

TAŞKÖMÜRLERİN PETROGRAFIK İÇERİKLERİNİN DOĞAL YÜZEBİLİRLİCE ETKİSİ

GUIhan ÖZBAYOĞLU*

ÖZET

Bu araştırmanın amacı, kömürlerin petrografik kompozisyonlarının, onların doğal yüzebilirliklerine olan etkisinin tespitidir.

Çalışmaya, Çaydamarı ile bu damarın litotiplerinin yüzey özelliklerinin tespit edilmesiyle başlanılmıştır. Diğer iki kömür damarının, Piriç ve Acılık kömür damarlarının, yüzey özellikleri tespit edildikten sonra, elde edilen sonuçlar, her üç damarın kimyasal ve petrografik kompozisyonları ile bağdaştırılmaya çalışılmıştır.

Kömür numunelerinin doğal yüzebilirliklerinin tespiti için elektrokinetik, flotasyon, temas açısı ölçümleri ile adsorpsiyon deneyleri uygulanmıştır. Elektrokinetik ölçümlerde elektroforez yönteminden faydalanılmıştır.

DeneySEL bulguların ışığında, kömürlerin yüzebilirliği ile onların petrografik kompozisyonları arasında bir korelasyon kurulmuştur. Buna göre, taşkömürlerde, vitrinite yüzdesi arttıkça, kömürlerin yüzebilirlikleri de artmaktadır.

ABSTRACT

The purpose of this research was to determine the effect of petrographic compositions of coals on their natural floatabilities.

The study was started to ascertain the properties exhibited by the surface of the Çaydamar coal and its lithotypes. Then, the surface properties of the other coal seams, namely Piriç and Acılık were determined. The results were interpreted in terms of the chemical and petrographic compositions of coals. Electrokinetics, flotation, contact angle measurements and adsorption tests have been used to investigate the natural floatabilities of the coal samples. The specific electrokinetic technique used was electrophoresis.

On the basis of experimental data, a correlation was established between the floatability of coals and their petrographic compositions. The floatability of bituminous coal samples improved with the increase in their vitrinite contents.

(*) Y.Prof. Dr. ODTu Maden Müh. Böl. Ankara

wn

1. GİRİŞ

Kömürün doğal yüzebilirliği eskiden beri bilinmekte olup, bu özelliği onu meydana getiren bitkinin cinsine ve bu bitkinin toprak altında kalma süresine, yani yaşına bağlıdır. Aynı yaştaki kömürlerde ise doğal yüzebilirlik kömürün kimyasal ve petrografik kompozisyonu ile ilgilidir. Eğer kömürü oluşturan petrografik bantların (litotiplerin) yüzey özellikleri tespit edilebilirse, ana kömür damarının doğal yüzebilirliğini izah etmek mümkün olacaktır.

Kömürün yüzey özelliklerinin tespiti ince kömürlerin temizlenmesi, kömürün litotiplerinin zenginleştirilmesi, kükürt ve kül yüzdesinin düşürülmesi ve sirkülasyon suyunda biriken kil miktarının düşürülmesi gibi kömür flotasyonunun birçok problemi ile ilgilidir. Bu özellikler ayrıca süzme, peletleme ve flokulasyon gibi yüzeye bağlı bazı proseslerde de önemlidir.

Bu çalışmanın amacı, Üzümez bölgesindeki taşkömürü damarlarından Çay, Acılık ve Piriç'in yüzey özelliklerinin tespiti ve bunların petrografik kompozisyonlarının doğal yüzebilirliklerine olan etkisinin incelenmesidir.(1)

Araştırma sırasında önce Çay, Acılık ve Piriç damarlarının oluk numuneleri ile Çay damarının litotiplerinin kimyasal ve petrografik kompozisyonları tespit edilmiş, daha sonra elektrokinetik potansiyel ölçümleri, temas açısı ve adsorplama deneyleri ile litotiplerin ve oluk numunelerinin yüzey özellikleri incelenmiştir. Kömürlerin petrografik yapılarıyla doğal yüzebildikleri arasında bir ilişki kurulmuş, ayrıca flotasyon deneyleri ile L_n ilişki Jesteklenmiştir.

2. DENEYLER

2.1. NUMUNELERİN ALINIŞI:

Zonguldak havzası Asma bölümünün Çay, Acılık ve Piriç damarlarından 15 cm x 15 cm boyutlarında bütün damarı dikey olarak kesecek şekilde oluk numuneleri alınmıştır. Damarların seçilişinde damar kalınlığının oluk numunesi almaya elverişli olmasına ve damarın çalışır durumda bulunmasına özen gösterilmiştir. Çok geniş ara kesmeler numunelerden seçilerek bunların doğal yüzebilirliğe olan etkisinin en aza indirgenmesine çalışılmıştır.

Çaydamarının özellikle seçilmesinin sebebi diğer damarlara nisbeten litotiplerin bu damarda daha belirgin bantlar şeklinde görülmesindedir.

Litotip numuneleri için Çaydamarının arınındaki değişik lokasyonlardan litotiplerin zengin olduğu parça numuneler toplanmış ve bunlar laboratuvarında

tavukîama yoluyla zenginleştirilerek saf litotip numuneleri hazırlanmıştır. Hem oluk numuneleri, hem de litotipfer oksitlenmeyi önlemek için cam şişelerde su veya nitrojen altında saklanmışlardır.

Aşağıdaki tablolarda hazırlanan numunelerin kimyasal analizleri verilmiştir.

Tablo 1 : KÖMÜR NUMUNELERİNİN KISA ANALİZLERİ

Numuneler	Orijinal Kömürde, %			Kuru, külsüz kömürde%		
	Nem	Kül	Uçucu Madde	Sabit Karbon	Uçucu Madde	Sabit Karbon
Piriç oluk numunesi	0,84	8,96	28,30	61,90	31,37	68,63
Acılık Oluk numunesi	1,14	10,05	27,42	61,39	30,87	69,13
Çay Oluk Numunesi	0,88	12,19	28,62	58,31	32,92	67,08
Vitrain	1,28	3,24	29,98	65,50	31,40	68,60
Durain	0,85	13,27	23,51	62,37	27,38	72,62
Fusain	0,77	5,38	11,85	82,00	12,63	87,37

Tablo 2: KÖMÜR NUMUNELERİNİN ELEMANTER ANALİZİ

Numune	Orijinal Kömürde, %							Kuru, külsüz kömürde, %						
	Kül	C	H	N	Cl	S	O	C	H	N	Cl	S	O	
Piriç	8,96	77,01	4,87	0,78	0,01	0,46	7,06	85,38	5,40	0,87	0,01	0,51	7,83	
Acılık	10,05	77,41	4,75	9,82	0,02	0,10	5,71	87,16	5,35	0,93	0,02	0,11	6,43	
Çay	12,19	77,01	4,59	0,83	0,05	0,36	4,09	88,58	5,28	0,96	0,06	0,41	4,71	
Vitrain	3,24	83,18	4,71	0,94	0,02	0,22	6,41	87,12	4,93	0,98	0,03	0,23	6,71	
Durain	13,27	73,20	4,40	0,75	0,07	0,06	7,40	85,24	5,12	0,87	0,08	0,07	8,62	
Fusain	5,38	85,20	3,39	0,32	0,03	0,17	4,74	90,78	3,61	0,34	0,03	0,19	5,05	

2.2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Numunelerin petrografik analizleri için Leitz Orthoplan-Pol polarize mikroskopu kullanılmış ve otomatik tane sayıcı ile parlatmalarda maseral analizi yapılmıştır (2). Tablo 3'de numunelerin petrografik analizleri verilmiştir.

Tablo 3: NUMUNELERİN PETROGRAFİK ANALİZLERİ

Maseral % Hacim	numuneler					
	Piriç	Acılık	Çay	Vitrain	Durain	Fusain
Vitrintite	88,8	75,4	71,0	95,4	20,2	7,4
Exinite	3,8	3,0	3,8	1,0	10,0	0,3
Inertinite	4,0	17,8	21,2	2,3	66,2	92,0
Pirit	0,2	-	-	-	-	-
Diğer mineral maddeler	3,2	3,8	4,0	1,3	3,6	0,3
Refleksi- yon (vitrintite)	1,22	1,11	1,07	-		

Elektrokinetik potansiyel ölçümlerinde kullanılan yöntem elektrofores yöntemi olup bunun için Rank Brothers firmasına ait MK-11 model elektroforez aparatından faydalanılmıştır. Deneylerde yassı, dikdörtgen kesitli kuvars hücre ile hidrojenle şarj edilmiş palladyum elektrotlar kullanılmıştır.

Flotasyon deneyleri için 1 litre selül hacmi olan Denver Sub-A flotasyon makinesinden faydalanılmıştır. 28 meşin altına öğütülmüş kömür numuneleri, ağırlıkça %12 katı palp yoğunluğunda 6 dakika suyla karıştırılmış, daha sonra reaktif ilave edilerek 3 dakika kondisyonlama yapılmıştır. Bütün deneylerde köpük alma süresi 2 dakika olarak sabit tutulmuştur.

Temas açısı ölçümleri, Rame-Hart firmasına ait NRL Contact Angle Goniometer aletinde yürütülmüştür.

Adsorpsiyon deneylerinde Sun(3), un yöntemi uygulanmıştır.

3. DENEYLERİN İRDELENMESİ

3.1. NUMUNELERİN ÖZELLİKLERİ

Kömür numunelerinin Tablo 1 ve 2'de gösteriler» analizleri incelendiğinde hepsinin kül bakımından oldukça temiz oldukları görülür. Ayrıca toplanan litotiplerin literatürde belirtilen bütün özellikleri taşıdıkları ortaya çıkmıştır (2).

Vitrain en temiz litotip olup, sadece %3 civarında kül içermektedir. Uçucu madde miktarı ise diğerlerinden yüksek olup bu da onun iyi koklaşma özelliğinin nedenidir.

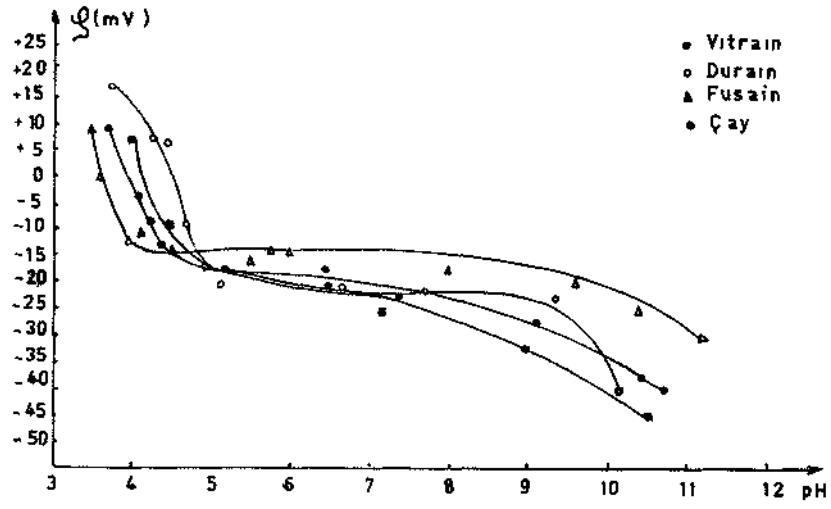
Duzain, exinite bakımından zengin olup sabit karbon yüzdesi diğer litotiplere nazaran çok düşüktür, bununla beraber hidrojen yüzdesi bakımından çok zengin olduğundan hidrojenasyona en elverişli litotiptir.

Fusain ise düşük uçucu madde ve hidrojen içeriğinden dolayı kömürü pek andırmamaktadır ve hidrojenasyona hiç uygun değildir.

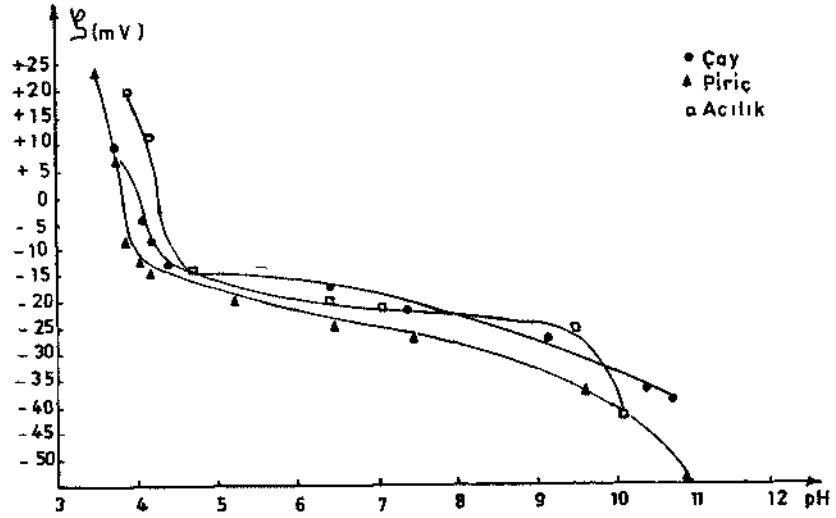
Tablo-3'deki petrografik analizler, bütün olarak numunelerinde vitrinite'In çoğunlukta olduğunu, bunu sırasıyla inertinite ve exinite'in takip ettiğini göstermiştir. Tablo 3'ten ayrıca toplanan litotiplerin masera! bakımından homojen yapılara sahip oldukları anlaşılmıştır, örneğin vitrain bantı % 95 vitrinite'den oluşurken, fusain bantının da % 92 inertinite içerdiği, görülmüştür. Kömürün yaşı gözönüne alındığında durain litotipi de oldukça temizdir.

3.2. KÖMÜRLERİN ELEKTROKİNETİK ÖZELLİKLERİ

Bütün kömür numuneleri saf su içinde negatif elektrokinetik potansiyel (zeta-potansiyel) göstermişlerdir (Şekil 1 ve 2). Kömür yüzeyindeki bu negatiflik onun yapısıyla ilgilidir. Kömür heterojen bir madde olup yüzeyi de anizotropik bir özellik gösterir. Chander ve arkadaşlarının (4) incelemeleri anizotropik yüzeylerin 2 kısımdan oluştuklarını göstermiştir. Bunların birincisi van der Waals bağların kırılmasıyla meydana çıkmış olup hidrofob özellik gösterir, diğeri ise iyonik veya kovalent bağların kırılmasıyla meydana çıkmış olup hidrofilik özelliğe sahiptir. Kömür yüzeyleri için durum aynıdır. Kömür yüzeyinde grafit benzer ve hemen hemen inert özellik gösteren hidrofob kısımlar olduğu gibi kimyasal bağların kırılmasıyla ortaya çıkmış ve hidrofilik özellik gösteren oksit grupları ve inorganik safsızlıklar bulunmaktadır. Kömür yüzeyindeki negatiflik, hidrofilik özellik taşıyan bu kısımlardan ileri gelmektedir.



Şekil 1 : Litotiplerin elektrokinetik potansiyellerinin pH ile değişimi



Şekil 2: Oluk Numunelerinin elektrokinetik potansiyellerinin pH ile değişimi

3.3. pHTON KÖMÜRÜN ZETA-POTANSİYELİNE ETKİSİ

Şekil 1 ve 2'de görüldüğü gibi ortamın hidrojen iyonu konsantrasyonunu değiştirmek kömürün sadece zeta potansiyelinin büyüklüğünü değiştirmekle kalmamış, aynı zamanda onun işaretini de tersine çevirmiştir. O halde H^+ ve OH^- iyonları kömür için potansiyeli tayin eden iyonlar olarak rol oynamışlardır. Hidrojeni belirli bir konsantrasyona ulaştığında, kömür yüzeyindeki zeta-potansiyel sıfır olmakta ve bu nokta kömürün eş-elektrik noktası (iso-electric point) olarak

adlandırılmaktadır. Çaydamarı numunesi ile bu damarın litotipleri olan vitrain, durain ve fusain'in eş-etekrik noktaları sırasıyla pH 4.05, 4.50, 4.10 ve 3.60'da bulunmuştur. Piriç ve Acılık damar numunelerinin eş-elektrik noktaları ise sırasıyla pH 3.85'te ve 4.30'da bulunmuştur.

Kömür numunelerinin herbirinin değişik eş-değer noktalarına sahip oluşları sürpriz olmamıştır. Kömür heterojen bir madde olduğuna göre çeşitli kömürlerdeki hidrofil ve hidrofob yüzey oranlarının değişik olacağı açıktır. Bu da değişik eş-elektrik noktalarının doğuşuna neden olur.

Litotiplerin ve ana Çaydamarının elektrokinetik potansiyellerinin pH İle değişimine dikkat edilirse, Çay damarının elektrokinetik potansiyelinin bu üç litotipin birleşik etkilerinin sonucu olduğu ortaya çıkar.

3.4. TEMAS AÇIŞI ÖLÇÜMLERİ

Tablo 4'te neticeleri verilen temas açısı ölçümlerinden gaye litotiplerin ve oluk numunelerinin doğa! yüzebilirliklerini tespit etmek içindir. Saf su içerisinde yapılan ölçümler, herbir numune için 9 ölçümün ortalamasını göstermektedir.

Tablo 4: KÖMÜR YÜZEYLERİNİN TEMAS AÇILARI

Numuneler	Temas Açısı (Derece)		
	Minimum	Maksimum	Ortalama
Vitrain	57	63	61
Durain	24	47	42
Fusain	-		
Çaydamar numunesi	26	53	49
Acılık numunesi	28	50	47
Piriç numunesi	28	59	55

Temas açısı ölçümleri, kömürün litotiplerinin farklı doğal yüzebilirliklere sahip olduklarını ortaya koymuştur. Tablo 4'de görüldüğü gibi saf su içinde vitrain 61°, durain ise 42° açı göstermişlerdir.

Fusain yüzeyi ise hava kabarcığı ile temas sağlamadığı için hiç açı vermemiştir. Temas açısı değeri yükseldikçe yüzebilirlik arttığına göre vitrain'in litotiplerin içinde en yüksek doğal yüzebilirliğe sahip litotip olduğu anlaşılmıştır.

Temas açısı ölçümleri, saf su içinde belirli açı değeri gösteren oluk numunelerinin de doğal yüzebilirliğe sahip olduklarını ispatlamıştır. Piriç ortalama 55°, Çaydamar 49° ve Acılık 47° temas açısı değeri vermişlerdir. O halde en yüksek açı değeri veren Piriç numunesinin en yüksek flotasyon özelliğine sahip olacağı açıktır.

Kömür numunelerinin temas açısı neticeleri ile petrografik içerikleri arasında bir bağ kurmak mümkündür. Piriç diğer oluk numuneleri arasında hacimce en yüksek vitrinite ve en düşük inertinite yüzdesine sahip olup, en fazla temas açısı gösteren bir damar numunesidir. Bilindiği gibi vitrain en yüksek doğal yüzebilirlik gösteren bant olup, kompozisyonunun çoğunluğunu vitrinite oluşturmaktadır. Dolayısıyla Piriç damarı yüksek flotasyon özelliğini petrografik yapıdaki vitrinite içeriğine borçludur. Çay damarı ile Acılık numunelerinin vitrinite yüzdeleri birbirlerine çok yakın olduğu için temas açısı ölçümlerindeki fark da fazla değildir.

3.5. GAZYAĞININ KÖMÜR VE LİTOTİPLER TARAFINDAN ADSORPLANMASI

Sun (3)'ün "Yüzey Bileşenleri Hipotez'ine göre minerallerin hidrofobluğu ile adsorplama özellikleri arasında bir bağlantı bulunmaktadır. Buna göre mine-

Tablo 5: Kömürlerin Gazyağını Adsorplaması

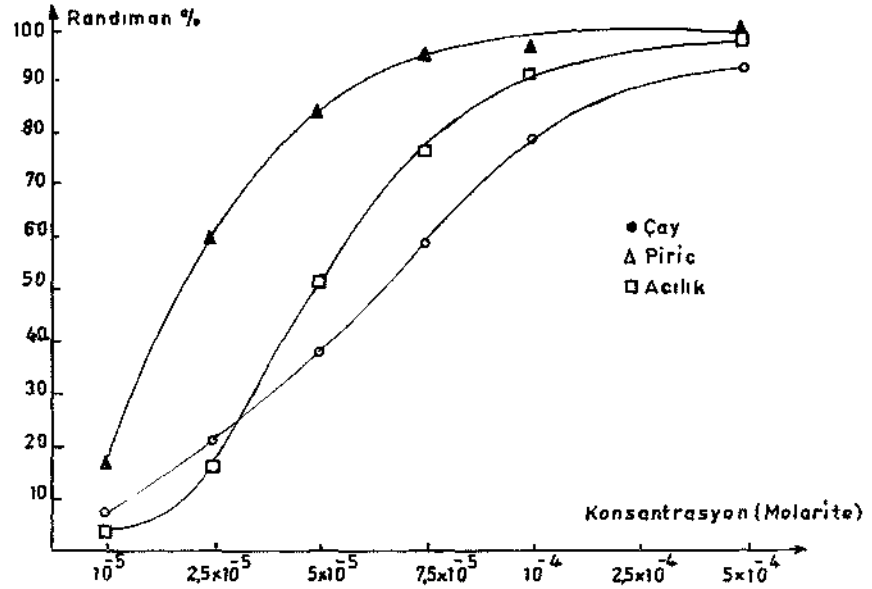
Numuneler	1 gram kömür tarafından adsorplanangazyağı miktarı Mg/gram
Çaydamarı oluk numunesi	21,47
Acılık	20,14
Piriç	26,12
Vitrain	30,83
Durain	16,66
Fusain	17,48

railerin hidrofobluk özelliği arttıkça nötr yağları adsorplama özelliklikleri de artmaktadır. Bu varsayımdan gidilerek yapılan gazyağı ile adsorplama deneylerinin neticeleri Tablo 5'te gösterilmiştir.

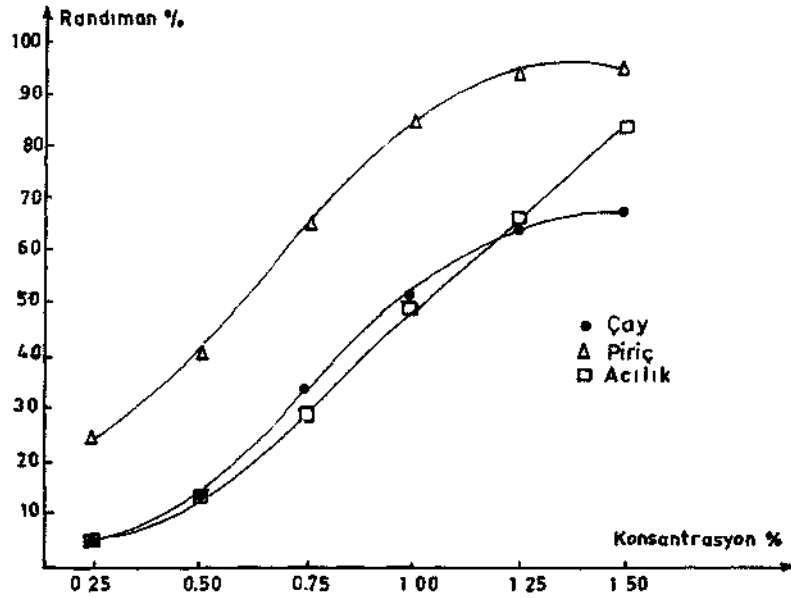
Tablo 5'te görüldüğü gibi litotipler arasında en fazla gazyağı vitrain tarafından, oluk numuneleri arasında da en fazla gazyağı Piriç numunesi tarafından adsorplanmıştır. Sun'un hipotezine göre hidrofobluk arttıkça adsorplama artacağına göre vitrain ve Piriç numunelerinin diğerlerinden fazla hidrofob özellik göstereceği ortaya çıkar. Tablo 4'te gösterilen temas açısı Ölçümleri de bunu doğrulamıştır. Gerek vitrain ve gerekse Piriç numuneleri yüksek vitrinite içeriklerine sahip olduklarına göre hidrofob özelliklerinin petrografik yapılarından ileri geldiği anlaşılır.

3.6. FLOTASYON DENEYLERİ

Temas açısı ölçümleri ve adsorplama deneyleri sonunda kömürün petrografik içeriğiyle yüzebilirliği arasında kurulan korelasyonun geçerliliğini kontrol etmek amacıyla üç oluk numunesi aynı şartlarda flotasyona tabi tutulmuştur. Şekil 3 ve 4'te flotasyon deneyleri neticeleri gösterilmiştir.



Şekil 3: Oluk numunelerinin çeşitli heptanol konsantrasyonundaki flotasyonları



Şekil 4: Oluk numunelerinin çeşitli NaCl konsantrasyonundaki flotasyonları.

Şekil 3 ve 4'de görüldüğü gibi bütün deneylerde Piriç numunesi en fazla yüzme özelliği göstermiş, bunu Acılık ve Piriç takip etmiştir. Bu deneyler petrografik içerikle doğal yüzebilirlik arasında kurulan korelasyonun doğru olduğunu ortaya koymuştur. Yani, temas açısı ve adsorplama deneylerinde de bulunduğu gibi Piriç numunesi yüksek vitrinite ve düşük inertinite içeriğiyle en fazla yüzebilirlik gösteren oluk numunesi olmuş, Çaydaman ise düşük vitrinite ve yüksek inertinite içeriğiyle diğer numunelerden daha az yüzme özelliği göstermiştir.

4. SONUÇLAR

1. Elektrokinetik potansiyel, temas açısı ölçümleri, adsorplama ve flotasyon deneyleri sonunda Zonguldak kömür damarlarından Çaydaman, Acılık ve Piriç'in doğal yüzebilirlik gösterdikleri bulunmuştur.

2. Kömürlerin kimyasal ve petrografik içerikleri, onların doğal yüzebilirliklerini belirleyen bir faktördür. Çay, Acılık ve Piriç damarlarında en fazla bulunan petrografik bant vitrain olduğundan bu bantın nisbetinin değişmesi doğal yüzebilirliği etkilemektedir.

3. Bütün oluk numuneleri ve litotipler saf su içinde negatif zeta-potansiyel göstermişlerdir.

4. Hidrojen ve hidroksil iyonları, kömür yüzeyinde potansiyeli tayin eden iyonlar olarak rol oynamışlardır. Çaydamarı ile bu damarın litotipleri olan vitrain, durain ve fusain'in eş-elektrik noktaları sırasıyla pH 4.05, 4.10, 3.60'ta bulunmuştur. Çaydamarı numunesinin elektrokinetik potansiyelinin pH ile değişimi, üç litotipin birleşik etkilerinin sonucu gibi görünmüştür, piriç ve Acılık damar numunelerinin eş-elektrik noktaları ise sırasıyla pH 3.85'te ve 4.30'ta bulunmuştur. Eş-elektrik noktalarının her kömür ve litotip için değişmesi kömürün anizotropik yapısından ileri gelmektedir.

5. Temas açısı ölçümleri sonunda, litotiplerin doğal yüzeyliliğinin fusain, durain ve vitrain doğrultusunda arttığı bulunmuştur. Piriç numunesi en fazla yüzeylilik gösteren oluk numunesi olmuştur.

6. Adsorplama deneylerinde vitrain litotipi ile Piriç damarı gazyağını en fazla adsorplayan numuneler olarak bulunmuşlardır. Bu da onların hidrofob özelliğinin diğerlerinden fazla olduğunu ortaya koymuştur.

7. Deneysel bulguların ışığında, kömürlerin yüzeyliliği ile onların petrografik kompozisyonları arasında bir korelasyon kurulmuştur. Buna göre, taşkömürlerde vitrain yüzdesi arttıkça, kömürlerin yüzeylilikleri de artmaktadır. Kompozisyonun çoğunluğunu vitrain'in oluşturduğu vitrain en yüksek yüzeyliliği olan litotiptir. Damar numunelerinin arasında en yüksek vitrain ve en az inertinite yüzdesine sahip olan Piriç numunesi de en fazla yüzeylilik özelliği göstermiştir.

Flotasyon deneyleri, petrografik içerik ile doğal yüzeylilik arasında kurulan korelasyonun doğruluğunu sağlamıştır.

KAYNAKLAR

1. ÖZBAYOĞLU, Gülham "Determination of the flotation characteristics of several Turkish bituminous coal seams In Zonguldak Coal Basin", Doktora Tezi, ODTU, Aralık, 1977.
2. International Committee for Coal Petrology, International Handbook of Coal Petrography, National Center for Scientific Research, Paris, 1963, Supplement 1971.
3. Sun, S.C., "Hypothesis for different floatabilities of coals, carbons and hydrocarbon minerals", Trans. AIME, vol. 199, 1954, s. 67-65.
4. Chander, S. J.M. Wie, D.W. Fuerstenau, "On the Native Floatability and Surface Properties of Naturally Hydrophobic Solids", Advanced in Interfacial Particulate/Solution/Gas System, Applications to flotation research. P.Somasundaran, R.B. Grieves, ed. AICHE, Symposium Series No: 150, vol. 131, New York, 1975, s. 183-188.

