

*Türkiye 12. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 23-26 Mayıs 2000, Zonguldak-Kdz.Ereğli, Türkiye
Proceedings of the 12th Turkish Coal Congress, 23-26 May 2000, Zonguldak-Kdz.Ereğli, Türkiye*

AZDAVAY KÖMÜRLERİNİN ZENGİNLEŞTİRİLME VE BİRİKETLENME OLASILIĞININ ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION ON THE POSSIBILITY OF BRIQUETTING AND CONCENTRATION AZDAVAY COAL FINES

İ. TOROĞLU ZKÜ, Mühendislik Fak., Maden Müh. Bölümü, 67100 Zonguldak
A.YAVUZDOĞAN ZKÜ, Mühendislik Fak., Maden Müh. Bölümü, 67100 Zonguldak
B. GENİŞ ZKÜ, Mühendislik Fak., Maden Müh. Bölümü, 67100 Zonguldak

ÖZET

Azdavay kömür sahasından alınan kömür numuneleri üzerinde öncelikle standart kömür analizleri, daha sonra boyut analizleri, boyuta göre kül dağılımları ve çeşitli boyut gruplarındaki kömürlerin yıkanabilme özelliklerinin tesbitine yönelik deneyler yapılmıştır. Azdavay kömürünün -10+0.5 mm boyut grubu pilot ölçekli jig ile zenginleştirilmiştir. Bu jig'in kapasitesi 250 kg/saat'dir. Jig 3 pistonlu feldspat yataklı, 17x70 cm² elek yüzey alanına sahip olup, 10 mm altı kömürün yıkanabilmesi için uygundur.

Jig cihazından elde edilen temiz ürün pilot ölçekli merdaneli preste katkı maddeli biriketlenmiştir. Üretilen biriketlenmiş fiziksel, kimyasal özellikleri ile standart sobada yanma özellikleri saptanmıştır.

ABSTRACT

In this paper, experiments are carried out on the coal samples taken from Azdavay Coal Basin. These experiments are standard coal tests, size analysis, effects of size on ash distribution, and coals of different size fractions of washability features are also determined. Azdavay coal samples with the particle size -10+0.5 mm are washed in pilot scale jig. This jig has a capacity of 250 kg/h, 3 piston feldspar bed and screen surface size of 17x70 cm² that is appropriate for washing -10 mm size.

Washed coal samples obtained from jig are briquetted in pilot scale roll press with additive materials. The physical, chemical properties and combustion features are determined in the standard stove.

1. GİRİŞ

Üretim, yıkama, veya nakiller esnasında oluşan toz kömürlerin atık değilde bir enerji hammaddesi olarak kullanılması durumunda ekonomik girdi haline gelmesi mümkündür. Özellikle toz boyutlu kömürler fazla oranda kül ve kükürt içerdiklerinden zenginleştirilmeleri, yıkanmış olan bu kömürlerin biriktelenerek parça boyutta değerlendirilmeleri uygun olmaktadır (Leonard ve diğ., 1979; Deurbrouck ve diğ., 1981).

Biriktelleme işlemi bağlayıcı veya bağlayıcı olarak yapılabilmektedir. Bağlayıcı biriktellemede biriketin sağlamlığı kullanılan bağlayıcının miktarı ile de önemli ölçüde değişmektedir (Stillman, 1923). Kömürün tane boyutu ufaldıkça yüzey artacağından kullanılan bağlayıcı miktardan da artmaktadır. Ancak kullanılan bağlayıcının cinsi de biriket kömür yandığı zaman ortaya çıkan zararlı bileşenler nedeniyle önem taşımakta ve sınırlamalar getirmektedir.

Bağlayıcı biriktellemede çok sık kullanılan katran, zift ve asfalt türü bağlayıcılar çevre açısından oldukça zararlıdır (Çuhadaroğlu ve diğ., 1994). Bu nedenle yapılmış olan çalışmalarda geliştirilen özel yöntemlerle bunların etkisi azaltılmaya çalışılmış veya bunlar yerine melas, saman sapı ve benzeri maddeler kullanılarak elde edilen biriketlerin çeşitli özellikleri araştırılmıştır (Kemal,1990; Saraçoğulları, 1990).

Çalışmaya konu olan Azdavay bölgesi Zonguldak kömür havzasının kuzey doğusunda yer almaktadır ve bu bölge çok az araştırmacı tarafından incelenmiştir. Azdavay kömürleri ile ilgili araştırma sayısının azlığının gerekçesi bölge kömür rezervinin az olması, damarların süreklilik göstermemesi ve bölgenin Zonguldak merkezine uzak olması olarak sayılabilir.

Yapılan çalışmanın amacı, Azdavay'da Topalakçayırı ocağından açık işletme yöntemiyle üretilen kömürlerin değerlendirilmesi olanaklarının araştırılmasıdır. Azdavay kömürleri şiddetli metamorfizma geçirmesi sonucu çok fazla dağılma özelliği göstermektedir. Üretilen tüvenan kömürün toz oranı %60'ı aşmaktadır. Bu nedenle evsel yakıt olarak değerlendirilebilen kısmı çok az olmakta ve pazarlamada güçlüklerle karşılaşmaktadır. Araştırmada özellikle toz kömürün zenginleştirilmesi ve elde edilen temiz kömürlerin pilot ölçekte biriktelenerek evlerde (domestik amaçla) soba yakıtı olarak kullanımının artırılması hedeflenmiştir. Pilot tesiste zenginleştirilen toz kömürler, yine pilot ölçekli merdaneli preste katkılı olarak biriktelenmiş ve üretilen biriketlerin fiziksel, kimyasal ve yanma özellikleri saptanmıştır.

2. DENEYLERE ESAS NUMUNELERİN ALINMASI VE ÖZELLİKLERİ

Kömür sahası, Zonguldak kömür havzasının kuzey doğusunda yer almaktadır. Bölgede 5 milyon ton kadar koklaşabilir kömür varlığı bilinmektedir. Topalakçayırı açık işletme kömür ocağının kömür aynalarından standartlara uygun olarak alınan kömür örnekleri, ZKÜ, Mühendislik Fakültesi, Maden Müh. Bölümü Cevher Hazırlama laboratuvarına getirilmiş ve konileme dörtleme yöntemiyle azaltılmıştır.

Deneysel çalışmalar, ocaktan alınan temsili numunelerin fiziksel ve kimyasal özelliklerinin saptanmasını, kömürün termik santral yakıtı olarak değerlendirilmesi amacıyla yapılan zenginleştirme etüdlerini ve üretilen temiz kömürlerin biriketlenmesini kapsamaktadır. Alınan kömür örneği üzerinde kömür analizleri ve elek analizi yapılmış, sonuçlar Çizelge 1 ve 2'de verilmiştir.

Çizelge 1. Numunenin kimyasal özellikleri.

Eleman	Orjinal kömür	Kuru kömür
Toplam nem (%)	4.17	-
Kül (%)	28.71	29.96
Uçucu madde (%)	27.02	28.20
Sabit karbon (%)	36.10	37.67
Toplam kükürt (%)	1.47	1.53
Alt ısı değer (kcal/kg)	5107	5331
Üst ısı değer (kcal /kg)	5290	5520

Çizelge 2. Yaş elek analizi sonuçları.

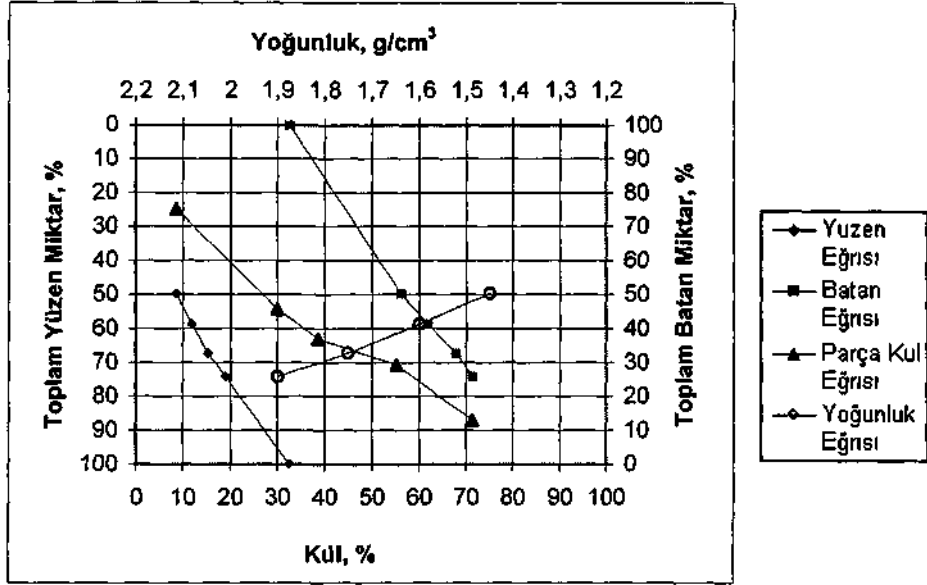
Elek açıklığı (mm)	Miktar (%)	Kül (%)	E Elek Altı (%)	E Elek Üstü (%)	Yanabilir verim (%)
-100+10	23.4	32.52	23.4	100.0	22.5
-10+5.0	21.6	38.93	45.0	76.6	18.8
-5.0 +0.5	40.1	25.48	85.1	55.0	42.7
-0.5	14.9	24.88	100.0	15.7	16.0
TOPLAM	100.0	29.96			100.0

Tüvenan kömür % 29.96 kül içermektedir. Yapılan elek analizleri sonucunda iri boyutlarda kömürün kül içeriği biraz düşmüş, orta boyutlarda biraz artmış ve ince boyutlarda ise tüvenan külünün altına düştüğü görülmüştür.

2.1. Yüzdürme-Batırma Deneyleri

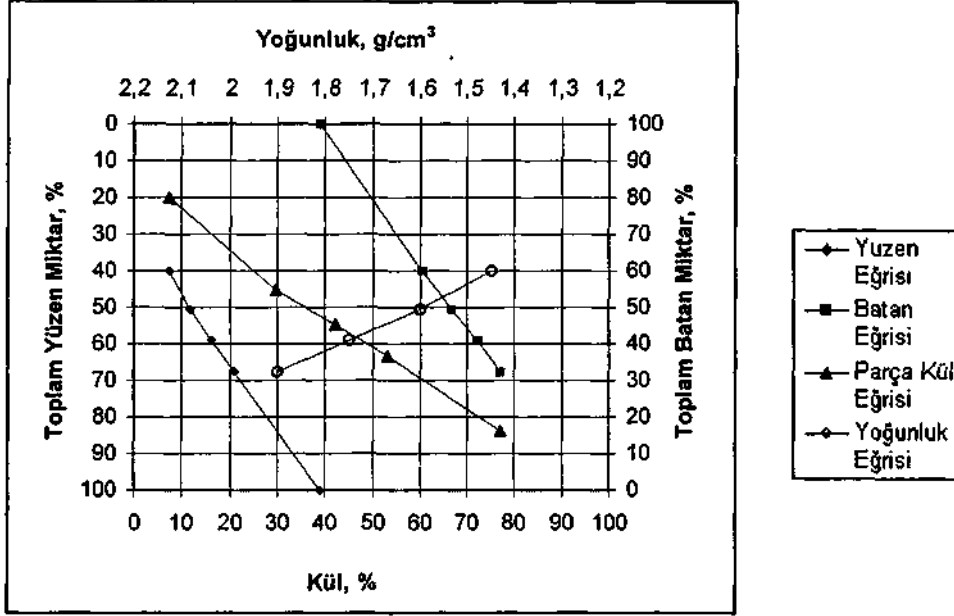
Tamamı 100 mm altı boyuta sahip Azdavay kömür numunesi yaş olarak elenerek -100+10 mm, -10+5 mm, -5+0.5 mm ve -0.5 mm boyut gruplarına ayrılmıştır. -100+10 mm, -K)+5 mm, -5+0.5 mm boyut aralıklarında yüzdürme-batırma deneyleri yapılmıştır. -0.5 mm boyutu grubu malzemenin ise çok ince olmasından dolayı yüzdürme-batırma deneyleri yapılmamıştır.

Yüzdürme-batırma deneylerinden elde edilen sonuçlar Şekil 1, Şekil 2 ve Şekil 3'de verilmiştir. Şekil 4'de ise -100+0.5 mm boyut aralığında hesaben birleştirilmiş sonuçlar verilmektedir. Yüzdürme-batırma deneyleri sonucunda iri boyutlu kömürün 1.70 g/cm³ yoğunlukta yıkanmasının orta güçlükte olduğu saptanmıştır. Bu boyut grubu ağır ortam yöntemi ile zenginleştirilebilir. -10+0.5 mm boyut aralığı ise 1.70 g/cm³ yoğunlukta kolay yıkanabilir özellik göstermektedir. Bu nedenle jig ile zenginleştirilmesi olasıdır.



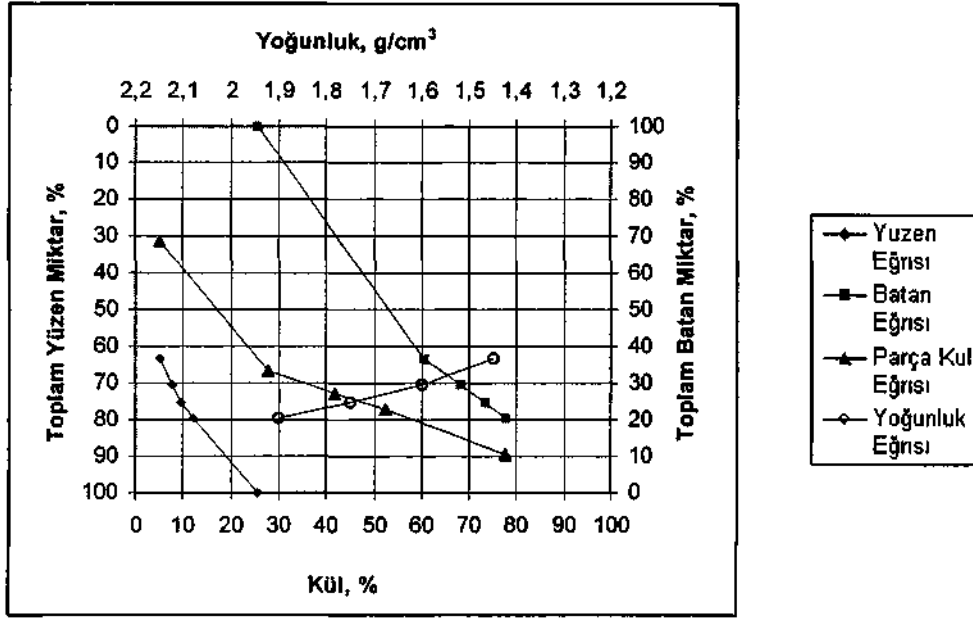
Yoğunluk Aralığı	Yoğunluk Aralığındaki Malzeme			Toplam Yüzen			Toplam Batan		
	Miktar %	Kül %	MxK	Miktar %	MxK	Kül %	Miktar %	MxK	Kül %
-1,45	49,70	8,59	426,92	49,70	426,92	8,59	100,00	3251,87	32,52
+1,45-1,60	9,00	30,03	270,27	58,70	697,19	11,88	50,30	2824,95	56,16
+1,60-1,75	8,50	38,52	327,42	67,20	1024,61	15,25	41,30	2554,68	61,86
+1,75-1,90	6,90	55,12	380,33	74,10	1404,94	18,96	32,80	2227,26	67,90
+1,90	25,90	71,31	1846,93	100,00	3251,67	32,52	25,90	1846,93	71,31
Toplam	100,00	32,52	3251,87						

Şekil 1 Azdavay kömürünün -100+10 mm boyut aralığı yüzdürme-batırma deneylerinin sonuçları



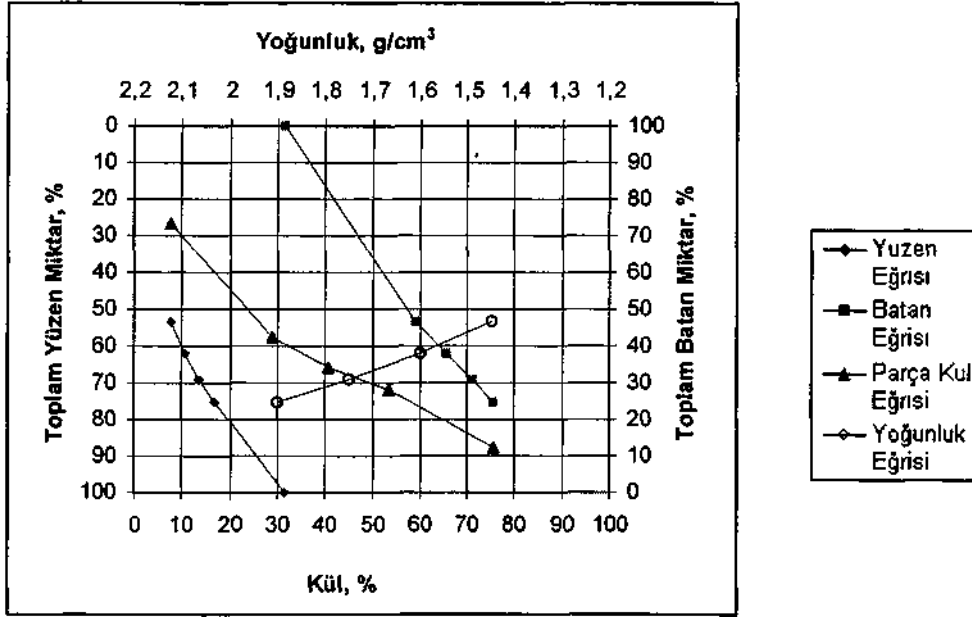
Yoğunluk Aralığı	Yoğunluk Aralığındaki Malzeme			Toplam Yuzen			Toplam Batan		
	Miktar %	Kül %	MxK	Miktar %	MxK	Kül %	Miktar %	MxK	Kül %
-1,45	40,08	7,15	286,57	40,08	286,57	7,15	100,00	3899,79	39,00
+1,45-1,60	10,37	29,83	309,34	50,45	595,91	11,81	59,92	3613,22	60,30
+1,60-1,75	8,77	41,96	367,99	59,22	963,90	16,28	49,55	3303,88	66,68
+1,75-1,90	8,47	53,20	450,60	67,69	1414,50	20,90	40,78	2935,89	71,99
+1,90	32,31	76,92	2485,29	100,00	3899,79	39,00	32,31	2485,29	76,92
Toplam	100,00	100,00	39,00	3899,79					

Şekil 2. Azdavay kömürünün -10+5.0 mm boyut aralığı yüzdürme-batırma deneylerinin sonuçları



Yoğunluk Aralığı	Yoğunluk Aralığındaki Malzeme			Toplam Yüzen			Toplam Batan		
	Miktar %	Kül %	MxK	Miktar %	MxK	Kül %	Miktar %	MxK	Kül %
-1,45	63,20	5,21	329,27	63,20	329,27	5,21	100,00	2547,36	25,47
+1,45-1,60	7,30	27,87	203,45	70,50	532,72	7,56	36,80	2218,09	60,27
+1,60-1,75	4,60	41,67	191,68	75,10	724,41	9,65	29,50	2014,64	68,29
+1,75-1,90	4,40	52,25	229,90	79,50	954,31	12,00	24,90	1822,96	73,21
+1,90	20,50	77,71	1593,06	100,00	2547,36	25,47	20,50	1593,06	77,71
Toplam	100,00	100,00	25,47	2547,36					

Şekil 3. Azdavay kömürünün -5.0+0.5 mm boyut aralığı yüzdürme-batırma deneylerinin sonuçları



Şekil 4. Azdavay kömürünün hesaplen birleştirilmiş -100+0.5 mm. boyut aralığı yüzdürme-batırma deneyi sonuçları

2.2. Pilot Ölçekli Jig Deneyleri

Azdavay kömürünün -10+0.5 mm boyut aralığındaki numunesi, 250 kg/saat kapasiteli feldspat yataklı pistonlu jigde yıkanmıştır. Sonuçlar Çizelge 3 ve Çizelge 4'de verilmektedir. ZKÜ Müh. Fak. Maden Müh. Bölümü Cevher Hazırlama Laboratuvarı'nda kurulu bulunan feldspat yataklı pistonlu jigin teknik özellikleri aşağıda verilmiştir.

- Kapasite: 250 kg/ saat
- Besleme boyutu:-10+0.5 mm
- Besleme suyu miktarı: 13 lt / dakika
- Pülsasyon özelliği: Piston
- Piston sayısı: 3 adet
- Hız: 100 devir/dakika
- Genlik: 10-25 mm (değişken)
- Elek yüzey alanı: 17x70 cm²
- Bölme adedi: 3 adet
- Feldspat yatak kalınlığı: 35 mm
- Feldspat parça boyutu: -32+18 mm (toplam 6 kg)
- Elevatör sayısı:2 adet

Çizelge 3. -10+0.5 mm boyut aralığındaki Azdavay toz kömürü ile yapılan jig deneyleri sonuçları

Ürünler	Miktar %	Kül %	Yanabilir verim %
Temiz kömür	57.2	12.79	71.5
Mikst	18.8	28.98	19.2
Şist	24.0	73.00	9.3
TOPLAM	100.0	68.13	100.0

Çizelge 4. -10+0.5 mm boyut aralığı jig deneyinden elde edilen temiz kömürün standart kömür analizi

Eleman	Orjinal kömürde	Kuru kömürde
Toplam nem (%)	7.44	
Kül (%)	11.84	12.79
Uçucu madde (%)	26.75	28.90
Sabit karbon (%)	53.97	58.31
Toplam kükürt (%)	0.87	0.94
Alt ısı değeri (kcal/kg)	6492	7021
Üst ısı değeri (kcal /kg)	6695	7233

3. BİRİKETLEME DENEYLERİ

Pilot ölçekli biriketleme deneyleri ZKÜ Maden Müh. Bölümü Cevher Hazırlama Laboratuvarları'nda kurulu bulunan 6 t/saat kapasiteli pilot tesiste gerçekleştirilmiştir. Pilot ölçekli çift merdaneli biriketleme tesisi; kömür silosu, kanştıncı, besleyici, katkı maddesi tankları, çift merdane toz eleği ve mamul ürün bant ünitelerinden oluşmuştur. Tesisin kapasitesi bir ton ile altı ton arasında değiştirilebilmektedir. Elde edilen biriketler yumurta şeklinde ve yaklaşık 40-45 gram ağırlığa sahiptir. Pilot tesiste pilot ölçekli jig devresinden alınan temiz konsantre ve -0.5 mm altı toz kömür eşit oranda karıştırılmış ve biriketleme deneylerinde kullanılmıştır.

Biriketleme deneylerinde kullanılan kömür % 18.10 kül içermektedir. Bu toz kömür % 4.60 nem içerecek şekilde havada kurutulmuş ve içerisine % 10 oranında melas ve %2 oranında sönmüş kireç kanştınlar biriketlenmiştir. Elde edilen biriketler üzerinde düşürme ve tambur testi yapılmıştır. Daha sonra havada bir gün kurutulan biriketlerin standart soba yakma deneyleri yapılmış ve sobada yanma verimleri hesaplanmıştır. Biriketler üzerinde yapılan testlerin toplu sonuçları Çizelge 5'de verilmiştir.

Çizelge 5. Üretilen biriket kömürün fiziksel, kimyasal ve yanma deneyi analiz sonuçları

Eleman	kuru birikette	havada kuru birikette
Toplam nem (%)		7.44
Kül(%)	19.90	18.42
Uçucu madde (%)	31.25	28.93
Sabit karbon (%)	48.85	45.21
Toplam kükürt (%)	1.20	1.11
Alt ısı değeri (kcal/kg)	6144	5684
Üst ısı değeri (kcal /kg)	6360	5887
Duman konsantrasyonu (mg/Nm ³)		1425
Alınan birim ısı başına atılan duman (mg/kcal)		3.7
Kg yakıt başına atılan kükürt (grS/kg yakıt)		0.9
Serbest ısı kaybı (%)		21.7
Izgara kaybı (%)		1.5
Isıl verim (%)		76.8
Tambur stabilitesi (%)		77
Shatter stabilitesi(%)		96

4. SONUÇLARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE ÖNERİLER

Stok kömürün boyut dağılımı incelendiğinde büyük bir kısmının toz kömür (-10 mm) olduğu görülmekte ve ince boyutlarda kül içeriği bir miktar düşmektedir. Bu nedenle Azdavay kömürünün üç boyut grubuna ayrılarak değerlendirilmesi uygun görülmektedir. Bu boyut aralıkları Çizelge 6'da verilmiştir.

Çizelge 6. Boyut ve boyuta göre kül dağılımları

Elek açıklığı (mm)	Miktar (%)	Kül (%)	Yanabilir verim (%)	Değerlendirme şekli
-100+10	23.4	32.52	22.5	tri yıkama
-10 +0.5	61.7	30.21	61.5	İnce yıkama
-0.5	14.9	24.88	16.0	Şlam
TOPLAM	100.0	29.96	100.0	

Azdavay kömürünün +10 mm üzerinin değerlendirilmesi ancak ağır ortam sistemleri ile mümkündür. Bu malzemenin 1.90 g/cm³ yoğunlukta yıkanarak değerlendirilmesi durumunda % 74.1 oranında % 18.96 küllü temiz kömür % 93.1 yanabilir verimle kazanılabilmektedir.

-10+0.5 mm boyutu ile yapılan jig deneyi sonucunda kömürün içerisindeki şistin kolayca ayrılacağı görülmüştür. Jige beslenen malzemeden % 57.2 oranında, % 12.79 kül içeren temiz kömür % 71.5 yanabilir verimle alınabilmektedir.

5. SONUÇLAR

1. Azdavay Topalakçayır kömüründen alınan numune üzerinde yapılan kimyasal analizler sonucunda, artığın % 6.80 toplam nem, % 69.74 kül (kuru kömürde), % 14.60 uçucu madde içerdiği ve üst ısıl değerinin ise 1750 kcal/kg olduğu saptanmıştır.
2. Yapılan elek analizleri ve boyuta göre kül dağılımları sonucunda, kömürün % 61.7'sinin 10 mm altında olduğu ve kül içeriğinin ince boyutlarda azaldığı görülmüştür.
3. -10+0.5 mm boyut grubu malzeme Pilot ölçekli feldispat yataklı jig ile yıkandığında, % 57.2 oranında % 12.79 kül içeren bir temiz kömür, % 71.5 yanabilir venmle alınabilmiştir.
4. Pilot ölçekli jig tesisinden elde edilen temiz kömür ile 0.5 mm altı kömür kaşımı pilot ölçekli biriket tesisinde katkılı olarak biriketlenmiştir. Üretilen biriketlerin; kimyasal özellikleri, mekanik dayanım ve yanma özellikleri açısından 1. sınıf biriket olduğu saptanmıştır.

6. KAYNAKLAR

Çuhadaroğlu, D., Keskin, Y. (1994), Zonguldak Yöresi Toz Kömürlerinin Biriketleme Olasılığının Araştırılması, Türkiye 9. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, TMMOB Maden Müh. Odası, Zonguldak Şubesi Yayını, Zonguldak, s. 61-69.

Deurbrouck, A.W., Hucko, R.E. (1981), Coal Preparation, Chemistry of Coal "Utilization, Martin A. Ellitt(ed), John Wiley and Sons Inc., Chapter 10.

Kemal, M., (1990) Aglomerasyon, DEÜ Müh.Mim.Fak., MM/MAD-90 EY041, İzmir.

Leonard, J.W., Mitchell, D.R. (1979), Coal Preparation, 4th.ed., AME, New York,.

Lowry, H.H. (1963), Chemistry of Coal Utilization, John Wiley and Sons., New York, London.

Saraçoğulları, M. ve Gencer, Z., (1990) Soma ve Tunçbilek linyitlerinin Çeşitli Bitki Saplanyla Biriketlenmesi ve Biriketlerin Yanma Özelliklerinin İncelenmesi, 3. Uluslararası Cevher Hazırlama Sempozyumu, Ed. G. Önal, İstanbul.

Stillman, A.L., (1923) Briquetting, The Chemical Publishing Co., P.A.