-sıvı ayırımının verimli ve ekonomik olarak gerçekleştirilmesi dolayısıyla flokülasyon yönteminin başarısı; flokülantın tipi, molekül ağırlığı, flokülant miktarı, süspansiyon pH'sı ve katı oranı, tanelerin boyutu gibi pek çok parametrenin etkisinin belirlenmesi açısından önemlidir. Literatürde flokülant tipinin ve dozajının, süspansiyonu karıştırma hızı ve süresi gibi uygulama koşullarının, süspansiyon pH'sının ve süspansiyona ilave edilen elektrolitlerin flokülasyona etkisiyle ilgili çalışmalar mevcuttur [8-21]. Ancak özellikle katı oranı ve tane boyutunun flokülasyona etkisinin araştırıldığı çalışmalar çok sınırlıdır [22-24].

Bu çalışmada, ince taneli kuvars içeren süspansiyonların temizlenmesi işlemi için, flokülasyon yöntemi uygulanmıştır. Flokülasyon deneyleri jar (kavonoz) test cihazında gerçekleştirilmiş olup; çökme sonrası kalan suyun bulanıklık değerleri ölçülerek, kuvars flokülasyonu üzerine flokülant tipinin ve miktarının, tane boyutu ve katı oranının etkileri araştırılmıştır.

## 2. Materyal ve Metot

### 2.1. Materyal

Aydın-Çine'den temin edilen saf kuvars numuneleri kullanılmıştır. Kuvars numunesi, bilyalı değirmende öğütülerek, tane boyutu - 20 mikrona indirilmiştir. Elde edilen ve deneylerde kullanılan kuvars numunesinin tane boyut analizi Mastersizer 2000 lazer difraksiyonu ile yapılmış olup, sonuçlar hacimce boyut dağılımı olarak Şekil 1'de verilmiştir. Numunenin %90'ı 28.27 mikronun ve %50'si ise 13.23 mikronun altındadır. - 20 mikron numunelerden Stokes yasasına göre hesaplanarak, -10 mikron ve - 5 mikron boyutunda malzeme grupları elde edilmiştir. Kuvars numunesinin XRF ile tespit edilen kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiş olup, %95.56 SiO<sub>2</sub> içeriğine sahip olduğu görülmektedir.



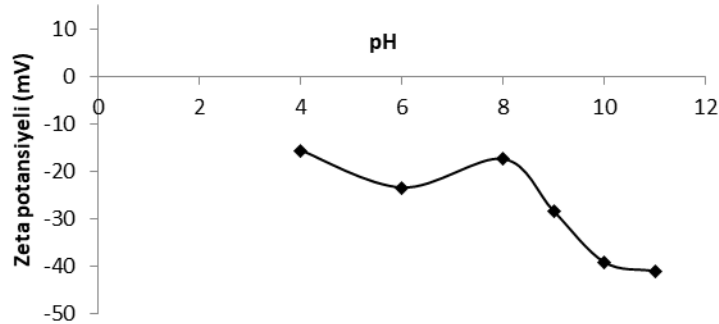
Şekil 1. 20 mikron kuvars tozunun tane boyut analizi

Tablo 1. Kuvars numunesinin kimyasal analiz sonuçları

Bileşen	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	CaO	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	A.Z.*
% İçerik	95.56	2.36	1.48	0.23	0.10	0.11	0.16

\*: Ateş zaiyatı

Deneylerde kullanılan kuvars numunesinin pH'ya bağlı olarak elde edilen zeta potansiyel grafiği Şekil 2'de verilmiştir. Buna göre, ölçülebilen bütün pH değerlerinde kuvars tanelerinin negatif yüzey yüküne sahip olduğu ve zeta potansiyelinin -15 mV ve -41 mV arasında değiştiği, pH artışıyla süspansiyonlarda kuvars tanelerinin daha kararlı olduğu görülmektedir.



Şekil 2. Kuvars tozunun pH'ya göre zeta potansiyel eğrisi

Superkim Kimya A.Ş'den temin edilerek çalışmalarda kullanılan flokülantların özellikleri Çizelge 2'de verilmiştir. Deneylerde % 0.01'lik derişimde hazırlanan anyonik, katyonik ve noniyonik olarak üç farklı tipte flokülant kullanılmıştır.

Tablo 2. Flokülasyon deneylerinde kullanılan flokülant tipleri ve özellikleri

Flokülant Tipi	Mol ağırlığı	Anyoniklik veya katyoniklik derecesi	Fiziksel form
Anyonik (SPP 508)	Çok yüksek	% 25-30	Toz (Kırık beyaz)
Katyonik (SPP 375)	Yüksek	% 40-50	Toz (Kırık beyaz)
Noniyonik (SPP N 134)	Orta	-----	Toz (Kırık beyaz)

Flokülant çözeltilerinin hazırlanmasında saf su, deneysel çalışmalarda kullanılan atık su numunelerinin hazırlanmasında çeşme suyu kullanılmıştır. Saf suyun ve çeşme suyunun özellikleri Çizelge 3'te verilmiştir.

Tablo 3. Çeşme suyu ve saf suyun özellikleri

Özellik	Çeşme suyu	Saf su
pH	7.8	6.1
Bulanıklık (NTU)	0.38	0.14
İletkenlik ( $\mu\text{S}/\text{cm}$ )	709	34.15
Sıcaklık ( $^{\circ}\text{C}$ )	17.9	18.4

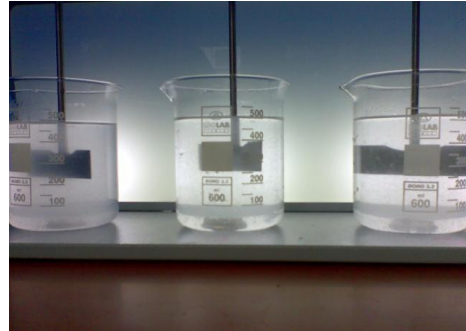
Flokülasyon deneylerinde kullanılmak üzere farklı tane boyutunda ve katı oranlarında numuneler hazırlanmıştır. Çizelge 4'te farklı tane boyutu ve katı oranı değerlerinde numunelerle ölçülen başlangıç bulanıklık değerleri verilmiştir. Deneylerde pH sabit tutulmuş olup, atık su numunelerinin doğal pH değeri 8.2 olarak ölçülmüştür.

Tablo 4. Farklı tane boyutu ve katı oranlarında hazırlanan numunelerin başlangıç bulanıklık değerleri

Tane boyutu	Katı oranı	Başlangıç bulanıklık değeri (NTU)
-5 $\mu\text{m}$	%0.06	430
-10 $\mu\text{m}$	%0,06	310
	%0.06	210
-20 $\mu\text{m}$	%0.1	306
	%0.5	2320
	%1	4400

## 2.2. Yöntem

Velp Scientifica FC6S jar test cihazı (Şekil 3) kullanılarak flokülasyon deneyleri yapılmıştır. Bu cihaz ile karıştırma hızları 0-300 devir/dak arasında ayarlanabilmekte ve farklı flokülasyon süreleri de seçilebilmektedir. Cihaz, karıştırma devri ve süresi ayrı ayrı ayarlanabilen altı adet karıştırma pervanesine sahiptir (Şekil 2). Flokülasyon deneyleri, önceden belirlenen katı oranı ve tane boyutu içeren atık su numuneleriyle 500 ml'lik beherde gerçekleştirilmiştir. Jar test cihazına numuneler yerleştirildikten sonra flokülant ilave edilmiştir. Deneylerde, hızlı karıştırma için 250 devir/dakika hız ve 3 dakika süre, daha sonra 30 devir/dakika hızda 15 dakika yavaş karıştırma ve 15 dakika çöktürme uygulanmış olup, her bir beherde üstte kalan suyun bulanıklığı tespit edilmiştir.



Şekil 3. Jar test cihazı

Bulanıklık, suyun ışık geçişini engelleyen, organik veya inorganik askıda katı madde içeren sularda görülmektedir. Atık sularda bulanıklık ölçümü, askıda katı maddelerin ölçümü değildir, fakat bunların ışığı dağıtmasının ölçümüdür. Genel olarak yüksek askıda katı madde içeren atık sularda, ışık geçişi engelleneceğinden yüksek bulanıklık değerleri ölçülmektedir. Atık su arıtımında uygulanan flokülasyon veya koagülasyon ile birlikte çöktürme işlemleri ile elde edilen temizlenmiş su kalitesine bağlı olarak, arıtma yönteminin verimliliğini belirlemek amacıyla bulanıklık analizleri yapılmaktadır. Bulanıklık ölçümleri, NTU (Nephelometric Turbidity Unit) birimi cinsinden, Şekil 4 (a)'da görülen HF Scientific Türbidimetre cihazı ile yapılmıştır. İletkenlik, pH ve sıcaklık ölçümleri için masa tipi Multimetre Cihazı (Şekil 4-b) kullanılmıştır.



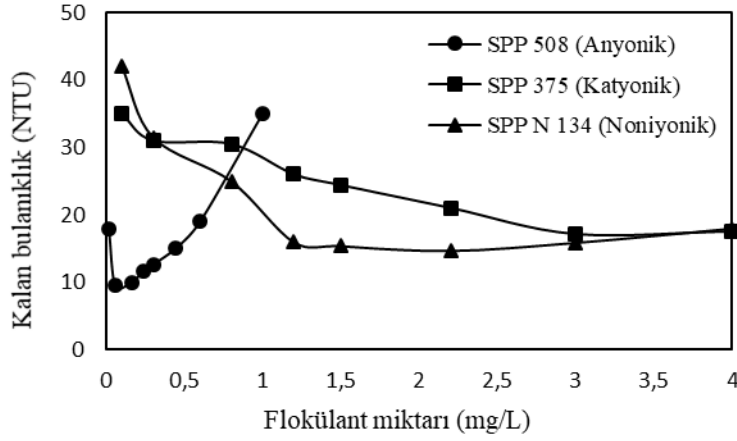
Şekil 4. Türbidimetre (a) ve Multimetre Cihazı (b)

### 3. Sonuçlar ve Tartışma

#### 3.1. Flokülant Tipi ve Miktarının Flokülasyona Etkisi

Flokülant tipi ve miktarının flokülasyona etkisini belirlemek amacıyla anyonik (SPP 508), katyonik (SPP 375) ve noniyonik (SPP N 134) flokülantlar kullanılarak yapılan flokülasyon deneyleri sonunda temiz suyun kalan bulanıklık değerleri ölçülmüştür. Şekil 5, pH 8.2'de üç farklı flokülant kullanılarak tane boyutu  $-20 \mu\text{m}$ , katı oranı %0.06 ve başlangıç bulanıklık değeri 210 NTU olan atık su numuneleriyle yapılan flokülasyon sonuçlarını göstermektedir. Şekil 5'te görüldüğü gibi her üç flokülant için de, dozaj arttıkça, kritik flokülant dozajına kadar bulanıklık azalmakta ancak bu dozajdan sonra bulanıklık tekrar artmaktadır. Ayrıca, anyonik flokülantın diğer flokülantlara göre bulanıklığı azaltmada en iyi sonucu verdiği görülmektedir. Anyonik flokülant ile 0.06 mg/L dozajında 210 NTU olan başlangıç bulanıklık değeri 9.6 NTU'ya kadar düşmekte, flokülant dozajının bu değerden fazla kullanılması ile bulanıklığı tekrar artırmaktadır. Literatürde, iyi bir flokülasyon başarısı elde etmek için gerekli optimum flokülant dozajının tane yüzeyinin yarısını kaplayacak kadar olması gerektiği belirtilmiştir [2-4]. Ortama bu dozajdan daha fazla miktarda flokülant verilmesi halinde, tanelerin yüzeyleri tamamen flokülant molekülleri ile kaplanmakta ve taneler arasında köprü oluşumu sağlanamamaktadır. Bu durum flokülantların aşırı dozajda sterik engeli olarak da bilinmektedir [14,21].

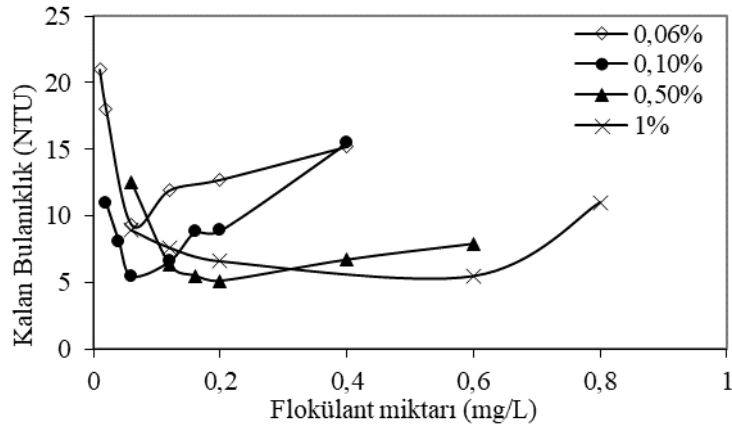
Şekil 5'te verilen grafiklerde, pH 8.2 değerinde kuvars yüzeyinin negatif olmasına rağmen (Şekil 2), katyonik flokülantın anyonik flokülanta göre daha iyi sonuç vermediği görülmektedir. Bunun nedeni köprü oluşumu nedeniyle tane yüzeyine adsorbe olan anyonik flokülant kullanıldığında etkili olan mekanizmanın, katyonik flokülant ile elde edilen elektrostatik çekim mekanizmasına göre daha etkin olmasındandır. [2].



Şekil 5. Katyonik (SPP 375), anyonik (SPP 508) ve noniyonik flokülant (SPP N 134) kullanılarak flokülant miktarına bağlı bulanıklık eğrileri (pH:8.2, katı oranı: %0.06, tane boyutu: -20 µm)

### 3.2. Katı Oranının Flokülasyona Etkisi

Katı oranının flokülasyona etkisini belirlemek için, - 20 mikron numune ile %0.06, %0.1, %0.5 ve %1 katı oranlarıyla hazırlanan atık su numuneleriyle doğal pH'da anyonik flokülant kullanılarak flokülasyon çalışmaları yapılmıştır. Şekil 6'da verilen deney sonuçlarının grafikleri incelendiğinde, tüm katı oranları ile yapılan flokülasyon deneylerinde birbirine yakın en düşük bulanıklık değerleri (yaklaşık 5-6 NTU) elde edildiği ancak katı oranı arttıkça kullanılması gereken optimum flokülant miktarlarının da arttığı görülmektedir. Dolayısıyla katı oranının artması yani floküle edilecek tane sayısının ve yüzey alanının artması, gerekli optimum flokülant dozajının artmasına neden olmaktadır [22]. Şekil 6'da görüldüğü gibi, farklı katı oranlarında hazırlanan atık su numunelerinin en düşük bulanıklık değerlerinin elde edildiği optimum flokülant dozajları; sırasıyla %0.06 katı oranı için 0.06 mg/L, %0.1 katı oranı için 0.06 mg/L, %0.5 katı oranı için 0.2 mg/L ve %1 katı oranı için 0.6 mg/L olarak belirlenmiştir.

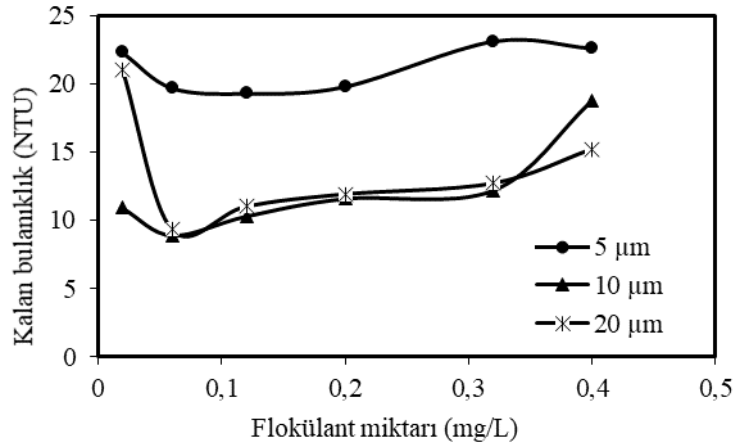


Şekil 6. Farklı katı oranlarında yapılan flokülasyona anyonik flokülant dozajının etkisi (pH:8.2, Flokülant tipi: Anyonik (SPP 508), Tane boyutu: -20 µm)

### 3.3. Tane Boyutunun Flokülasyona Etkisi

Tane boyutunun flokülasyona etkisini belirlemek üzere pH 8.2'de sabit katı oranında, anyonik flokülant ve -20 mikron, -10 mikron ve -5 mikron kuvars içeren atık su numuneleri ile flokülasyon çalışmaları yapılmıştır. Sonuçlar Şekil 7'de verilmiştir. Farklı tane boyutunda yapılan flokülasyon deneyleri sonuçlarına göre, 0.06 mg/L anyonik flokülant kullanıldığında

-10 mikron ve -20 mikron boyutunda tane içeren numunelerin deneyler sonrasında ölçülen en düşük bulanıklık değerleri sırasıyla 8,9 NTU ve 9.6 NTU olarak elde edilmiştir. Ancak -5 mikron boyutundaki kuvars taneleri içeren atık suyun flokülasyonu sonucunda 0.12 mg/L anyonik flokülant dozajında çöktürme sonunda elde edilen temiz suyun en düşük bulanıklık değeri diğerlerine kıyasla daha yüksek olarak 19.3 NTU olarak bulunmuştur. Atık suyun içerdiği askıda tanelerin boyutu azaldıkça, sabit karıştırma koşullarında polimer moleküllerinin tanelerle karşılaşma ve köprü oluşturma olasılığı azalmaktadır. Bu durum flokülasyonun başarısını düşürmekte ve bulanıklık giderim verimi azalmaktadır [23]. Bu nedenle karıştırma süresini ve şiddetini arttırmak, ince tanelerin flokülasyon başarısını artırabilir.



Şekil 7. Farklı tane boyutlarında yapılan flokülasyona anyonik flokülant dozajının etkisi (pH:8.2, Flokülant tipi: Anyonik (SPP 508), Katı oranı:%0.06)

#### 4. Sonuçlar

Atık suların içerdiği çok ince boyutlu tanelerin temizlenmesinde genellikle flokülasyon veya koagülasyon yardımı ile tanelerin çöktürülmesi yöntemleri yaygın olarak uygulanmaktadır. Katı sıvı ayırımı yöntemlerinin verimli ve ekonomik olarak gerçekleştirilmesi, flokülasyon yönteminin başarısına bağlıdır. Çalışmada, ince kuvars taneleri içeren atık suya flokülasyon yöntemi uygulanmış; flokülant tipi, miktarı, tane boyutu ve katı oranının flokülasyon üzerine etkileri araştırılmıştır.

Çalışılan doğal pH değerinde (8.2) kuvars taneleri negatif yüzey yüküne sahip ve kararlı bir süspansiyon oluşturmalarına rağmen, diğer flokülantlara kıyasla anyonik flokülant ile iyi bir flokülasyon başarısı elde edilmiştir. %0.06 katı oranı ve -20 mikron tane boyutunda kuvars ile hazırlanan atık su numuneleriyle yapılan deneysel çalışmalarda en iyi flokülasyon başarısı anyonik flokülant (SPP 508) kullanılması ile elde edilmiş olup, başlangıç bulanıklık değeri olan 210 NTU oluşan flokların çökmesi sonucunda 9.6 NTU'ya düşürülmüştür.

Süspansiyon katı oranının artması ile gerekli optimum flokülant dozajının arttığı belirlenmiştir.

-20 mikron tane boyutu ve farklı katı oranlarında hazırlanan atık su numunelerinin en düşük bulanıklık değerlerinin elde edildiği optimum flokülant dozajları ise %0.06 katı oranı için 0.06 mg/L, %0.1 katı oranı için 0.06 mg/L, %0.5 katı oranı için 0.2 mg/L ve %1 katı oranı için 0.6 mg/L olarak bulunmuştur.

Tane boyutunun artmasının flokülasyon başarısını olumlu yöne etkilediği tespit edilmiştir. -10 mikron ve -20 mikron boyutunda tane içeren atık sularda en düşük bulanıklık değeri sırasıyla 8,9 NTU ve 9.6 NTU olarak elde edilirken, -5 mikron boyutunda tane içeren atık sularda en düşük bulanıklık değeri 19.3 NTU olarak elde edilebilmiştir.

## Teşekkür

Bu çalışma; 200815020 No'lu proje kapsamında, Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Koordinasyon Birimi tarafından desteklenmiştir.

## Kaynaklar

- [1] İpekoğlu Ü, “Susuzlandırma ve Yöntemleri”, Dokuz Eylül Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Yayın No: 179, 2. Baskı, Bornova, İzmir, 1997.
- [2] Gregory J., “Particles in water: Properties and Process”, IWA Publishing, CRC Press, Taylor&Francis Group, London, 2005.
- [3] Tripathy T., Ranjan De B., “Flocculation: A New Way to Treat the Waste Water”, Journal of Physical Sciences, 2006, 10: 93–127.
- [4] Hogg R., “Flocculation and dewatering”, International Journal of Mineral Processing, 2000, 58: 223-236.
- [5] Rosa J.J., Rubio J, “The FF (flocculation–flotation) process”, Minerals Engineering, 2005, 18:701-707.
- [6] Somasundaran P., Krishnakumar S., “Adsorption of surfactants and polymers at the solid-liquid interface”, Colloids Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 1997, 491–513.
- [7] Ersoy B, “Mermer işleme tesisi atık su arıtımında kullanılan flokülantların tanıtımı”, Türkiye IV. Mermer Sempozyumu, Afyon, 449-462, 2003.
- [8] Pearse M.J., Weir S., Adkins S.J., Moody G.M., “Advances in mineral flocculation”, Mineral Engineering, 2001, 14: 1505-1511.
- [9] Pearse M.J., “Historical use and future development of chemicals for solid–liquid separation in the mineral processing industry”, Minerals Engineering, 2003, 16: 103–108.
- [10] Sabah E., Açiksöz C., “Flocculation Performance of Fine Particles in Travertine Slime Suspension”, Physicochemical Problems of Mineral Processing, 2012, 48(2): 555–566.
- [11] Besra L., Sengupta D.K., Roy S.K., “Particle characteristics and their influence on dewatering of kaolin, calcite and quartz suspensions”, International Journal of Mineral Processing, 2000, 59: 89–112.
- [12] Mpofo P., Addai-Mensah J., Ralston J., “Investigation of the effect of polymer structure type on flocculation, rheology and dewatering behavior of kaolinite dispersions”, International Journal of Mineral Processing, 2003, 71: 247–268.
- [13] Rossini M., Garrido J., Garcia Galluzo M.,” Optimization of the coagulation flocculation treatment influence of rapid mix parameters”, Water Research, 1999, 33(8): 1817–1826
- [14] Cengiz İ., Sabah E., Özgen S., Akyıldız H., “Flocculation of Fine Particles in Ceramic Wastewater Using New Types of Polymeric Flocculants”, Journal of Applied Polymer Science, 2009, 112: 1258–1264.
- [15] Ersoy B., “Effect of pH and Polymer Charge Density on Settling Rate and Turbidity of Natural Stone Suspensions”, International Journal of Mineral Processing, 2005, 75: 207–216.
- [16] Gregory J., Guibai L., “Effects of dosing and mixing conditions on polymer flocculation of concentrated suspensions”, Chemical Engineering Communications, 1991, 108: 3–21.
- [17] Özkan A., Uçbeyiay H., Düzyol S., “Comparison of stages in oil agglomeration process of quartz with sodium oleate in the presence of Ca (II) and Mg(II) ions”, Journal of Colloid and Interface Science, 2009, 329: 81-89.
- [18] Henderson J.M., Wheatley A.D, “Factors Affecting the efficient flocculation of tailings by Polyacrylamides”, Coal Preparation, 1987, 4: 1-49.
- [19] Başaran H. K., Taşdemir T., “Determination of Flocculation Characteristics of Natural Stone Powder Suspensions in the Presence of Different Polymers”, Physicochemical Problems of Mineral Processing, 2014, 50(1): 169–184.



- [20] Taşdemir T., Kurama H., “Fine Particle Removal from Natural Stone Processing Effluent by Flocculation”, *Environmental Progress & Sustainable Energy*, 2012, 32(2): 317–324.
- [21] Taşdemir T., Erdem V., “Flokülasyon yöntemi ile atık sudan askıda tanelerin giderimi”, *Eskişehir Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*, 2010, 23(1): 109-121.
- [22] Owen A.T., Fawell P.D., Swift D.M., Labbett D.M., Benn F.A., Farrow J.B., “Using turbulent pipe flow to the study the factors affecting polymer-bridging flocculation of mineral systems”, *International Journal of Mineral Processing*, 2008, 87: 90-99.
- [23] Mishra K.P., Gupta K.D., Tripathy P.S.M., Singh N.M., “Effect of variation of particle size and agitation on the flocculation of coals by polymeric flocculants”, *Journal of Indian Chemical Society*, 1996, 73 (4-5): 223.
- [24] Taşdemir T., Taşdemir A., “Some factors affecting flocculation properties of fine quartz particles”, *III International Conference on Engineering and Natural Sciences*, Budapest, Hungary, 114, 2017.