

# *Geliştirilmiş Laboratuvar Flotasyon Hücresi*

The Modified Laboratory Flotation Cell

Güiñhan ÖZBAYOĞLU (\*)  
Cahit HİÇYILMAZ (\*.)

## Ö Z E T

Laboratuvar çaplı flotasyon hücrelerinde deney süresince palp düzeyinin sürekli değişmesi ve köpük alma işleminin araştırmacıya bağımlı olması gibi nedenlerle tekrarlanabilir sonuçlar alınmasında güçlük çekilmektedir. Bu sakıncaların giderilmesi için Denver Sub-A Flotasyon hücresinde bazı değişiklikler yapılmıştır. Geliştirilmiş hücre, köpük alma işlemini kişiye bağı olmaktan kurtarmakla kalmayıp, flotasyon hızını arttırmış ve standart sapması düşük sonuçların elde edilmesine olanak vermiştir.

## ABSTRACT

In the laboratory flotation cells, due to the continuous changes in the pulp level add operator dependent froth removal, it is difficult to obtain reproducible results. In order to minimize them, some modifications have been made on Denver Sub-A flotation cell. Modified cell does not only reduce the operator dependency of froth removal, but also it improves the flotation kinetic by increasing its rate. It gives the possibility to obtain reproducible results with low standart deviation.

(\*) Doç. Dr, Maden Mühendisliği Bölümü-ODTÜ Ankara

<\*\*) Araştırma Görevlisi, Maden Mühendisliği Bölümü-ODTÜ Ankara

## 1, GİRİŞ

Laboratuvarlarda küçük boyutlarda yürütülen flotasyon çalışmaları çeşitli firmaların ürettikleri flotasyon makinalarında gerçekleştirilmektedir. Bu makinalarda: pervane hızı, hava akımı, palp düzeyi ve köpük alınması gibi hususların kontrollü olması gerekirken, mevcut laboratuvar çaplı flotasyon makinalarında yalnızca pervane hızı ayarlanabilmektedir. Özellikle köpük toplanmasının elle yapıldığı bu makinalarla aynı örnekle çalışan farklı araştırma merkezlerinden değişik sonuçlar elde edilmektedir. Hatta aynı araştırmacının tekrarlanabilir sonuçlar üretebilmesi bile güç olmaktadır.

Laboratuvar deney sonuçlarındaki bu farklılıklar şu nedenlerden kaynaklanmaktadır:

— Köpük alma şeklinin araştırmacıya bağımlı olması (köpük alma işlemi otomatik olmadığından köpüğün ajınma süresi ve miktarı araştırmacılara göre farklı olacaktır),

— Deney süresince palp düzeyinin sürekli değişmesi.

Flotasyon makinaları genelde cevher flotasyonu için tasarlandıklarından, kömürle çalışması halinde kömürün cevherlere nazaran daha süratli flotasyon hızına sahip oluşu, köpüğe fazla miktarda örnek geçmesi ve miks tanelerinin durumundan kaynaklanan diğer bazı güçlükler de ortaya çıkmaktadır. Yukarıda sayılan zorlukların giderilmesi ve tekrarlanabilir sonuçlara ulaşılması amacıyla, flotasyon makina ve hücrelerinde bazı değişiklikleri öngören araştırmalar yapılmıştır.

Dell ve Bunyard(1) köpük alma işleminden doğan problemleri azaltmak amacıyla «Leeds» isimli bir flotasyon hücresi geliştirmişlerdir. Bakır cevherini yüzdürdükleri bu hücrede standart sapması az, birbirine yakın flotasyon sonuçları elde etmişlerdir.

Roberts, Firth ve Nicol(2) adlı araştırmacılar da flotasyon hücresinde yap-

tıkları yeniliklerle palp düzeyini kontrol etmeyi ve pervane şaftının arkasından köpük toplama zorluklarını gidermeyi başarmışlardır.

Luttrell ve Yoon(3) ise Denver marka flotasyon hücresine elektronik olarak palp düzeyini ve hava miktarını kontrol eden birimleri eklemelerinin yanısıra, hücreye palet takmak suretiyle köpüğün otomatik olarak toplanmasını sağlamışlardır, 8u araştırmacılar da bakır numunesi için standart sapması az, tekrarlanabilir sonuçları elde etmişlerdir.

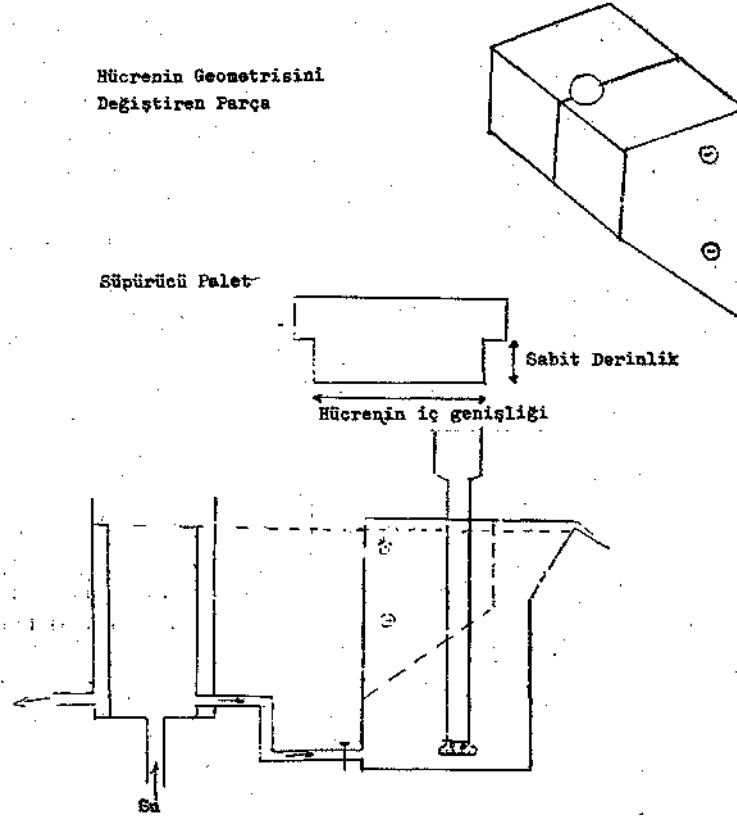
ODTÜ Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama laboratuvarlarında da Denver Flotasyon makinasını kullanmak üzere Robert, Firth ve Nicol'un tasarımına sadık kalarak bir hücre geliştirilmiş ve kömür flotasyonu için denenmiştir.

## 2. YENİ FLOTASYON HÜCRESİNİN ÖZELLİKLERİ

Pleksiglas'tan yapılan yeni hücre 1 lt kapasitelidir. Hücreye, Şekil 1'de, görülen palp düzeyini kontrol edici bir birim bağlanmıştır. Bileşik kaplar sistemine dayanarak yapılan bu düzenekte palp düzeyi aynı kalmakta, böylece palp düzeyinin değişmesinden kaynaklanan hatalar giderilmektedir. İç içe geçmiş iki kaptan oluşan bu düzeneğe alttan iç kaba sürekli su verilmekte ve bu su üstten dış kaba taşarak atılmaktadır. İç kap\* flotasyon hücresine bağlı olduğundan flotasyon hücresinde palp düzeyi sabit kalmaktadır.

Yine bu hücreye, köpüklerin şaftın arkasında oluşmasını önlemek amacıyla, hücrenin geometrik şeklini değiştiren bir ek yapılmıştır. Böylece köpük yalnızca ön tarafta oluşmakta ve süpürülmesi kolay olmaktadır;

Son olarak, köpüğün hücrenin genişliği boyunca toplanmasını sağlamak amacıyla yeni bir süpürücü palet yapılmıştır. «T» biçiminde oluşu nedeniyle «paletsin palp içine daldırılması da denetlenmekte ve daha düzenli bir köpük alınmaktadır.



Palp düzeyini Sabit Tutan Sistem

Şekil 1 : Geliştirilen hücrenin parçaları ve sistemin görünümü

### 3. DENEYLER

Klasik Denver Flotasyon hücresiyle geliştirilen flotasyon hücresini kıyaslamak amacıyla bir seri deney yapılmıştır.

Deneylerde Erzurum - Aşkale linyit örneği kullanılmıştır. -28 meş'e öğütülen örneğin, toplayıcı olarak 950 g/ton gazyağı ve köpürtücü olarak daj 200 g/ton MiBC (Metil isö bütül karbinolj'ün eklenmesiyle yüzdürülmesine çalışılmıştır. Toplayıcı ve köpürtücü için 1'er dakika şartlandırma süresinin verildiği deneylerde flotasyon zamanı 3 dakika olarak alınmıştır. Flotasyon deneyleri % 20 (ağırlıkça) katı palp yoğunluğunda gerçekleştirilmiştir. Havanın hızı 2,75 lt/dakika pervanenin hızı ise 1500 devir/dakika olarak sabit tutulmuştur.

Aynı şartlarda yürütülen deneyler hücrelerin denge durumlarını kıyaslamak için yapılmıştır ve sonuçları çizelge-1 ve 2'de gösterilmiştir.

Çizelge 1. Klasik Hücrede Yapılan Kömür Flotasyonu Sonuçları

Deney No.	Kül (%)'	Verim % (ağırlıkça)
1	22,6774	81,96
2	23,9032	84,29
3	22,2961	82,51
4	24,0715	82,63
5	24,2686	83,17

$$** K: = 23,4433 \quad R = 82,9120$$

$$^1 = 0,8930 \quad S_R = 0,8821$$

$$(*) \text{ Standart Sapma, } S_x = \sqrt{\frac{1}{N-1} \sum_{i=1}^N (X_i - \bar{X})^2}$$

bağıntısıyla hesaplanmış olup, her değer ortalama değerden farklılık derecesini göstermektedir.

$$(**) \text{ Ortalama Değer, } \bar{X} = \frac{\sum_{i=1}^N X_i}{N}$$

Çizelge 2. Geliştirilen Hücrede Yapılan Kömür Flotasyonu Sonuçları

Deney No.	Kül (%)	Verim % (ağırlıkça)
1	23,6548	83,24
2	23,6212	83,27
3	23,7673	83,71
4	23,6471	83,79
5	23,3374	83,65
K = 23,6055		R = 83,5320
S <sub>K</sub> = 0,1600		S <sub>R</sub> = 0,2579

Çizelge 1 ve 2'den görüldüğü gibi geliştirilmiş hücreyle elde edilen sonuçların Stajndart Sapması klasik hücreyle elde edilen sonuçların standart sapmasından daha azdır. Bu da geliştirilen hücreyle birbirine daha yakın sonuçlar elde edildiğini göstermektedir.

İkinci seri deneyler hücrelerin kinetiğini kıyaslamak amacıyla yürütülmüştür. Bu deneylerin sonuçları çizelge-3 ve 4'te görülmektedir.

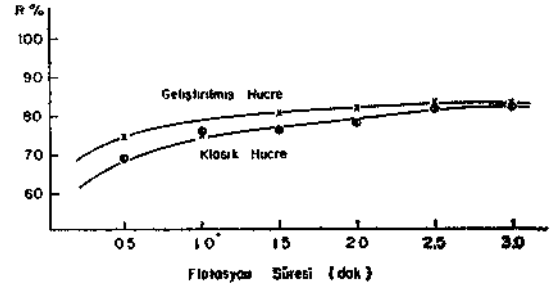
Çizelge 3. Klasik Hücrenin Kinetiği

Flotasyon Süresi (dak)	Kül (%)	Verim % (ağırlıkça)
0,5	20,9357	69,20
1,0	21,9127	76,37
1,5	22,0178	76,47
2,0	22,4618	78,38
2,5	23,1246	82,36
3,0	23,4433	82,91

Çizelge 4. Geliştirilmiş Hücrenin Kinetiği

Flotasyon Süresi (dak)	Kül (%)	Verim % (ağırlıkça)
0,5	21,9818	75,10
1,0	22,7496	75,38
1,5	22,9261	81,23
2,0	23,4134	82,11
2,5	23,5641	83,42
3,0	23,6055	83,53

Çizelge-3 ve 4'teri görüldüğü gibi geliştirilmiş hücreyle daha kısa sürede denge durumuna gelmektedir. Şekil-2'de de açıkça görüldüğü gibi klasik hücrede sabit sonuçlara 2,5 dakika sonunda ulaşılabildiği halde, geliştirilmiş hücrede 1,5 dakikadan sonra denge kurulabilmektedir.



#### 4. SONUÇLAR

Geliştirilmiş flotasyon hücresiyle yapıları flotasyon çalışmalarında, klasik hücreyle yapılarına göre standart sapması daha düşük yani birbirine daha yakın sonuçlar alınmıştır. Böylece araştırmacıdan kaynaklanan birçok sorun giderilmiş olmaktadır. Ayrıca (geliştirilmiş hücrenin flotasyon hızı oldukça yüksek olup, kısa sürede denge kurulabilmektedir.

#### KAYNAKLAR

- 1- Dell CC-, Bunyard M.J., «Development of An Automatic Flotation Cell For The Laboratory», Inst. Min. Metali- Trans-, 18 Set. C, pp: 246-248, 1972.
- 3- Roberts T., Firth BA-, Nicol SK-. «A Modified Laboratory Cell For The Flotation Of Coal», Int Journal of Mineral Processing, 9, pp: 191-200, 1982.
- 3- Luttrell GH-, Yoon R-H-, «Automation Of A Laboratory Flotation Machine For Improved Performance», Int. Journal of Mineral Processing, 10, pp: 165-172, 1983-