

## **TEKNİK NOT**

### **ESKİŞEHİR-MİHALIÇCIK LİNYİTİNİN YIKANABİLME ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI**

#### **Investigation of the Washability Characteristics of Eskişehir-Mihalıççık Lignite**

*Geliş (received) 06 Haziran (June) 2008; Kabul (accepted) 15 Aralık (December) 2008*

Fatma Deniz AYHAN(\*)  
Halime ABAKAY TEMEL(\*\*)

### **ÖZET**

Bu çalışmada, Eskişehir-Mihalıççık linyitinin yıkanabilme özellikleri araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar, Eskişehir-Mihalıççık'da bulunan yer altı ve yerüstü linyit yataklarından alınan linyit örnekleri üzerinde yapılmıştır. Öncelikle -50+20 mm, -20+4,75 mm ve -4,75+0,5 mm boyutlarında yüzdürme-batırma deneyleri yapılmıştır. Daha sonra yıkanabilme özelliklerinin değerlendirilmesi "Yıkanabilirlik numarası" ve "Yakın yoğunluktaki malzeme indeksi" kullanılarak yapılmıştır ve elde edilen sonuçlar sunulmuştur.

**Anahtar Sözcükler:** Linyit, Yüzdürme-Batırma, Yıkanabilme özellikleri

### **ABSTRACT**

In this study, the washability characteristics of Eskişehir-Mihalıççık lignite was investigated. Experimental studies were performed with the lignite samples taken from underground lignite fields and surface lignite field in Eskişehir-Mihalıççık, Turkey. Firstly, float-sink tests were made on -50+20 mm, -20+4.75 mm ve -4.75+0.5 mm size fractions. After, evaluation of the washability properties was made by using "Washability number" and "Near gravity material index" and the obtained results were presented.

**Keywords:** Lignite, Sink-Float, Washability Characteristics

---

(\*) Yrd. Doç. Dr., Dicle Üniversitesi, Müh. Mim. Fak., Maden Mühendisliği Bölümü, 21280 Diyarbakır, dayhan@dicle.edu.tr  
(\*\*) Dr., Dicle Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 21280 Diyarbakır

## 1. GİRİŞ

Kömür, bitki ve bitki artıklarının kömürleşmesi sonucu oluşan bir fosil yakıttır. Kömürün oluştuğu bitki ve artıklarının özelliklerine ve kömürleşme sürecindeki biyo ve jeokimyasal koşullara bağlı olarak değişik özelliklerde kömürler oluşmuştur (Kemal, 1991).

Ülkemizde elektrik enerjisi üretiminde ve ısınmada kömür kullanımı önemli bir paya sahiptir. Elektrik enerjisi üretimimizin yarısına yakını termik santrallerden gerçekleştirilmektedir. Termik santrallerde ise en büyük pay linyit yakan santrallere aittir. Bunun yanında konut ısıtmada da büyük oranda linyit kullanılmaktadır (Arslan, 1999).

Evsel ve endüstriyel yakıt olarak kullanılan kömürlerin kalitesi, oluşturduğu çevre kirliliğinden dolayı büyük önem taşımaktadır (Güney ve ark., 1995).

Kömür çoğu kez ocaktan üretildiği şekilde kullanılmamaktadır. Çeşitli teknolojilerin kullandığı kömür tipleri, özellikleri bakımından değişiklik gösterir. Bu özellikler arasında maksimum ve minimum tane boyutu, kül, kükürt ve nem oranı, kalorifik değer, uçucu madde oranı ve koklaşma yeteneği gibi önemli faktörler sayılabilir (Demli, 1994).

Hava kirliliği standartları kömür içindeki safsızlıkların azaltılmasını zorunlu hale getirmiştir. Çeşitli kullanım alanlarında kısmi farklılıklar göstermekle birlikte, kömürde safsızlık olarak bulunan kül, kükürt, nem, uçucu madde, fosfor ve alkali içeriğinin az olması istenmektedir (Güney ve ark., 1997).

Kömürde bulunan zararlı maddeler, kül yapıcı mineraller, kükürt kaynağını oluşturan organik ve inorganik bileşikler ve nemdir (Atak ve ark., 1991). Kömür hazırlamanın amaçları; kül ve nemi uzaklaştırarak kömürün ısı değerini yükseltmek, kükürdü uzaklaştırarak çevre kirliliği ve korozyonun önüne geçmek ve kömürü tüketim yerinin istediği boyut gruplarına sınıflandırmaktır (Çelik, 2002).

Kömür kullanımından kaynaklanan çevre sorunlarının giderilmesinde üç yol izlenmektedir. Bunlar, kömür hazırlama aşamasında, yakma aşamasında ve bacadan alınan tedbirlerle

oluşacak emisyonların minimuma indirilmesidir (Arslan, 1999).

Kömürlerin kül ve kükürten arındırılabilmesi için öncelikle yıkamaya elverişli olup olmadıkları ve yıkama yöntemlerinin saptanması gerekmektedir. Bunun için yıkanabilirlik verilerinin elde edilmesi gerekmektedir. (Ateşok, 1986).

Kömürün yıkanabilirlik verilerine dayanarak fiziksel yöntemler ile kömürün ne ölçüde temizlenebileceği veya belli bir kalitede kömür elde etmek için verimin ne olacağı belirlenebilmektedir. Kömürlerin yıkanabilme özellikleri yüzdürme-batırma deneyleri ile saptanmaktadır.

Yüzdürme-batırma deneyleri kömür ve mineral madde yoğunlukları arasında seçilen değişik yoğunluklarda hazırlanmış, ağır sıvı banyolarında yapılır. Ağır sıvı olarak genellikle farklı konsantrasyonlarda hazırlanmış çinko klorür çözeltileri kullanılmaktadır. Hazırlanacak yoğunluklar kömürün cinsine ve deneylerin özelliğine göre seçilmektedir. Çinko klorür ile 1,80 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğa kadar ağır sıvı yapmak mümkün olabilmektedir. Bunun üzerindeki yoğunluklarda ise karbontetraklorür-bromofom gibi ağır organik sıvıların karışımları kullanılır.

Kömür yıkama işlemlerinde çoğu zaman tüvenan kömür, temiz kömür (lave), ara ürün (mikst) ve artık (şist) olmak üzere üç ürüne ayrılmaktadır. Yüzdürme-batırma eğrileri sadece iki ürünlü (lave ve artık) yıkama işlemlerinde değerlendirme yapmaya uygundur. Mayer eğrisi üç ürünlü bir yıkama işleminde bilinmesi gerekli bütün bilgileri bir tek grafik halinde vermektedir (Önal ve Güney, 1998).

Yıkama eğrileri ve Mayer eğrisi sadece temiz kömür miktarı/külü, temiz kömür miktarı/yıkama yoğunluğu gibi kömür bağımlı ilişkilerini göstermektedir. Çeşitli kömürler arasındaki yıkanabilme özelliklerinin karşılaştırılmasında temiz kömür miktarı, külü ve yıkama yoğunluğu kadar tüvenan kömür külünün de dikkate alınması gerekmektedir. Bütün bu parametreleri dikkate alan 'Yıkanabilme numarası' adı verilen bir bağıntı geliştirilmiştir (Ünlü, 1990).

Bu çalışmada, Eskişehir-Mihalıççık kömürünün yıkanabilme özellikleri irdelenerek, yıkanabilme numarası ve yakın yoğunluktaki malzeme indeksi kullanılarak yıkanabilme özellikleri değerlendirilmiştir.

## 2. MALZEME VE YÖNTEM

### 2.1. Malzeme

Deneysel çalışmalar Eskişehir-Mihalıççık'da bulunan yeraltı ve yer üstü linyit yataklarından alınan linyit örnekleri üzerinde yapılmıştır. Yer üstünden 4 farklı noktadan alınan linyit ve ara kesme örneğinin (A numunesi) ve yeraltından alınan (B numunesi) linyit ve ara kesme örneğinin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 1 ve Çizelge 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. A Numunesi Kimyasal Analiz Sonuçları

Bileşen	Orijinal Bazda	Havada Kuru Bazda	Tam Kuru Bazda
Nem, %	29,23	5,30	-
Kül, %	39,06	52,27	55,20
Uçucu madde, %	20,16	26,98	28,49
Sabit karbon, %	11,55	15,45	16,31
Toplam kükürt, %	2,44	3,26	3,44

Çizelge 2. B Numunesi Kimyasal Analiz Sonuçları

Bileşen	Orijinal Bazda	Havada Kuru Bazda	Tam Kuru Bazda
Nem, %	24,17	3,06	-
Kül, %	40,73	52,07	53,71
Uçucu madde, %	21,22	27,13	27,99
Sabit karbon, %	13,88	17,74	18,30
Toplam kükürt, %	3,08	3,94	4,06

A numunesi ve B numunesinin tane boyut dağılımı ve tane boyutuna göre kül içeriğinin değişimi Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmiştir.

Çizelge 3. A Numunesinin Elek-Kül Analizi

Boyut (mm)	% Ağ.	Havada kuru bazda % Kül	Tam kuru bazda % Kül
-50+20	50,34	54,03	57,51

-20+4,75	22,77	50,57	52,92
-4,75+0,5	11,58	48,02	51,04
-0,5	15,31	52,23	-
Toplam	100,0	52,27	-

Çizelge 4. B Numunesinin Elek-Kül Analizi

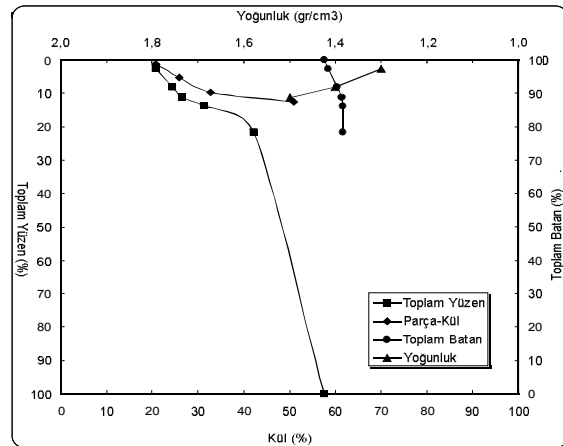
Boyut (mm)	% Ağ.	Havada kuru bazda % Kül	Tam kuru bazda % Kül
-50+20	55,85	53,79	55,92
-20+4,75	24,50	54,35	56,89
-4,75+0,5	11,49	51,02	52,38
-0,5	8,16	34,89	-
Toplam	100,0	52,07	-

### 2.2. Yöntem

Ave B numunelerinin yüzdürme-batırma deneyleri -50+20 mm, -20+4,75 mm ve -4,75+0,5 mm tane boyutlarında  $ZnCl_2$  çözeltileri kullanılarak yapılmıştır. Her iki numunenin -50+0,5 mm tane boyutuna ait yüzdürme-batırma deney sonuçları hesapla birleştirilmiştir.

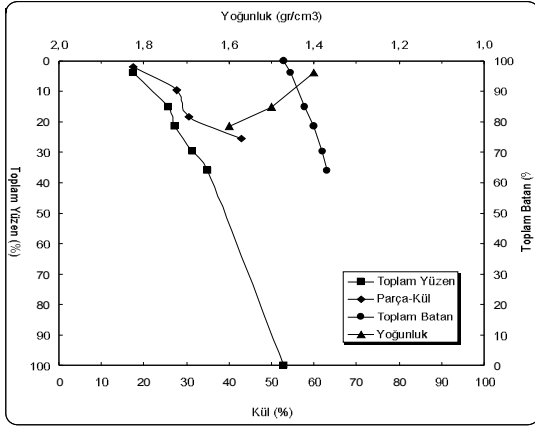
## 3. BULGULAR

Yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre elde edilen yıkanabilirlik eğrileri Şekil 1-8'de verilmiştir.

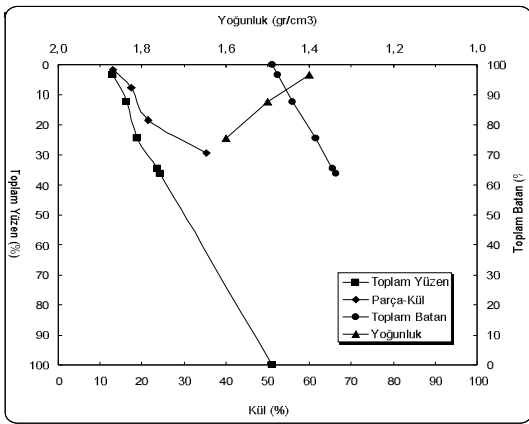


Şekil 1. A numunesi -50+20 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.

A numunesi -50+20 mm tane boyutunda yapılan yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre  $1,6 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda  $\pm 0,1$  yoğunluk değeri 5,76 şeklinde olup, Özbayoğlu ve Bilgen (1997) tarafından oluşturulan çizelgeye göre bu yoğunlukta kömürün yıkanabilirliği kolaydır.  $1,7 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda  $\pm 0,1$  yoğunluk değeri 10,59 şeklinde olup, bu yoğunlukta kömürün yıkanabilirliği zordur.  $1,7 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda ağır ortam ayırıcıları kullanılabilir. A numunesi -50+20 mm tane boyutunda  $1,6 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda yıkanması ile %11,17 oranında %26,61 küllü yüzen ürün elde edilirken  $1,7 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda yıkanması ile %13,95 oranında %31,47 küllü yüzen ürün elde edilmiştir. Bu sonuçlardan görüleceği gibi yoğunluğun 1,6'dan  $1,7 \text{ g/cm}^3$ 'e artması elde edilen yüzen ürün miktarında küçük bir artışa yol açarken kül oranında büyük bir artış olmuştur.

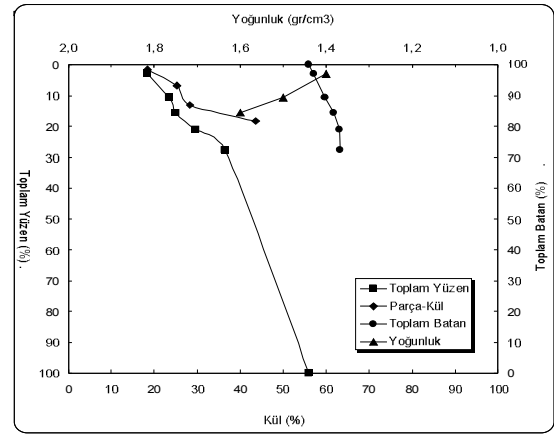


Şekil 2. A numunesi -20+4,75 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.



Şekil 3. A numunesi -4,75+0,5 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.

-20+4,75 mm ve -4,75+0,5 mm tane boyutlarında yapılan yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri %10'nun üzerindedir. Bu nedenle bu boyutlarda A numunesinin yıkanabilirliği zordur. Her iki tane boyutunda, en düşük  $\pm 0,1$  yoğunluk değeri  $1,7 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda elde edilmiştir. Bu yoğunlukta ağır ortam ayırıcıları kullanılabilir. -20+4,75 mm tane boyutunda  $1,7 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda yıkama yapıldığında %29,66 oranında %31,50 küllü yüzen ürün elde edilmiştir. -4,75+0,5 mm tane boyutunda  $1,7 \text{ g/cm}^3$  yoğunluğunda yıkama yapıldığında %34,53 oranında %23,71 küllü yüzen ürün elde edilmiştir.



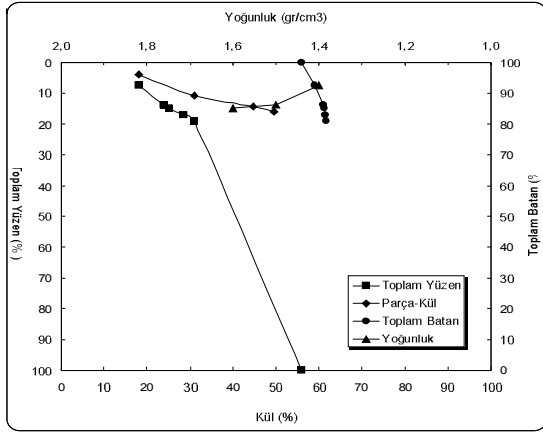
Şekil 4. A numunesi -50+0,5 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.

A numunesi için söz konusu tane boyutlarında elde edilen yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri Çizelge 5'de verilmiştir.

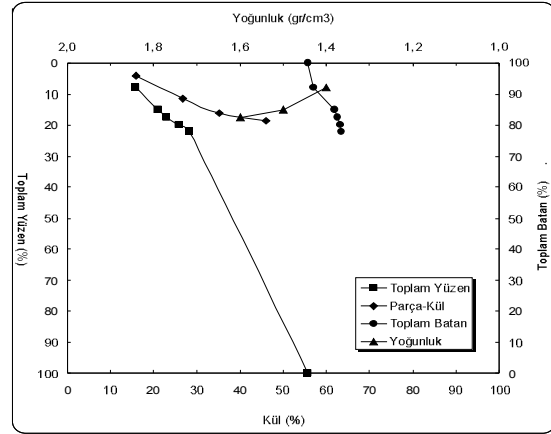
Çizelge 5. A Numunesi  $\pm 0,1$  Yoğunluk Değerleri

Yoğunluk ( $\text{g/cm}^3$ )	-50+20 mm	-20+4,75 mm	-4,75+0,5 mm	-50+0,5 mm
1,5	8,67	17,57	21,03	12,74
1,6	5,76	14,63	22,27	10,40
1,7	10,59	14,41	12,02	11,81

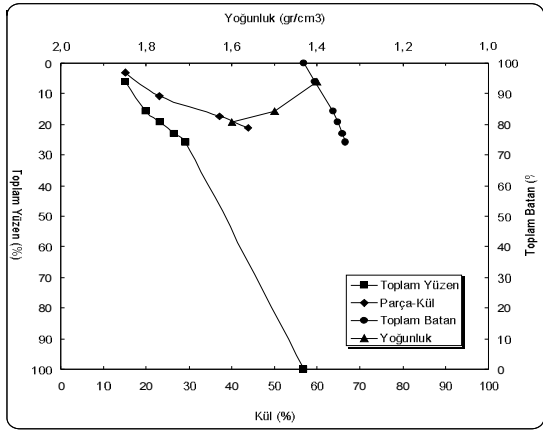
Çizelge 5'de görüldüğü gibi, tane boyutu azaldıkça elde edilen  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri artmıştır. -50+20 mm tane boyutunda,  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri diğer tane boyutlarına göre daha düşük elde edilmiştir. Bu nedenle A numunesinin -50+20 mm tane boyutunda yıkanabilirliği diğer tane boyutlarına göre daha kolaydır.



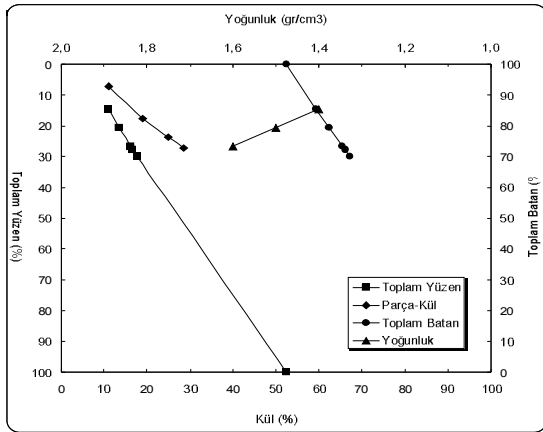
Şekil 5. B numunesi -50+20 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.



Şekil 8. B numunesi -50+0,5 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.



Şekil 6. B numunesi -20+4,75 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.



Şekil 7. B numunesi -4,75+0,5 mm tane boyutu yıkanabilirlik eğrileri.

B numunesi için söz konusu tane boyutlarında elde edilen yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. B Numunesi  $\pm 0,1$  Yoğunluk Değerleri

Yoğunluk (g/cm <sup>3</sup> )	-50+20 mm	-20+4,75 mm	-4,75+0,5 mm	-50+0,5 mm
1,5	7,19	13,22	12,10	9,42
1,6	3,16	7,43	7,22	4,81
1,7	4,21	6,55	3,20	4,70

Çizelge 6'da görüldüğü gibi, B numunesinin tüm tane boyutlarında özellikle 1,6 ve 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklarında yıkanabilirliği kolaydır. A numunesine benzer olarak, -50+20 mm tane boyutunda elde edilen  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri diğer tane boyutlarına göre daha düşüktür.

B numunesi -50+20 mm tane boyutunda yapılan yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre 1,6 ve 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklarında yıkama işlemi kolaydır. B numunesi -50+20 mm tane boyutunda 1,6 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yıkanması ile %14,70 oranında %25,28 küllü yüzen ürün elde edilirken 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yıkanması ile %16,90 oranında %28,44 küllü yüzen ürün elde edilmiştir.

-20+4,75 mm ve -4,75+0,5 mm tane boyutunda yapılan yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre, her iki tane boyutunda, en düşük  $\pm 0,1$  yoğunluk değeri 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda elde edilmiş olup B numunesinin yıkanabilirliği kolaydır. -20+4,75 mm tane boyutunda 1,7

g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yıkama yapıldığında %23,02 oranında %26,59 küllü yüzen ürün elde edilmiştir. -4,75+0,5 mm tane boyutunda 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yıkama yapıldığında %27,80 oranında %16,60 küllü yüzen ürün elde edilmiştir.

B numunesi -50+0,5 mm tane boyutuna ait hesapla bulunan yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre en düşük ±0,1 yoğunluk değeri 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda elde edilmiştir. Bu tane boyutunda 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yıkama yapıldığında %19,89 oranında %25,80 küllü yüzen ürün elde edilmiştir.

Yıkanabilirlik verilerinin değerlendirilmesinde yıkanabilirlik numarası ( $W_N$ ) (Ünlü, 1990) ve yakın yoğunluktaki malzeme indeksi (NGMI) (Majumder ve Barnwal, 2004) kullanılmıştır.

Yıkanabilme derecesi ve numarası ile ilgili eşitlikler aşağıda verilmiştir.

$$N = a - b / b \times w \quad (1)$$

$$W_N = N_{opt} / b_{opt} \times 10 \quad (2)$$

Burada;

N = Yıkanabilme derecesi (%)

w = Temiz kömür miktarı (%)

a = Tüvenan kömür külü (%)

b = Temiz kömür külü (%)

$W_N$  = Yıkanabilme numarası

$N_{opt}$  = Optimum yıkanabilme derecesi (%)

$b_{opt}$  = Optimum yıkanabilme derecesindeki temiz kömür külü (%) (Ünlü, 1990).

A ve B numunelerinin -50+0,5 mm tane boyutu için yıkanabilme numarası hesaplaması yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 7'de verilmiştir.

Çizelge 7. Yıkanabilme Numarası Hesaplamasına Göre Elde Edilen Sonuçlar

	A numunesi	B numunesi
Optimum yıkanabilme derecesi, %	9,88	10,92
Optimum yıkama yoğunluğu, g/cm <sup>3</sup>	1,7	1,8
Temiz kömür miktarı, %	20,99	22,12
Kül, %	29,61	28,22
Yıkanabilme numarası, $W_N$	3,34	3,87

Majumder ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan çalışmada Türkiye linyitlerinin yıkanabilirlik özelliklerine göre yıkanabilme numaraları hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Çizelge 8'de verilmiştir.

Çizelge 8. Türkiye Linyitlerinin Hesaplanan Yıkanabilme Numaraları (Majumder ve ark., 2006)

Sıra No/Linyit	$W_N$
1-Çayırhan-Beypazarı	5,39
2-Soma-Manisa	8,12
3-Tunçbilek-Beke (Kütahya)	23,19
4-Aydın Şahinali (Aydın)	26,23
5-Kütahya-Hisarcık-Çatak (Kütahya)	24,36
6-Manisa-Soma-Deniş (1) (Manisa)	26,88
7-Edirne-Keşan-Küçükdoğanca (Edime)	8,63

Yıkanabilirlik numarası arttıkça kömürün yıkanabilirliği artmaktadır. A ve B numuneleri için hesaplanan yıkanabilme numaraları, Çizelge 8'deki sonuçlarla karşılaştırıldığında görüleceği gibi A ve B numunelerinin yıkanabilirliği Türkiye'de bulunan diğer linyit örneklerine göre kötüdür.

Yıkanabilme numarası, çeşitli kömürler arasındaki yıkanabilme özelliklerinin karşılaştırılmasında, tüvenan kömürün yıkama öncesinde ufalanması gerekli üst tane boyutunun ve yıkama prosesinin seçiminde kullanılır (Ünlü, 1990). A ve B numunelerinin yıkanabilme numaraları 9'un altında olduğu için bu numunelerin uygulamada ufalanabileceği üst tane boyutu 10 mm veya 10 mm'nin altında olup yıkama prosesi olarak +0,5 mm kömür için ağır ortam siklonu kullanılabilir.

Yakın yoğunluktaki malzeme indeksinin hesaplanmasında öncelikle yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre kümülatif yüzen miktarına karşılık kül ve kül dışı bileşenlerin verim eğrileri çizilmektedir. Verim eğrilerinin çiziminde aşağıdaki eşitlikler kullanılmaktadır.

$$R_N = 100.X.(100 - CA) / 100 - HA \quad (3)$$

(Kül dışı bileşenlerin verimi)

$$R_A = 100.X.CA / HA \quad (4)$$

(Kül bileşenlerinin verimi)



Burada;

X = Kümülatif yüzen kömür miktarı (%)  
CA = Kümülatif yüzen kömür külü (%)  
HA = Tüvenan kömür külü (%)

Verim eğrileri aşağıdaki şekillerde ifade edilmiştir.

$$R_N = aX + bX^2 + cX^3 \quad (5)$$

$$R_A = pX + qX^2 + rX^3 \quad (6)$$

Burada;

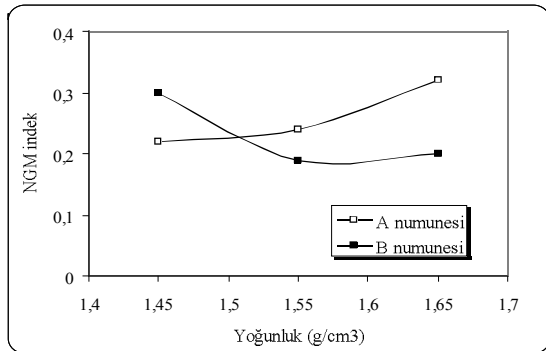
X = Kümülatif yüzen kömür miktarı (%)  
a, b, c, p, q ve r sabit sayılar olup en küçük kareler yöntemi kullanılarak verim eğrilerinden hesaplanabilmektedir (Majumder ve Barnwal, 2004).

Bir kömür örneği için farklı yoğunluklarda yakın yoğunlukta malzeme indeksi örneğin 1,45 yoğunluğu için aşağıdaki eşitlik kullanılarak hesaplanabilmektedir.

$$NGMI = \frac{[6(a-p)X^2 + 4(b-q)X^3 + 3(c-r)X^4] / 12}{[6(a-p)X^2 + 4(b-q)X^3 + 3(c-r)X^4] / 12}$$

(Burada X: 1,55 yoğunluğunda yüzen kömür miktarı) –  
(Burada X: 1,35 yoğunluğunda yüzen kömür miktarı) /  
{6(a-p) + 4(b-q) + 3(c-r)} / 12

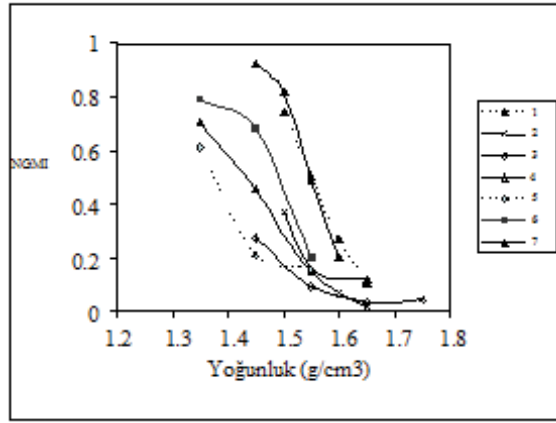
Yakın yoğunluktaki malzeme indeksi (NGMI) hesaplamasına göre elde edilen sonuçlar Şekil 9'da verilmiştir.



Şekil 9. A ve B numunesi için NGMI indeksi hesaplaması.

NGMI indeksi 0 ile 1 arasında değişmektedir. NGMI indeksi 1'den 0'a azaldıkça yıkanabilirlik kolaylaşmaktadır. Şekil 9'da görüleceği gibi, A numunesinde yoğunluk artarken NGMI indeksi artmıştır, B numunesinde yoğunluk arttıkça NGMI indeksi azalmıştır. Bu nedenle B numunesinin yıkanabilirliği, yoğunluk arttıkça kolaylaşırken A numunesinin yıkanabilirliği yoğunluk arttıkça zorlaşacaktır.

Majumder ve arkadaşları (2006) tarafından yapılan çalışmada Türkiye linyitlerinin yıkanabilirlik özelliklerine göre Çizelge 8'de verilen linyit örneklerinin NGMI indeksleri hesaplanmıştır. Elde edilen sonuçlar Şekil 10'da verilmiştir.



Şekil 10. Türkiye linyitlerinin hesaplanan NGMI indeksleri (Majumder ve ark., 2006).

A ve B numuneleri için hesaplanan NGMI indeksleri, Şekil 10'da elde edilen sonuçlarla karşılaştırıldığında görüleceği gibi Türkiye'de bulunan linyit örneklerinin yıkama yoğunluğu arttıkça yıkanabilirlikleri kolaylaşacaktır. Benzer olarak B numunesinin yıkanabilirliği, yüksek yıkama yoğunluklarında kolaydır.

#### 4. SONUÇLAR

Bu çalışmada Eskişehir-Mihalıççık linyitinin yıkanabilirliği araştırılmıştır. Yer üstü (A numunesi) ve yeraltından (B numunesi) alınan linyit örneklerinin -50+20 mm, -20+4,75 mm ve -4,75+0,5 mm tane boyutlarında yüzdürme-batırma deneyleri yapılmıştır.

A numunesi üzerinde yapılan yüzdürme-batırma

deney sonuçlarına göre -50+20 mm tane boyutunda elde edilen  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri diğer tane boyutlarına göre daha düşük elde edilmiştir. Bu nedenle A numunesinin -50+20 mm tane boyunda yıkanabilirliği diğer tane boyutlarına göre daha kolaydır. 20+4,75 mm ve -4,75+0,5 mm tane boyutunda yapılan yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre  $\pm 0,1$  yoğunluk değerleri %10'nun üzerindedir. Bu nedenle bu boyutlarda A numunesinin yıkanabilirliği zordur.

B numunesi üzerinde yapılan yüzdürme-batırma deney sonuçlarına göre, B numunesinin tüm tane boyutlarında özellikle 1,6 ve 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluklarında yıkanabilirliği kolaydır. B numunesinin -20+4,75 mm ve -4,75+0,5 mm tane boyutlarında 1,7 g/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yıkanabilirliği kolaydır.

Yıkanabilme numarası hesaplamasına göre A ve B numunelerinin yıkanabilme numaraları 9'un altında olduğu için bu numunelerin uygulamada ufalanabileceği üst tane boyutu 10 mm veya 10 mm'nin altında olup yıkama prosesi olarak +0,5 mm kömür için ağır ortam siklonu kullanılabilir.

Yakın yoğunluktaki malzeme indeksi (NGMI) hesaplamasına göre B numunesinin yıkanabilirliği, yoğunluk arttıkça kolaylaşırken A numunesinin yıkanabilirliği yoğunluk arttıkça zorlaşacaktır.

## KAYNAKLAR

Arslan, V., 1999; "Tunçbilek kömürü kükürt içeriğinin yıkama yoluyla azaltılabilme imkanlarının araştırılması", Cevher ve Kömür Hazırlamada Yenilikler, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, 315-320.

Atak, S., Ateşok, G., Yıldırım, İ., 1991; "Kömür hazırlamada yenilikler", Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, 79-91.

Ateşok, G., 1986; "Kömür hazırlama", İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul.

Çelik, H., 2002; "İnce kömürlerin temizlenmesinde köpük flotasyonu ve ağır ortam siklonlarının entegrasyonu", Doktora Tezi, Dokuz Eylül Üniversitesi, İzmir.

Demli, F., 1994; "Beyşehir ve Soma linyitlerinin yıkanabilme özelliklerinin belirlenmesi", Yüksek Lisans Tezi, Gazi Üniversitesi, Ankara.

Güney, A., Ateşok, G., Önal, G., Altaş, A., 1995; "Kömürzeninleştirme teknolojisindeki yenilikler", Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri III, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, 59-82.

Güney, A., Ateşok, G., Önal, G., Atak, S., 1997; "Türkiye linyitlerine uygulanması gereken iyileştirme yöntemleri", Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri IV, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, 85-105.

Kemal, M., 1991; "Linyit kömürü değerlendirilmesi ve kullanımında kömür özelliklerinin etkileri", Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, 270-281.

Majumder, A.K., Barnwal, J.P., 2004; "Development of a new coal washability index", Minerals Engineering, 17, 93-96.

Majumder, A.K., Abakay Temel, H., Ayhan, F.D., Barnwal, J.P., 2006; "Washability characteristics of Turkish Coals, Lignites and Asphaltites", Proceedings of the International Seminar on Mineral Processing Technology, Chennai, India, 621-628.

Önal, G., Güney, A., 1998; "Kömür hazırlama yöntemleri ve tesisleri" (editör: Orhan Kural), İstanbul, 269-297.

Özbayoğlu, G., Bilgen, S., 1997; "Türkiye'de kömür yıkama tesisleri", Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri IV, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, 107-123.

Ünlü, M., 1990; "Linyitlerimizin yıkanabilme özellikleri ve yıkama olanakları", 3. Uluslar arası Cevher Hazırlama Sempozyumu, İstanbul, 274-286.