

## Killerin Susuzlandırılmasında Ultrasonik Titreşimin Etkisi

G. Önal, M. Özer & F. Arslan

*İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher-Kömür Hazırlama ve Değerlendirme Anabilim Dalı, 344689, Maslak-İstanbul*

**ÖZET:** Kil Zenginleştirme tesislerinde, susuzlandırma işlemi, elde edilecek kil konsantrelerinin seramik sanayiinde kullanılabilmesi için, en önemli adımlardan birini oluşturmaktadır. Genellikle, zenginleştirilmiş killerin, küçük boyutlu olmalarından dolayı, susuzlandırma amaçlı çöktürülmesi zor olmakta, fazla zaman almakta ve uygun katı konsantrasyonlarına ulaşamamaktadır. Çökme işlemlerinde, çökme hızını arttırmak amacıyla değişik karakterli flokülantlar kullanılabilir. Seramiğin kalitesini etkilemesinden dolayı, kil çöktürmede flokülant tercih edilmemektedir. Bundan dolayı bu çalışmada, seramik endüstrisi ile ilgili bu sorunu çözmek amacıyla, kil çöktürme işlemlerinde ultrasonik titreşim ilk defa kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlara göre de, ultrasonik titreşim uygulaması ile çöktürme hızı ve verimliliğinin arttığı ortaya konulmuştur.

**ABSTRACT:** Dewatering is the most important unit operation during the preparation of clay concentrates to use for the ceramic industry. In general, processed clay is difficult to dewater because of their very fine particle sizes, the length of settling time and difficulty for the concentrates to reach high solid concentrates. Flocculant can be used to accelerate the clay settling rate, but, they may affect the quality of the ceramic materials. In this investigation, to solve this settling problem for the ceramic industry, an ultrasonic vibration method was applied, for the first time. The results show that the ultrasonic method accelerates the clay settling rate and increases the recovery.

### 1.GİRİŞ

Seramik üretiminde, hammadde olarak kullanılan killerin, seramik sanayinin teknolojik şartlarını sağlayabilmeleri için zenginleştirilmeleri, elde edilecek ürünlerin kalitesi yönünden son derece önemlidir. Zenginleştirme yöntemi, kilin özelliklerine göre belirlenmekle birlikte, çok yaygın olarak zenginleştirme işlemlerinde su kullanılmaktadır. Bunun sonucu olarak, elde edilen konsantreler pülp halinde elde edilmektedir. Konsantrelerin seramik sanayinde kullanıma hazır olması için su-katı karışımının (pülpün) susuzlandırılması en önemli işlemlerden birini oluşturmaktadır.

Kil zenginleştirme tesislerinde, konsantrelerin susuzlandırılması genellikle tükener adı verilen tanklarda yapılmaktadır. Belli oranda koyulaştırılan

ürünler, daha sonra filtrasyon işlemine tabii tutularak ürünün su içeriği istenilen düzeylere indirilmektedir. Özellikle tükenerlerde çöktürme ile yapılan koyulaştırma işlemi killerin doğal özelliklerinden ve boyutlarından dolayı çok uzun süreler almakta, tesis üretim kapasitesi buna bağlı olarak düşük olmaktadır. Kil-su karışımının karakteristik yapılarının ve özelliklerinin değiştirilmesi susuzlandırma işlemlerinde verimi doğrudan etkilemektedir. Bu özelliklerin değiştirilmesi, kil taneleri ile su arasında bağ kuvvetlerinin azalmasına neden olarak, suyun daha kolay uzaklaşmasına yardımcı olur. Bu etkiyi sağlayarak, susuzlandırma verimini arttırmak amacıyla değişik fiziksel ve kimyasal yöntemler kullanılmaktadır. Bunlardan mekanizması bilinen ve en yaygın olarak kullanılanı, kimyasal reaktifler ile flokülasyon sağlama işlemidir. Killerin susuzlandırılmasında, seramik ürünlerinin kalitesini

etkilemesinden dolayı, kimyasal reaktiflerin kullanımı tercih edilmemektedir. Bu sorun araştırmacıları, tikinerlerde çökme hızını ve susuzlandırma verimini arttıracak alternatif yöntem arayışlarına itmektedir[1].

Özellikle malzemelerin fiziksel özelliklerini karakterize etmek amacıyla kullanılan ultrasonik titreşim, metal yüzeylerinin temizlenmesi, tıbbi tasarımlarda, emisyonlarda partikül dispersiyonun stabilitesini sağlamak amacıyla bir çok alanda kullanılmaktadır. Ultrasonik titreşimin, madencilik söktöründe özellikle cevher hazırlama ve zenginleştirme işlemlerinde de kullanılabilirdiği araştırmalarla saptanmıştır[1,2,3].

Bu çalışmada, kil zenginleştirme tesislerindeki çöktürme işlemlerinde, çökme hızını ve susuzlandırma verimini arttırmak amacıyla ultrasonik titreşimin, kullanılabilirliği, ilk kez araştırılmıştır.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM

Çizelge 1'de kimyasal özellikleri verilen Söğüt yöresine ait zenginleştirilmiş kil numunesinin değişik koşullarda çöktürme deneyleri yapılarak, ultrasonik titreşimin çöktürmede etkisi araştırılmıştır. Araştırma, flokülant ilavesi olmaksızın, doğal ortamda ve ultrasonik titreşim etkisinde çöktürme deneylerini ve flokülant ilavesi ile doğal ortamda ve ultrasonik titreşim etkisinde yapılan deneyleri kapsamaktadır. Ayrıca, laboratuvar ölçekli çöktürme deneyleri sonuçları ışığında, pilot ölçekte 75,5 cm çapında tikinerde, 25 KHz frekansında titreşim yaratabilen transduser'lar kullanılarak, çöktürme deneyleri yapılmıştır.

Pülplü halinde bidonlarla İ.T.Ü Cevher Hazırlama laboratuvarına getirilen kil numunesi, çöktürme

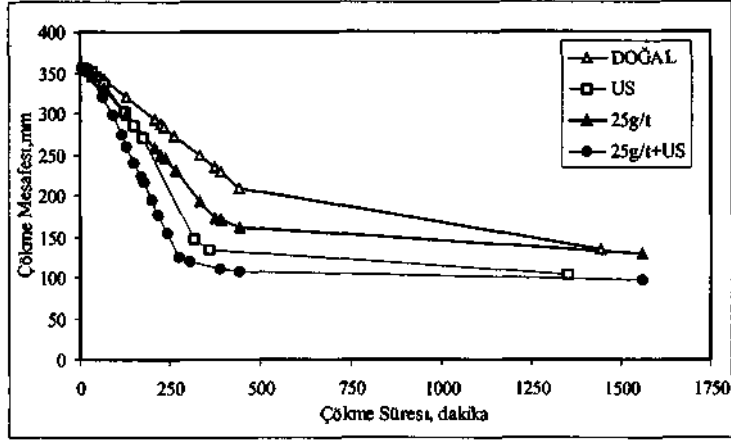
deneyleri öncesi bir kanştırıcı ile karıştırılmıştır. Ölçeklendirilmiş 2 litre hacimli mezür ve 25 KHz frekans yaratabilen 0.5 kW gücünde bir ultrasonik banyo kullanılarak çöktürme deneyleri gerçekleştirilmiştir. Ayrıca flokülant ilavesi ile yapılan deneylerde, %0.1 konsantrasyonunda Superfloc A120 flokülantı kullanılmıştır. Çöktürme deneyleri boyunca, süreye bağlı olarak çökme sırasındaki katı taneleri içeren kısmın çökme mesafeleri kaydedilerek, çökme eğrileri çizilmiştir. Bununla birlikte her deney sonunda elde edilen çökeleğin pülpte katı oranı tespit edilerek değerlendirilmesi yapılmıştır.

Çizelge 1. Deneysel Çalışmalarda Kullanılan Kil Numunesinin Kimyasal Özellikleri

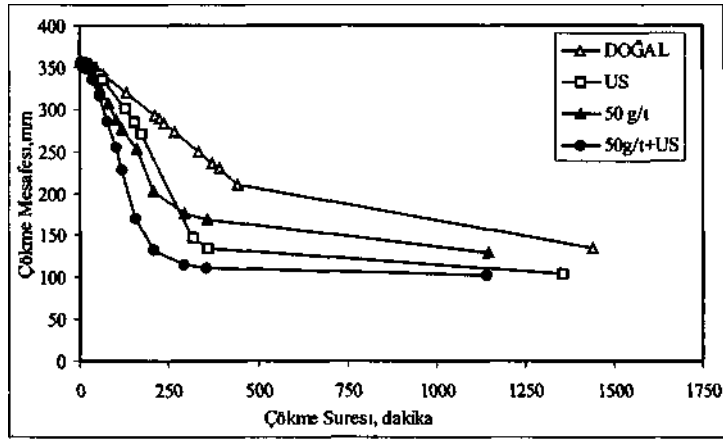
BİLEŞİM	İÇERİK (%)
SiO <sub>2</sub>	51.08
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	32.97
TiO <sub>2</sub>	0.85
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	1.78
CaO	0.50
MgO	0.36
Na <sub>2</sub> O	0.34
K <sub>2</sub> O	0.59
SO <sub>4</sub>	0.11
Kızdırma Kaybı	12.04

## 3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

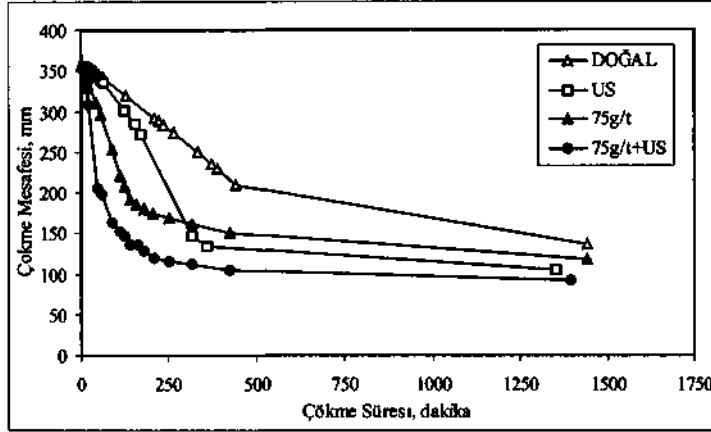
Aynı pülpte katı oranlarında (%9) hazırlanmış kil numuneleri ile, flokülant ilavesi olmaksızın doğal ve ultrasonik ortamda ve 25-50-75 g/t flokülant ilave edilerek doğal ve ultrasonik ortamda çöktürme deneyleri yapılmıştır. Yapılan çöktürme deneyi sonuçları Şekil 1, 2, 3' de, çökme öncesi ve sonrası pülpte katı oranı değerleri Çizelge 2'de verilmektedir.



Şekil 1. Ultrasonik Titreşim etkisinde ve doğal ortamda 25 g/t Flokülan İlavesi ile Gerçekleştirilen Çöktürme Deneyi Sonuçları



Şekil 2 Ultrasonik Titreşim etkisinde ve doğal ortamda 50 g/t Flokülan İlavesi ile Gerçekleştirilen Çöktürme Deneyi Sonuçları



Şekil 3. Ultrasonik Titreşim etkisinde ve doğal ortamda 75 g/t Flokülant İlavesi ile Gerçekleştirilen Çöktürme Deneyi Sonuçları

Çizelge 2. Yapılan Çöktürme deneylerinin Başlangıç ve Deney sonu koşulları

Viskozite (cP)	Başlangıç pH	Deney Şartları	Başlangıç PKO (%)	Çökme Sonu PKO (%)
20.10	8.30	Doğal Çökme	8.8	21.3
		Ultrasonik Çökme(US)	8.7	23.5
		Doğal Ortamda 25g/t Flokülant	8.9	22.1
		25 g/t Flokülant+US	9.0	24.6
		Doğal Ortamda 50g/t Flokülant	9.2	22.9
		50g/t Flokülant+US	9.2	27.6
		Doğal Ortamda 75g/t Flokülant	9.2	24.7
		75g/t Flokülant+US	9.2	30.3

Deney sonuçları incelendiğinde; ultrasonik titreşimin çöktürmede, çökme hızını olumlu yönde etkilediği görülmektedir. Çökme sonu pülpte katı oranı degen, ultrasonik titreşim etkisinde %23.5 olmakla birlikte, doğal ortamda bu değer %21.3'dür. Ultrasonik titreşim etkisinde flokülant ilave edilmesi durumunda ise; çökme daha da hızlanmaktadır. Çizelge 2 incelenirse, çökme sonu pülpte katı oranları, 25 g/t flokülant ilavesinde, %24.6, 50 g/t flokülant ilavesinde %27.6 ve 75 g/t flokülant ilavesinde %30.3 olmaktadır. Özet olarak, tek başına veya flokülant ilavesi ile birlikte

ultrasonik titreşim çöktürme işlemlerini olumlu yönde etkilemektedir.

Yapılan laboratuvar ölçekli deney sonuçları ışığında, pilot ölçekte tükürer üzennde ultrasonik transducer'larla yapılan çöktürme deneyi sonuçları, laboratuvar ölçekte elde edilen sonuçlarla uyum göstermektedir.

#### 4. SONUÇLAR

- Yapılan laboratuvar çaplı çöktürme deneyleri sonucunda, ultrasonik titreşim etkisinde çöktürme işleminin, doğal ortamda yapılan çöktürme işlemine göre daha verimli olduğu görülmektedir.
- Ultrasonik titreşim etkisinde flokülant ilave edilmesi, çökme hızını arttırmaktadır.
- Laboratuvar deneyleri sonunda elde edilen sonuçlara, pilot ölçekli çöktürme deneyleri sonunda da ulaşılmış, ultrasonik titreşimin çöktürme işlemini olumlu yönde etkilemektedir.
- Ultrasonik titreşimin çöktürme işlemlerinde kullanılması durumunda, daha kısa sürelerde daha yüksek pülpte katı oranlarına ulaşılmaktadır.
- Çökme hızının artması ve süresinin kısalması ile tükener kapasitesi artacaktır.
- Bu sonuçlar ışığında, ultrasonik titreşimin kil çöktürmesinde endüstriyel uygulamasının yapılması daha sağlıklı verileri ortaya koyacaktır.

#### KAYNAKLAR

Önal G., Özer M., Arslan F., 2003. "Sedimentation of Clay in Ultrasonic Medium" Minerals Engineering,, 16, 129-134.

Aldrich A., Feng D., 1999. Technical Note; *Effect of Ultrasonic Preconditioning of Pulp on the Flotation of Sulphide Ores.* Minerals Engineering, Vol.12, 6, pp.701-707.

Celik M.S., 1988. *Effect of Ultrasonic Treatment on the Floatability of Coal and Galena.* Proceedings of the II. International Mineral Processing Symposium, Izmir-Turkey, pp. 117-127.

Farmer A.D., Collings A.F., Jameson G.J., 2000. *Effect of Ultrasound on Surface Cleaning of Silica Particles.* Int. J. Mineral Processing, 60, 101-102.

Gallego-Juarez, E., 1994. *New technologies in high power ultrasonic industrial applications.* Proceedings IEEE Ultrasonics Symposium, Cannes, France, Vol.3, pp. 1343-1352.

Özer M., Kangal M.O., Benkli Y.E., Arslan F., Onal G., 2001. *Effect of Ultrasonic treatment on the sedimentation of clays, New Developments in Mineral Processing* (Proceedings of the 9<sup>th</sup> Balkan Mineral Processing Symposium), Eds. G. Onal, S. Atak, A. Guney, M.S. Celik, A.E. Yüce, Istanbul-Türkiye, 11-13 Sept. 2001, pp 63-68.

Riera-Franco de Sarabia, E., Gallego-Juarez, E., Rodriguez-Corral, G., Elvira-Segura, L., Gonzales-Gomez, I., 2000. *Application of high-power ultrasound to enhance fluid/solid particle separation Processes.* Ultrasonics, 38,642-646

Smythe, M.C., Wakeman, R.J., 2000. *The use of ultrasonic fields as a filtration and dewatering aid.* Ultrasonics, 38, 657-661