

Kömürden Külün ve Kükürdün Arındırılması

Coal Cleaning and Desulphurization

Ahmet YAMIK *
Yıldırım İ. TOSUN **
Namık GÜNEŞ ***

ÖZET

Bu çalışmada, kömürün içerisinde bulunan yabancı maddelerin temizlenmesi konusu ele alınmış ve konunun günümüzdeki önemi ile bu teknolojideki güncel gelişmeler irdelenmiştir. Bu maksatla laboratuvarında Seyitömer linyitine flotasyon ve selektif agglomerasyon testleri uygulanmış ve sonuçları mukayese edilerek yıkamanın önemi belirtilmiştir.

ABSTRACT

In this study, coal cleaning and desulfurization were fundamentally described and recent importance of the topic and current developments in this technology were summarized. For this aim, flotation and selective agglomeration experiments were made over Seyiteömer lignite in laboratory and by comparing the results importance of cleaning was defined.

* Doç.Dr., Maden Yük.Müh., SDÜ.Müh.-Mim.Fak. ISPARTA

** Yrd.Doç.Dr., Metalurji Yük.Müh., SDÜ.Müh.-Mim.Fak. ISP.

*** Öğr.Gör. Jeoloji Yük.Müh., SDÜ.Müh.-Mim.Fak. ISPARTA

1. GİRİŞ

Ülkemizde rezerv yönünden büyük miktarlara ulaşan kalitesiz linyit kömürü, termik santrallerde yakılarak değerlendirilmektedir. 1992 yılında üretilen toplam linyit üretimi 48.2 milyon tondur ve üretimin %65-70'i termik santrallerimizde kullanılmaktadır¹. Ucuz enerji dünyadaki tüm ülkelerin sanayileşmesinde çok önemli bir kriter olarak ortaya çıkmaktadır. Fakat üretilen bu enerjinin termik santrallerden elde edilmesi çevreyi tehdit edici bir unsur oluşturmaktadır. Kalitesiz linyitlerdeki yüksek kül ve kükürt içeriği bu tehditin en önemli kısmını oluşturmaktadır. Örneğin, Yatağan, Gökova gibi termik santrallerde yakılan linyitlerin külündeki uranyum çevreye tehlike arz etmekte ve bu çevre halkı tarafından termik santrale karşı bir tepkiye yol açmaktadır. Benzeri tepkiler ileride de devam edecektir. Bu nedenle benzer sorunlara karşı gerekli önlemler bir an evvel alınmalıdır. Bunun için yapılması gereken en önemli iş, kömürlerin ucuz şekilde ve teknolojik olarak temiz hale getirilmesi yada temiz linyitlerin yakılması olmalıdır. Çizelge 1'de fiziksel ve kimyasal yöntemler ile kömürlerin temizlenmesi ana hatları ile gösterilmektedir. Bu tür temiz linyitlerin rezervi ise günümüzde gittikçe azalmaktadır. Türkiye linyit rezervlerinin % 63'ü gibi önemli bir bölümünün kalori değeri 2000 kcal/kg dan düşük, % 32'si 2000-4000 kcal/kg arasında ve % 5'i ise 4000 kcal/kg üzerindedir¹. Bu durum ise, kalitesiz, kalori değeri düşük, yüksek küllü linyitlerin yakılmasını zorunlu hale getirmektedir. Bu tür kömürler % 40'a varan kül içermekte ve bunun yanında yüksek kükürtdioksit oranı ile de çevreyi tehdit etmektedir. Yatağan termik santralinde yakılan kömürün külü kısmen elektrostatik toz tutucularda tutulabilmekte, tutulamayanları da çevreyi kirletmeye de devam etmektedir. Bu husus ise işletmeye ek bir maliyeti de beraberinde getirmektedir.

Konuyu, ülkemiz açısından değerlendirecek olursak, şu

anda Muğla-Yatağan termik santralinde oluşan külün, içerisindeki uranyumun değerlendirilerek kazanılmasıyla hem ekonomiye katkıda bulunulacak, hemde çevreye verebileceği zararlar minimuma indirgenmiş olacaktır.

Kömür flotasyonu, kömürün ayıklanması, gravite yöntemleri ile kömürün değerlendirilmesi günümüzde pratik olarak kullanılan geçerli yöntemlerden sayılabilir e.7.e.e. Kömürün temizlenmesinde kimyasal liç ve manyetik zenginleştirme gibi çeşitli özel konular da pratik hale getirilmeye çalışılmaktadır.

Çizelge 1. Kömürün külünden ve kükürtünden arındırılması için kullanılan yöntemler e

1. Fiziksel Yöntemler
a) Yoğunluk farkına göre ayırma
- Jig ile yıkama
- Sallantılı masa ile yıkama
- Ağır ortamda ve ağır ortam siklonlarında yıkama
b) Yüzey özelliğinden yararlanarak yıkama
- Köpük flotasyonu
- Selektif agglomerasyon
- Elektrostatik ayırma
c) Manyetik özelliklerinden yararlanarak ayırma
- Manyetik ayırma
2. Kimyasal Yöntemler
a) Kömürün kostik liçi: NaOH, KOH ile liçi
b) Asit liçi
c) Oksitleme liçi

Bunların dışında, yakma esnasında kükürt giderimi gibi teknikler, bu yöntemlerle yer değiştirmeye başlamıştır. Özellikle akışkan yatakta, linyitlerin herhangi bir bazik reaktifle yakılması çevreye verdiği kükürtdioksit oranını minimuma indirmektedir. Kükürtdioksit gazının çeşitli bazik kolonlarda filtrelenmesi de günümüzde büyük bir araştırma konusu olmaktadır.

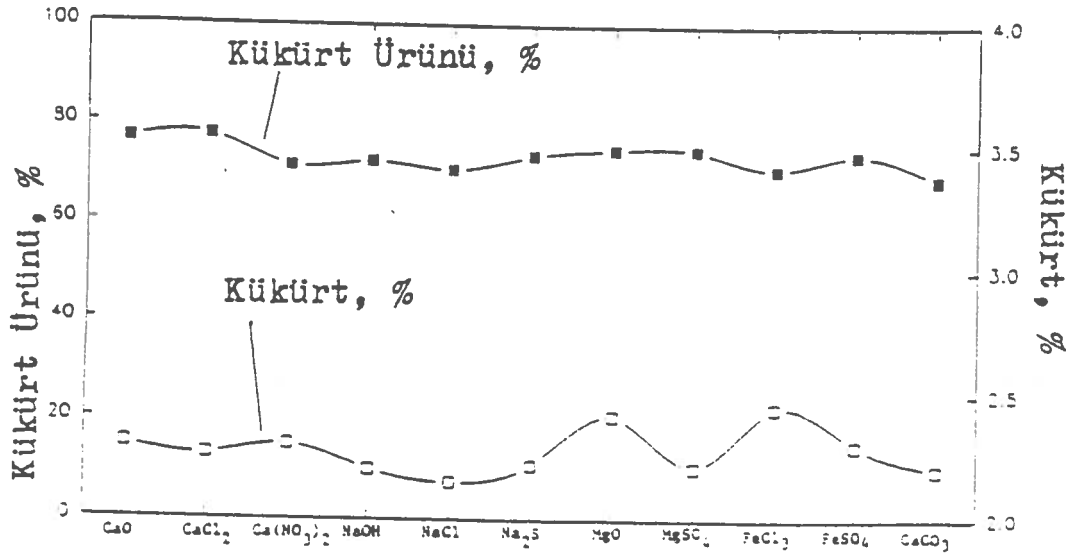
Bu çalışmada Seyitömer linyiti külünün giderilmesinde flotasyon ve selektif aglomerasyon yöntemlerinin etkileri incelenmiştir.

2. KÖMÜRÜN TEMİZLENMESİNDE KULLANILAN FİZİKSEL VE KİMYASAL YÖNTEMLER

Yukarıda özetlendiği gibi kömürün temizlenmesi için çeşitli fiziksel ve kimyasal yöntemler uygulanmaktadır. Bunların etkinliği yöntemden ziyade kömürün niteliğine, içerdiği külün türüne, miktarına ve kömürleşme derecesi gibi ana faktörlere bağlı olarak değişmektedir. Örneğin linyit kömürlerinin flotasyon yöntemi ile değerlendirilmesi zor, taş kömürlerinin flotasyonla değerlendirilmesi ise daha kolaydır. Bunun yanında kömürdeki kükürtün giderimi, klasik flotasyon yöntemiyle mümkün olamamaktadır (Şekil 1). Şekil'de görüldüğü gibi, bir tür İngiliz linyitine uygulanan flotasyon işleminde, kullanılan pirit bastırıcı reaktifler, kömürün toplam kükürtünü % 3'ten ancak % 2,5 değerine indirebilmiştir. Buradanda açıkça görülmektedir ki, bu yöntem ile kömürdeki kükürtün atımı yeterli olmamaktadır 2,3,4.

Günümüzde, kolon flotasyonu, selektif aglomerasyon gibi gelişmekte olan yöntemler daha önem kazanmaktadır. Kolon flotasyonunda kullanılan ince tane boyutu, serbestleşme derecesini arttırdığı gibi, kömürün temizleme veri-

mini de arttırmaktadır. Sellektif agglomerasyon ise, benzer boyutun yarattığı avantajının yanında, yüksek miktarda yağ kullanımı ile okside olmuş kömürlerin değerlendirilmesini de mümkün kılmaktadır. Ancak günümüzdeki yüksek maliyeti yüzünden ekonomik olmamaktadır.

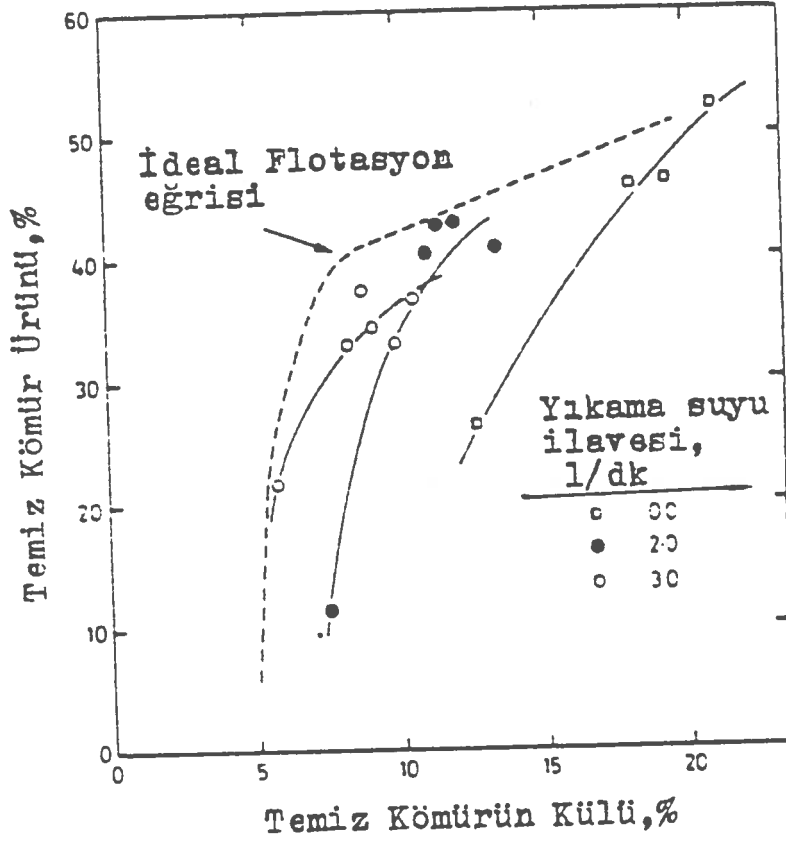


Kömür Flotasyonunda Ilave Edilen Reaktifler

Şekil 1. Çeşitli Bastırıcıların Bir Tür İngiliz Linyitindeki Kükürt Giderimine Etkisi e.

Kolon flotasyonu, kömürlerdeki külün uzaklaştırılması ve özellikle çok ince boyutta serbestleşen piritin kömürden ayrılmasında etkin bir yöntem olarak karşımıza çıkmaktadır. Şekil 2'den de görüldüğü üzere kolon flotasyonunda kömür daha etkin olarak yıkanmıştır. Günümüzde fiziksel olarak piritik kükürtün kömürden ayrılması mümkün, organik

kükürtün ise ayrılması mümkün değildir. Fakat çeşitli kimyasal ve biyolojik yöntemler uygulanarak organik kükürtün kömürden ayrılması mümkün olmasına rağmen, kömürün fiziksel yapısı bozulduğu için pratikte tercih edilmemektedir.

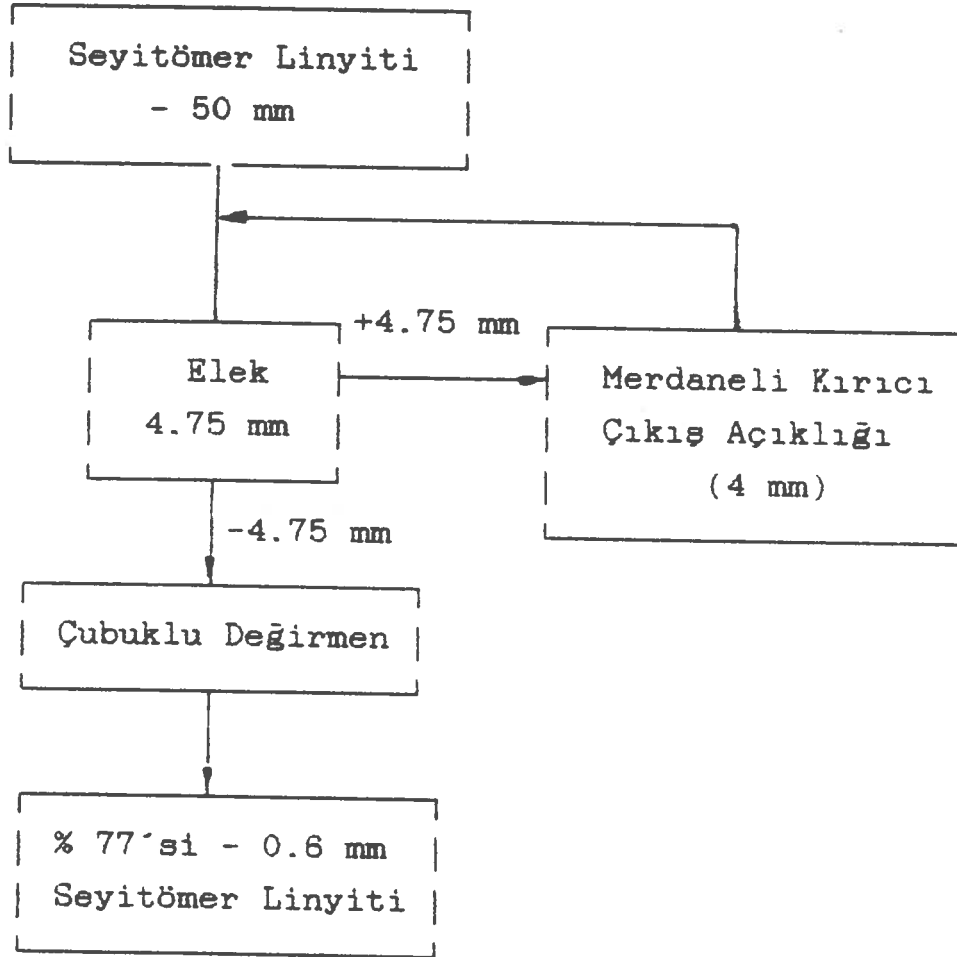


Şekil 2. Klasik-Kolon Flotasyonu Yöntemi ile Kömürün Yıkama suyu ilavesi, l/dk

3. DENEYSKİ ÇALIŞMA

Laboratuvarda yapılan çalışmada - 50 mm tane boyu tündaki % 32 küllü Seyitömer linyiti ilk önce 4.75 mm lik elekten geçirilip, 4.75 mm'nin altı çubuklu değirmene ve-

rılmıştır (Şekil 3). 4.75 mm'nin üstü ise merdaneli kırıcıda ufalanarak tekrar 4.75 mm lik eleğe gönderilmiş ve elek altı çubuklu değirmene verilmiştir. Ufalama işlemi



Şekil 3. Flotasyon ve Sellektif Agglomerasyon Yöntemi ile Temizlenecek Seyitömer Linyitinin Hazırlanışı.

ile çubuklu değirmene beslenen malın ve öğütülmüş ürünün % elekaltı değerleri Çizelge 2 de gösterilmiştir. % 77'si 800 mikronun altında olan bu toz kömür sellektif agglomerasyon ve flotasyon deneylerine tabi tutulmuştur. Bu çalışmada, flotasyon ve sellektif agglomerasyon testlerinde aşağıdaki yol izlenmiştir (Şekil 4).

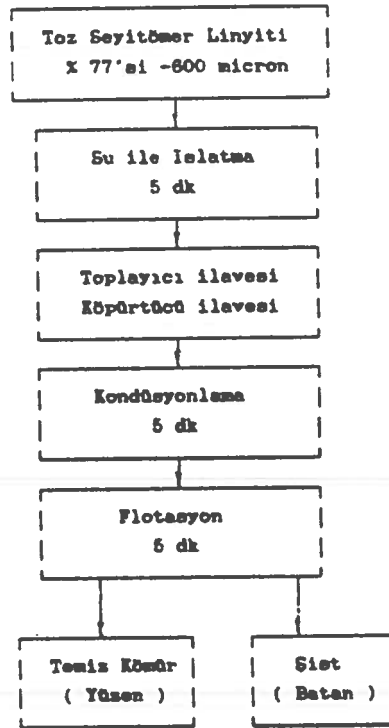
Cizelge 2. Flotasyon ve Selektif Agglomerasyon Yöntemi ile Temizlenecek Seyitömer Linyitinin Öğütme Özcesi ve Sonrası % Elektir Değerleri.

Tane İriliği (mm)	Seyitömer Linyiti		Öğütölmüş Seyitömer Linyiti	
	Ağ %	% EA	Ağ %	% EA
- 4.75 + 2.80	4.51	100	--	--
- 1.8 + 1.7	27.80	95.48	--	--
- 1.7 + 0.85	28.97	87.59	3.77	100
- 0.85 + 0.60	13.95	38.62	18.60	86.23
- 0.60 + 0.30	8.85	24.87	23.87	78.83
- 0.30 + 0.15	7.51	15.02	28.38	52.76
- 0.150	7.51	7.51	28.38	28.38

Flotasyon testleri aşağıda verilen koşullarda yapılmıştır.

Flotasyon koşulları :

- Toplayıcı (Gazyağı) : 2000 gr/t kömür
- Köpürtücü (Dowfroth-250) : 500 gr/t "
- PH = 7 (nötr) H₂SO₄ ile
- Kondüsyon süresi : 5 dk
- Flotasyon süresi : 5 dk
- Katı / sıvı oranı : % 10
- Karıştırma hızı : 1500 dev/dk



Şekil 4. Flotasyon ve Selektif Agglomerasyonda izlenen Temizleme yöntemi.

Selektif Agglomerasyon testleri aşağıda verilen koşullarda yapılmıştır.

Sellektif Agglomerasyon koşulları :

- Toplayıcı (Gaz yağı) : % 20 (Hacim oranında) .
- Köpürtücü (Dowfroth-250) : 50 gr/t kömür
- Kondüsyon süresi : 5 dk
- Flotasyon süresi : 5 dk
- Katı / sıvı oranı : % 10
- Karıştırma hızı : 1500 dev/dk

4. SONUÇ

Bu çalışmada, flotasyon ve sellektif agglomerasyon testlerinin sonuçları kömür ve kül bilançosu şeklinde verilerek, mukayese edilmiştir (Çizelge 3 ve 4). Deneyler benzer şartlarda ve tekrar edilerek yapılmıştır.

Çizelge 3. Flotasyon Testlerinin Sonuçları.

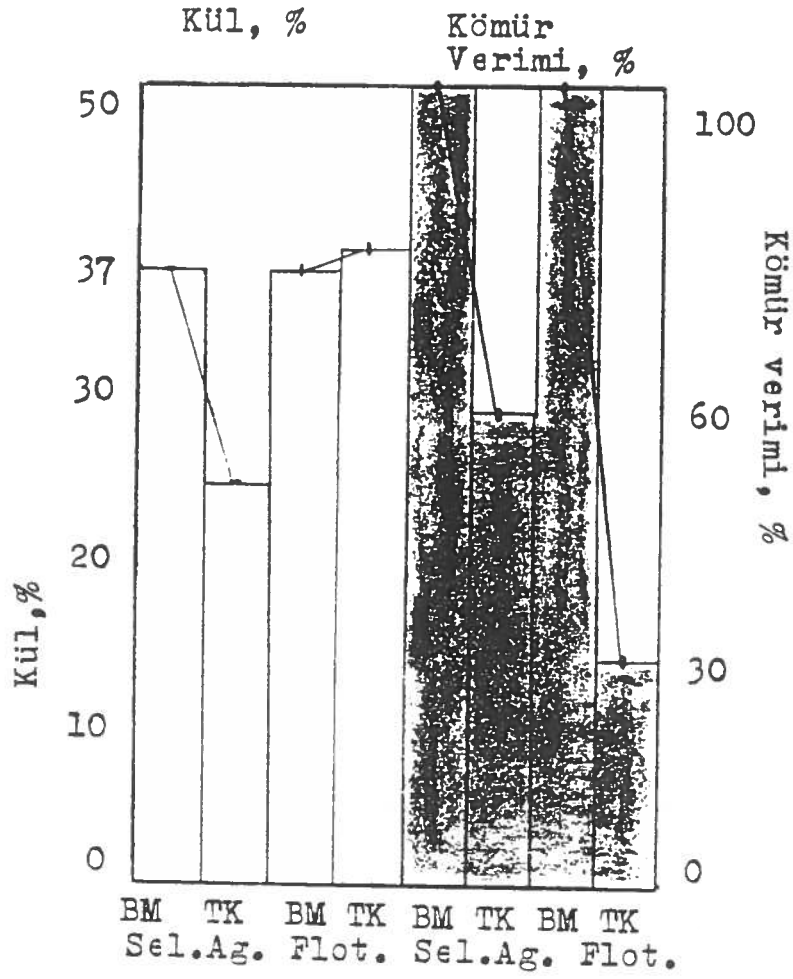
Ürünler	% Ağ.	% Kül	% Kömür	% Kül Ürünü	% Kömür Verimi
Temiz Kömür	30.9	36.24	3.76	29.82	31.46
Şist	69.1	38.06	61.94	70.18	68.52
Tüvenan Kömür	100	37.50	62.50	100	100

Flotasyon testlerinde linyitin ancak % 30'u yüzdürülebilmiş ve herhangi bir kül giderimi olmamıştır. Temiz kömürün külü % 37.5 dan % 36 ya indirilebilmiştir. Bunun asıl nedeni Seyitömer linyitinin doğal hidrofobluğunun zayıf oluşudur. Kömürün çoğu, flotasyon işleminde Şist'e kaçmıştır. Böylece Seyitömer linyitinin, flotasyon yöntemi ile temizlenmesinin başarılı olamayacağı belirlenmiştir.

Çizelge 4. Sellektif Agglomerasyon Testlerinin Sonuçları.

Ürünler	% Ağ.	% Kül	% Kömür	% Kül Ürünü	% Kömür Verimi
Temiz Kömür	50.29	26.00	74.00	34.86	59.54
Şist	49.71	49.13	50.87	65.14	40.46
Tüvenan Kömür	100	37.50	62.50	100	100

Sellektif agglomerasyon testlerinde, linyitin % 60 'ı yüzdürülmüş ve bu kömür verimindeki temiz ürünün külü ise % 26 olmuştur. Temiz kömürün % kül ürünü ise % 35 tir. Bu sonuçlar, doğal hidrofobluğu zayıf Seyitömer linyitinin, sellektif agglomerasyon yöntemi ile zenginleştirilebileceğini göstermektedir. Ancak % 20 hacim oranındaki yağ tüketimi işlemin maliyetini oldukça arttırmaktadır. Bu nedenle doğal hidrofobluğu zayıf kömürler yüzey özelliğine göre yıkanmamalıdır. Bu tür linyitler yoğunluğa göre zenginleştirilmeli, külünden ve kükürdünden arındırılmalı, tozu ise sadece biriktelenerek sanayide değerlendirilmelidir.



Şekil 5. Seyitömer Linyiti Üzerine Yapılan Flotasyon ve Sellektif Agglomerasyon Deney Sonuçları. BM: Besleme Malı (Tüvenan Kömür), TK: Temiz Kömür FTS: Flotasyon Test Sonuçlarını ve SA: Sellektif Agglomerasyon Test Sonuçlarını Göstermektedir.

Şekil 5'de de görüldüğü gibi, Seyitömer linyiti üzerinde yaptığımız araştırmalarda, flotasyon yöntemi ile % 30' luk bir kömür verimi elde ederken, sellektif agglomerasyon yönteminde bu verim % 60'a kadar çıkarılabilmektedir.

Sonuçta, bu tür kalitesiz linyitlerin sellektif agglomerasyon yöntemiyle zenginleştirilerek kullanılması mümkün olacaktır.

KAYNAKLAR :

1. Dünya Enerji Konseyi Türk Milli Komitesi (Ed.), Türkiye Raporu, Karadeniz Ekonomik İşbirliği 1.Uluslararası Enerji Kongresi, Ankara, 1-6 Kasım 1993.
2. KEMAL, M., Kömür Hazırlama Teknolojisi, D.E.Ü. Müh.-Mim.Fak., Yayın No: 23, İzmir, 1983.
3. KURAL, O., Kömür, I.T.Ü. Müh.-Mim.Fak., İstanbul, 1988.
4. LEONARD, J.W., Coal Preparation AIME, New York, 1979.
5. NICOL, S.K., ROBERTS, T., BENSLEY, C.N., KIDD, G.W. and LAMB, R., Column Flotation of Ultrafine Coal: Experience at BHP Utah Coal Limited's Riverside Mine, Column Flotation'88, AIME Society of Mining Engineers, Inc., Colorado, USA, 1988, pp.7-11.
6. ÖNAL, G., Linyit Kömürlerinin Kükürtünden Arındırılması, Türkiye 1. Kömür Kongresi, 1978, S. 651-658.
7. SEMERKANT, O., KEMAL, M., EROGLU, A., ARSLAN, V., Seyitömer Bölgesi Kömürünün Yıkama Yoluyla Değerlendirilebilirliğinin Etüdü, Türkiye 7. Kömür Kongresi, 1989.
8. TOSUN, Y.I., ROWSON, N.A. and VEASEY, T.J., The Effect of Chemical and Bacterial Suppression of Pyrite During Coal Flotation, The 1992 Icheme Research Event, Manchester, UK, January 1992, pp. 284-286.
9. YAMIK, A., GÜNEŞ, N., DENİZ, V., SEMERKANT, O., Denizli Tavas Yöresi İnce Linyit Kömürünün Yıkama Yolu ile Zenginleştirilebilirliğinin Etüdü, Akdeniz Üniversitesi Isparta Mühendislik Fakültesi VII. Mühendislik Haftası, Isparta, 1992.