

## Zonguldak Merkez Lavvarının Performans Etüdü ve Kozlu-Üzülmez Bölgesi Kömürlerinin Kullanım Teknolojilerine Yönelik Zenginleştirme Özelliklerinin Tesbiti

G. Ateşok, N. Acarkan, A. Güney, A. Gül, O. Kangal, O. Kökkılıç

*İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, 34469, Maslak-İSTANBUL*

**ÖZET:** %40 küllü kömürü zenginleştirmek üzere 1957'de kurulan Zonguldak Merkez Lavvan'ında, halen %60 kül içerikli kömür zenginleştirilmekte, bu ise tesiste elkin bir zenginleştirme yapılmasını engellemektedir. Ayrıca tesis kurulduktan sonra flotasyon gibi bazı üniteler devre dışı bırakılmış; 0.5 mm altındaki ürün doğrudan termik santral yakıtı olarak kullanılmaktadır. Bu araştırmada, Zonguldak Merkez Lavvan'ında tesise beslenen Kozlu ve Üzülmez Bölgeleri tuvenan kömürleri ile tesisten elde edilen lave, mikst ve şist ürünlerinin tane boyut dağıtımları ve yıkama karakteristikleri saptanmıştır. Kozlu ve Üzülmez Bölgeleri'nden alınan tuvenan kömür sınıflandırılarak; -80+10 mm ve -10+0.5 mm boyut gruplarında yüzdürme-batırma, -0.5 mm boyutunda ise, Reichert Spirali ile zenginleştirme deneyleri yapılmıştır. Yapılan çalışmalar sonucunda, her iki kömür numunesinin de yıkama karakteristiklerinin benzer olduğu belirlenmiş; -80+10 mm boyut grubunda ağır ortam veya jig, -10+0.5 mm boyut grubunda ağır ortam siklonu ve 0.5 mm akında ise. Reichert Spirali ile zenginleştirmenin uygun olduğu saptanmıştır. Elde edilen veriler doğrultusunda, Kozlu ve Üzülmez Bölgesi kömürlerinin yıkanması için kuru bazda 250 ton/saat kapasiteli proses akım şeması geliştirilmiştir.

**ABSTRACT:** For the purpose of enrichment of coal which contains 40% ash, Zonguldak Central Washery was established. Because of coal which contains 60% ash has already cleaned in this washery, this circumstance prevents an effective enrichment. Besides, some units such as flotation unit were out of service after the establishment of the washery. Therefore, product below 0.5 mm is directly used for power plant. In this research, particle size distribution and washing characteristics of feeding coal into the Zonguldak Central Washery from Kozlu and Üzülmez Districts and clean, mixed and tailing coals produced from washery were determined. Run of mine coal from Kozlu and Üzülmez Districts was classified and sink and float experiments in the -80+10 mm and -10+0.5 mm particle size and also Reichert spiral experiments in the -0.5 mm particle size, were performed. At the end of studies, the washing characteristics for both coal samples were found as the similar, the heavy media or jigging for -80+10 mm particle size, heavy media cyclone for -10+0.5 mm particle size and Reichert spiral for -0.5 mm particle size were suitable. At the end of these results, a process flowsheet which has 250 t/h capacities in dry based was developed for washing of Kozlu and Üzülmez District coals.

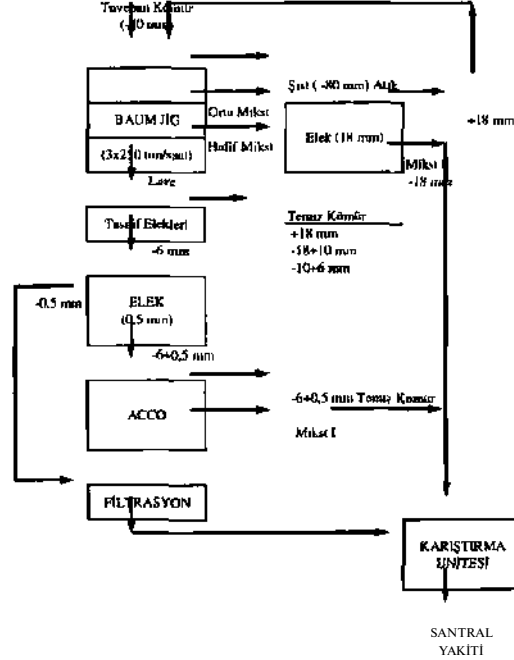
### 1 GİRİŞ

Madencilik faaliyetlerinin 160 yılı aşkın bir süredir devam ettiği Zonguldak havzasında yeraltından ve çeşitli bölgelerden üretilen kömürler toplam kapasiteleri 1650 ton/saat olan Zonguldak Merkez, Çalalağzı, Armutçuk ve Amasra Lavvarları'nda yıkanmaktadır.

Zonguldak Merkez Lavvanı kent merkezinde yaklaşık 141.000 m<sup>2</sup> alan üzerine kurulu kompleks bir tesistir. Kozlu ve Üzülmez Müesseseleri 'nde üretilen tuvenan kömürler Zonguldak Merkez Lavvan'ında yıkanmaktadır. Zonguldak Lavvarı 1950'li yılların teknolojisine göre dizayn edilmiş ve 1957 yılında devreye alınmıştır. Jig sistemi ile 750 ton/saat'lik lavvanın kurulu kapasitesi 1973 yılında 250 ton/saat kapasiteli ağır ortam ünitesi ile 1000

ton/saat seviyesine çıkartılmıştır. 1991 yılında filtrasyon tesisinin devreye alınması ile flotasyon üniteleri devre dışı bırakılmış ve 2002 yılında bu üniteler tamamen sökülüştür. Ayrıca 2002 yılı içerisinde, 1991 yıllarında devre dışı bırakılan ve siklonlardan oluşan ağır ortam sistemi de lavardan tamamen sökülerek kaldırılmıştır. Üzülmez ve

Kozlu ocakları ağzına kurulan eleme üniteleri nedeniyle de, lavvarda bulunan döner kırıcı ile tuvenan kömür eleme donanımında tamamen devreden çıkarılmıştır. Halen çalıştırılan Zonguldak Merkez Lavvarı'nın basitleştirilmiş akım şeması Şekil 1'de verilmiştir.



Şekil 1. Zonguldak Merkez Lavvarı'nın Basitleştirilmiş Akım Şeması

Kozlu ve Üzülmez Müesseseleri'nde yapılan Ön eleme nedeniyle lamamı 80 mm altında olan tuvenan kömürler, her biri 250 ton/saat kapasiteli Baum jig ünitelerine verilmektedir. Baum jiglerinden; şist, orta mikst, hafif mikst ve lave ürünleri alınmaktadır. Yıkama işlemi sonunda elde edilen şistler karayolu ile Kozlu sahili (Balkaya) atık sahasına gönderilmektedir. Orta ve hafif mikstler ise genellikle birleştirilerek 18 mm'lik bir etekten elenerek, +18 mm boyut grubu yeniden yakınmak üzere Baum jiglerine geri gönderilmektedir. -18 mm boyut grubu ise santral yakıtı olarak kullanılmak üzere mikste ilave edilmektedir. Ancak zaman zaman, Baum jiglerinden alınan orta ve hafif mikstler doğrudan karıştırılarak santral yakıtı olarak

kullanılmak üzere mikst olarak karıştırma tesisine gönderilmektedir.

Baum jiglerinden alınan yüzen ürün, -80+18, -18+10 ve -10+6 mm boyut gruplarında boyutlandırılarak bant konveyörler ile lave silolarına gönderilmektedir. -6 mm'lik kısım, rölevaj (süzgeç) eleklerinden elenerek, ayrılan -0.5 mm'lik kısım devir-daim havuzuna verilmektedir. -6+0.5 mm boyut grubunda bulunan malzeme yıkanmak üzere Acco kasalarına verilmektedir.

Tesisin tüm -6+0.5 mm boyut grubunda bulunan kömürlerinin yıkandığı Acco jiglerinden, temiz kömür ve inikst olmak üzere 2 ürün alınmaktadır. Acco jiginden alınan temiz kömür 0.5 mm açıklıklı süzgeç eleğinden geçirildikten sonra, -6+0.5 mm'lik malzeme susuz land ırılmak üzere santrifüj kurutucuya gönderilmektedir. -0.5 mm'lik kısım ise, devir-daim havuzuna verilmektedir. Acco

jiglerinden alınan mikst ürünü ise, santral yakıtı olarak kullanılmak üzere karıştırma ünitesine gönderilmektedir (Rapor, 2004).

Bu çalışma kapsamında, Zonguldak Kozlu ve Üzülmaz Bölgesi kömürlerinin yıkanabilirlik özelliklerinin tesbiti ve ideal akım şemasının oluşturulması gerçekleştirilerek; halen Zonguldak Merkez Lavvarı'nda yıkanan Kozlu ve Üzülmaz Bölgeleri kömürlerinden maksimum faydalanma olanaktan araştırılmıştır.

## 2 MALZEME VE YÖNTEM

Deneyisel çalışmalara esas olan numune, Kozlu ve Üzülmaz Bölgesi'nden Zonguldak Merkez Lavvan'na beslenen tamamı 80 mm altındaki kömür numunesidir. Kozlu ve Üzülmaz Bölgeleri'ne ait olan numunelerin elek analizleri, boyuta göre kül ve nem içerikleri Çizelge 1'de verilmektedir.

Proses akım şemalarının oluşturulurken, her iki bölge kömürleri üzerinde yapılan elek analizi, yüzdürme-batırma ve spiral deneyleri sonuçlarından yararlanılmıştır. -80+10 mm. ve -10+0.5 mm boyut gruplarında yüzdürme-batırma deneyleri gerçekleştirilirken; -0.5 mm boyutunda ise spiral deneyleri yapılmıştır.

## 3 DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 3.1 Zonguldak merkez lavvannın performans etüdü

Bu araştırma kapsamında gerçekleştirilen çalışmalarda; Zonguldak Merkez Lavvan'nın iri ve ince yıkama devrelerinin performansı incelenmiştir. Söz konusu devrelerde bulunan Baum ve Acco jiglerinden numuneler alınmış, laboratuvarında bu numunelerle elek analizleri, kül analizleri ve yüzdürme deneyleri yapılmıştır.

Baum jiglerine beslenen ve % 56.2 ile % 65.5 sınırları içinde kül içeren Kozlu ve Üzülmaz bölgesi luvenan kömürlerinden;

- 80+10 mm boyut aralığında; 1.60 ile 1.75 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluk değerleri arasında girenin % 20'si % 14 küllü temiz kömür olarak üretilmektedir. Malzemenin % 80'i ise % 89 kül içeren atılabilir şist niteliğindedir.

- 10+0.5 mm boyut aralığında; 1.60 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda girenin % 39'u % 10 kül içerikli temiz kömür ve 1.90 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda girenin % 53'ü ise % K5 kül içerikli şist ürünü olarak

üretilebilmektedir. Elde edilen mikst miktarı girenin % 8'i olup, % 40 kül içermektedir.

Baum jiglerinden alınan şistlerin kül içeriklerinin % 85'i aştığı ve tamamen atılabilir şist niteliğinde olduğu saptanmıştır. Ayrıca Baum jigi şist elevatörlerinin hemen hemen taşma noktasında tamamen dolu olarak çalıştığı tesbit edilmiştir.

Baum jiglerinden alınan orta ve hafif mikst ürünlerinin 18 mm'den denmesiyle elde edilen ve yıkanmak üzere tekrar Baum jigine verilen +18 mm ürünün yaklaşık % 60'ı -18 mm'lik malzemeyi içermektedir. Genel olarak, +18 mm mikstin tamamına yakını yaklaşık % 85 üstü kül içerikli şisti ihtiva etmektedir. Bu ürünün Baum jigine gönderilmesi, Baum jiginde taş miktarını arttırmaktadır.

18 mm'lik elekten alınan -18 mm orta ve hafif mikst ürünü genelde 1.90 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda batan şist niteliğindeki malzemeyi temsil etmektedir.

Baum jiglerinden alınan ve +18 mm, -18+10 mm ve -10+6 mm boyut gruplarında olan lave ürünleri ortalama % 14 civarında kül içermektedir.

Lavelerin 1.45 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda yüzdürülmesi ile. deneye giren malzemenin yaklaşık % 87'si, % 10 kül içerikli temiz kömür ürünü olarak üretilebilmektedir.

-6+0.5 mm boyut gruplarının yıkanmak üzere beslendiği Acco jiglerinde, şist elevatörü hemen hemen boşa çalıştırılmakla olup, evelalörden kayda değer bir ağır ürün gelmemektedir. Acco jiglerine verilen ürünün ortalama kül içeriği % 14.4'dür.

Acco jiglerinin mikst elevatörlerinden alınan ürünlerin ortalama kül içerikleri % 17.8'dir. Acco jiginden alınan lavelerin kül içerikleri ise % 8 ile 10 arasında değişmektedir (Proje, 2004).

### 3.2 Kozlu ve Üzülmaz bölgesi kömürlerinin yıkanabilirlik özellikleri

#### 3.2.1 Kozlu bölgesi kömürleriyle gerçekleştirilen yüzdürme-batırma deneyleri

Kozlu Bölgesi kömürlerinin -80+10 mm ve -10+0.5 mm boyut gruplarında gerçekleştirilen yüzdürme-batırma deneyleri sonucunda elde edilen yıkama eğrileri Şekil 2 ve 3'te verilmektedir.

#### 3.2.2 Üzülmaz bölgesi kömürleriyle gerçekleştirilen yüzdürme-batırma deneyleri

Üzülmaz Bölgesi kömürlerinin -80+10 mm ve -10+0.5 mm boyut gruplarında gerçekleştirilen yüzdürme-batırma deneyleri sonucunda elde edilen yıkama eğrileri Şekil 4 ve 5'te verilmektedir.

Çizelge 1. Kozlu ve Üzülmez Bölge Kömürlerinin Elek Analizi Sonuçları

	Tane Boyutu, mm	Miktar, %	Kül, %	Toplam Elek		Nem, %
				Altı, %	Üstü, %	
KOZLU	-80+50	3.2	77.7	100.0	3.2	1.50
	-50+18	15.4	76.3	96.8	18.6	1.80
	-18+10	12.9	69.5	81.4	31.5	2.30
	-10+6	9.0	61.1	68.5	40.6	2.70
	-6+0,5	45.8	46.8	59.5	86.4	4.85
	-0,5	13.7	39.8	13.7	100.0	4.85
	Toplam	100.0	55.6			3.77
ÜZÜLMEZ	Tane Boyutu, mm	Miktar, %	Kül, %	Toplam Elek Altı, %	Toplam Elek Üstü, %	Nem, %
	-80+50	2.7	75.1	100.0	2.7	1.90
	-50+18	12.7	67.2	97.3	15.4	2.10
	-18+10	14.1	62.5	84.6	29.6	2.60
	-10+6	12.0	56.1	70.5	41.5	3.00
	-6+0.5	44.3	46.6	58.5	85.8	5.30
	-0.5	14.2	44.2	14.2	100.0	5.30
	Toplam	100.0	53.0			4.16

3.2.3. Kozlu ve Üzülmez bölgesi kömürleriyle gerçekleştirilen spiral deneyleri

Kozlu ve Üzülmez Bölgesi kömürlerine 0.5 mm altında spiral deneyleri uygulanmış; elde edilen sonuçlar sırasıyla Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

Çizelge 2. Kozlu Numunesi ile Yapılan Spiral ile Zenginleştirme Denevinin Sonuçları

Ürünler	Miktar, %	Kül, %	Y. Verim, %
Lave	36.5	10.8	56.1
Mikst	38.3	43.7	37.2
ŞİŞİ	25.2	84.7	6.7
Toplam	100.0	42.0	100.0

Kozlu numunesi ile yapılan spiral ile zenginleştirmede % 36.5 oranında temiz kömür yaklaşık % 56 yanabilir verim ve % 10.8 kül içeriği ile, % 38.3 oranında mikst % 43.7 kül içeriği ve yaklaşık % 37 yanabilir verimle elde edilmektedir. % 25.2 oranındaki şist ise % 84.7 kül içeriği ve yaklaşık % 7 yanabilir verim kaybı ile uzaklaştırılmaktadır. Zenginleştirmede elde edilen temiz kömür metalürjik kok üretiminde, mikst santral yakıtı olarak kullanılabilir niteliktedir ve şist ise kül içeriği açısından atılabilir karakterdedir.

Üzülmez numunesi ile yapılan spiral ile zenginleştirmede % 30.9 oranında temiz kömür yaklaşık % 49 yanabilir verim ve % 8.2 kül içeriği ile, % 44.4 oranında % 41.8 kül içerikli mikst

yaklaşık % 45 yanabilir verimle elde edilmektedir. % 24.7 oranındaki şist ise % 85.4 kül içeriği ve yaklaşık % 6 yanabilir verim kaybı ile uzaklaştırılmaktadır. Zenginleştirmede elde edilen temiz kömür metalürjik kok üretiminde, mikst santral yakıtı olarak kullanılabilir niteliktedir ve şist ise kül içeriği açısından atılabilir karakterdedir.

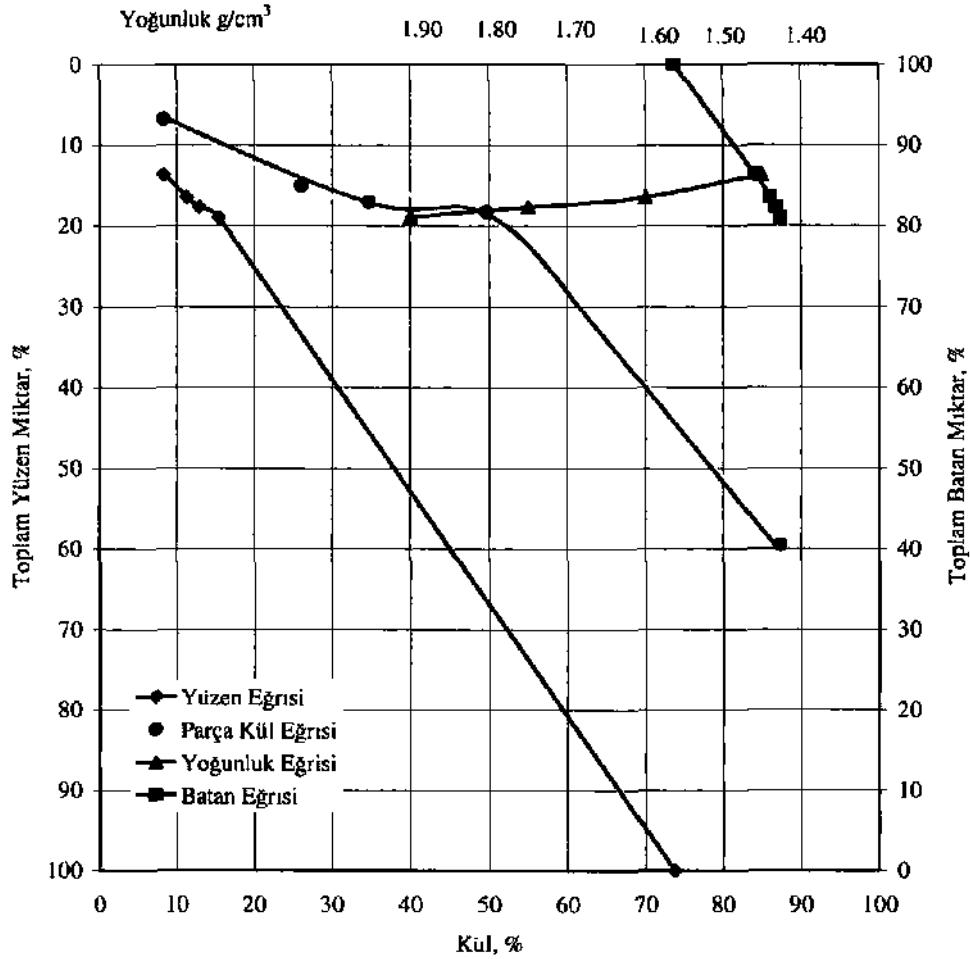
Çizelge 3. Üzülmez Numunesi ile Yapılan Spiral ile Zenginleştirme Denevinin Sonuçları

Ürünler	Miktar, %	Kül, %	Y. Verim, %
Lave	30.9	8.2	49.1
Mikst	44.4	41.8	44.7
ŞİŞİ	24.7	85.4	6.2
Toplam	100.0	42.2	100.0

Yukarıda belirtilen hususlar kapsamında oluşlundan proseslerin akım şemaları, 250 ton/saat'e göre malzeme dengesini de kapsayacak şekilde, Kozlu Bölgesi için Şekil 6'da; Üzülmez bölgesi kömürleri için Şekil 7'de verilmiştir. Proses akım şemaları oluşturulurken, 10 mm açıklı eleğin eleme verimi %85, 0.5 mm açıklı eleğin eleme verimi de %75 olarak alınmıştır.

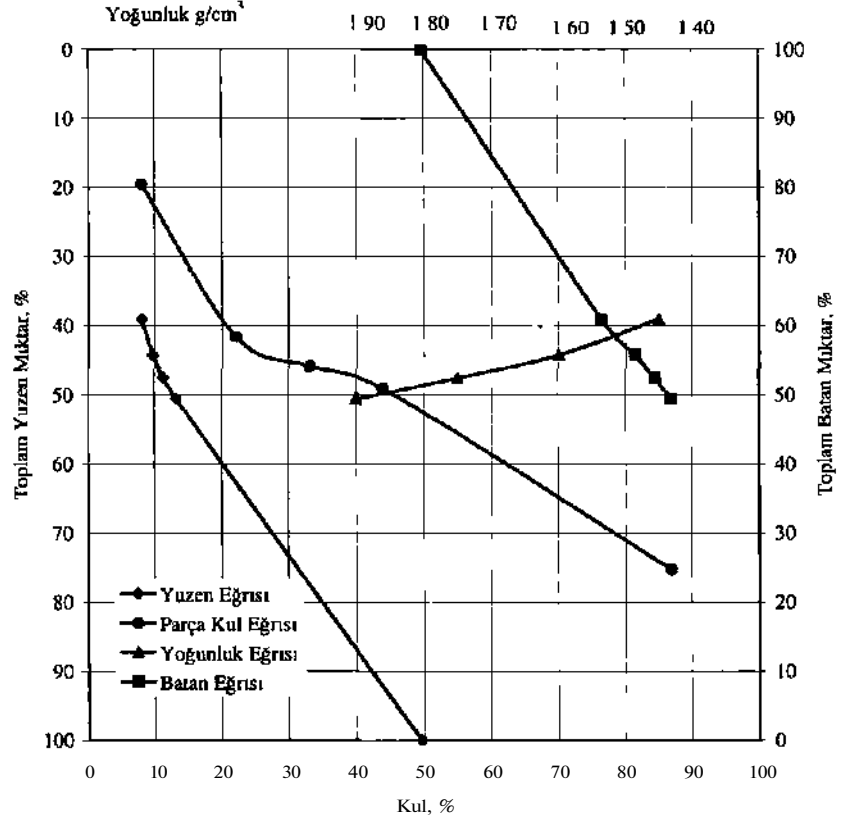
Kozlu ve Üzülmez Bölgesi tuvenan kömürlerine akını şemaları Şekil 6 ve 7'de verilen zenginleştirme prosesleri uygulandığında her boyut aralığında üretilen ürünler loplu halde Çizelge 4'de gösterilmiştir.

KOZLU										
Boyut, mm	Yoğunluk Aralığı	Yoğunluk Aralığındaki Malzeme			Toplam Yüzen			Toplam Batan		
		%M	%K	M*K	%ΣM	ΣM*K	ΣK, %	%ΣM	ΣM*K	ΣK, %
-80+10	-1.45	13,7	8,3	113,7	13,7	113,7	8,3	100,0	7372,4	73,7
	+1.45 -1.60	2,8	26,1	73,1	16,5	186,8	11,3	86,3	7258,7	84,1
	+1.60 -1.75	1,2	34,7	41,6	17,7	228,4	12,9	83,5	7185,7	86,1
	+1.75 -1.90	1,3	49,7	64,6	19,0	293,0	15,4	82,3	7144,0	86,8
TOPLAM		100,0	73,7							



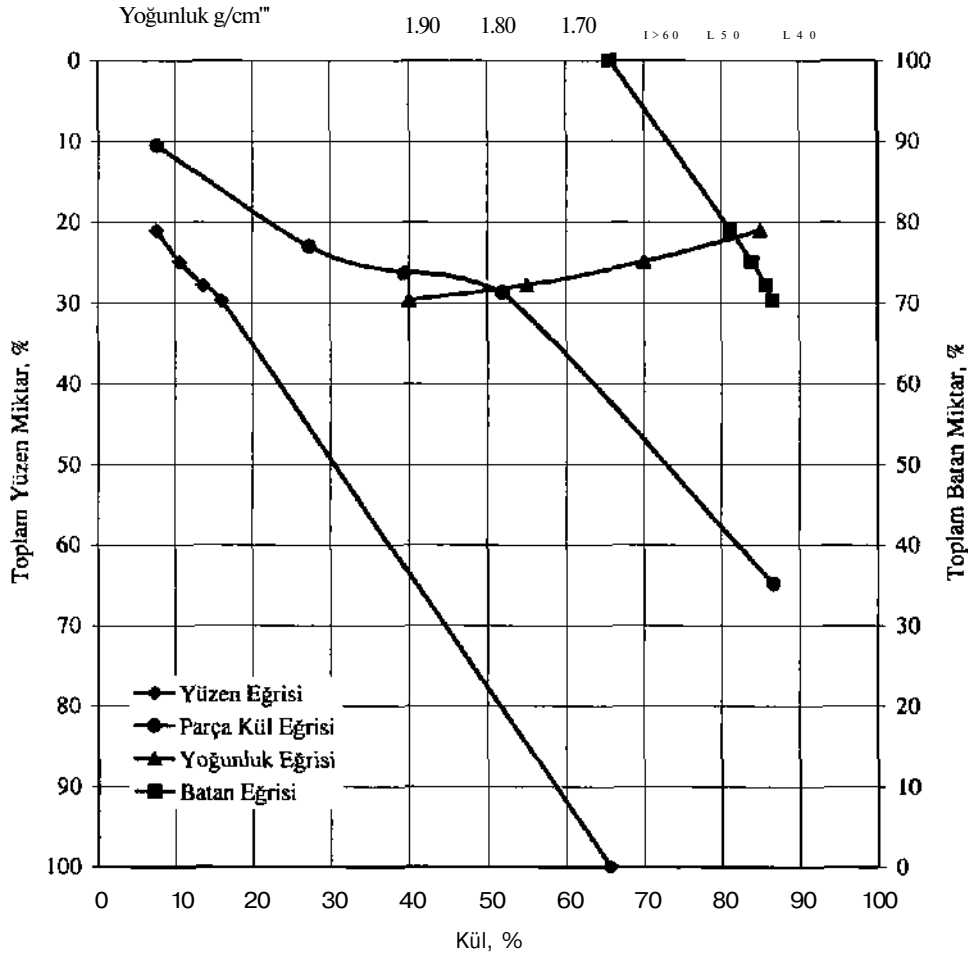
Şekil 2. Kozlu Bölgesi -80+10 mm Boyut Grubundaki Kömürün Yüzdürme Batırma Deneyi Sonuçları

Boyut, mm	Yoğunluk Aralığı	Yoğunluk Aralığındak		Malzeme M*K	Toplam Yüzen			Toplam Batan		
		%M	%K		%ZM	ZM*K	2K, %	%f M	IM*K	IK, %
-10+0,5	-145	39,1	8,0	312,8	39,1	312,8	8,0	100,0	4961,8	49,6
	+ i 45-160	5,2	22,1	114,9	44,3	427,7	9,7	60,9	4649,0	76,3
	+160-175	11	31,1	109,2	47,6	537,0	11,3	55,7	4514,1	81,4
	+175-1 90	3,0	44,0	132,0	50,6	669,0	13,2	52,4	4424,9	84,4
+ 1 90		49,4	86,9	4292,9	100,0	4961,8	49,6	49,4	4292,9	86,9
TOPLAM		100,0	49,6							



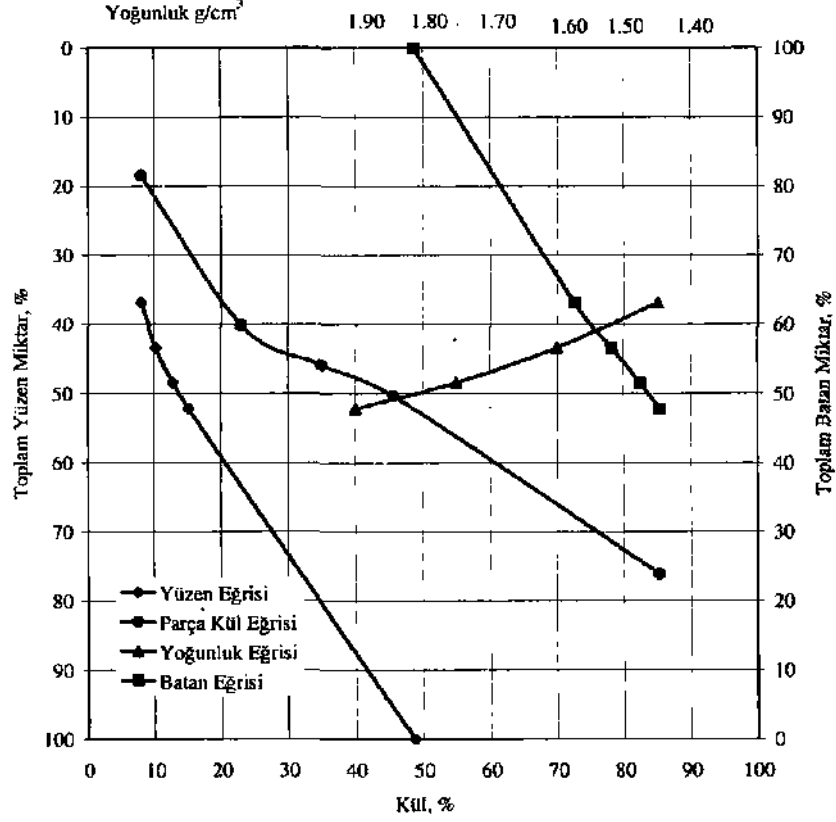
Şekil 3 Kozlu Bölgesi -10+0,5 mm Boyut Grubundaki Komurun Yuzdurme Batırma Deneyi Sonuçları

ÜZÜLMEZ										
Boyut, mm	Yoğunluk Aralığı	Yoğunluk Aralığındakı Malzeme			Toplam Yüzen			Toplam Batan		
		%M	%K	M*K	%f M	ZM*K	f K, %	%2M	ZM*K	XK, %
-80+10	-1.45	21.1	7,6	160,4	21.1	160,4	7,6	100,0	6565,0	65,6
	+ 1.45-1.60	3,8	27,3	103,7	24,9	264,1	10,6	78,9	6404,6	81,2
	+ 1.60-1.75	2,9	39,4	114,3	27,8	378,4	13,6	75,1	6300,9	83,9
	+ 1.75-1.90	1,9	51,9	98,6	29,7	477,0	16,1	72,2	6186,6	85,7
	+1.90	70,3	86,6	6088,0	100,0	6565,0	65,6	70,3	6088,0	86,6
TOPLAM		100,0	65,6							



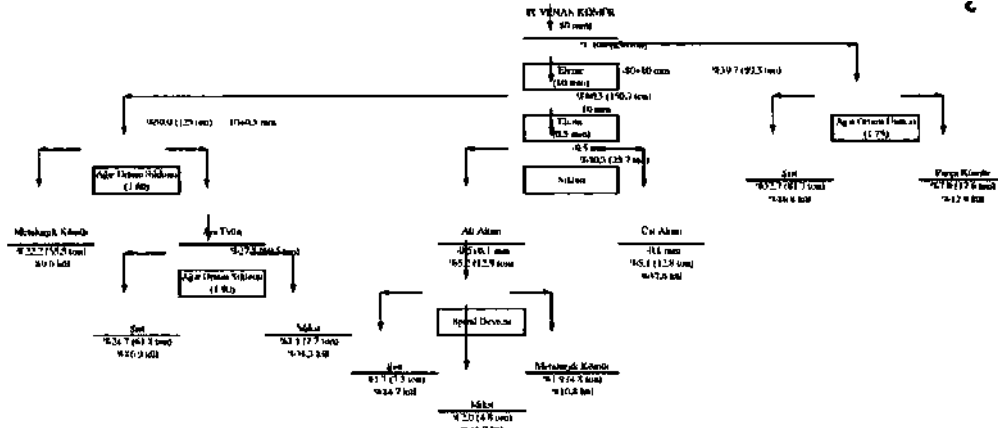
Şekil 4. Üzülmöz Bölgesi -80+10 mm Boyut Grabundaki Kömürün Yüzdürme Batırma Deneyi Sonuçları

ÜZÜLMEZ										
Boyut, mm	Yoğunluk Ara Jigj	Yoğunluk Aralığındaki			Toplam Yüzen			Toplam Batan		
		%M	s h	M*K	% fM	ZM*K	EK, %	%ZM	XM*K	EK, %
-10+0,5	-1.45	36,9	8,0	295,2	36,9	295,2	8,0	100,0	4870,3	48,7
	+1.45-1.60	6,5	23,0	149,5	43,4	444,7	10,2	63,1	4575,1	72,5
	+1.60-1.75	5,0	35,0	175,0	48,4	619,7	12,8	56,6	4425,6	78,2
	+1.75-1.90	3,8	45,6	173,3	52,2	793,0	15,2	51,6	4250,6	82,4
TOPLAM		100,0	48,7							

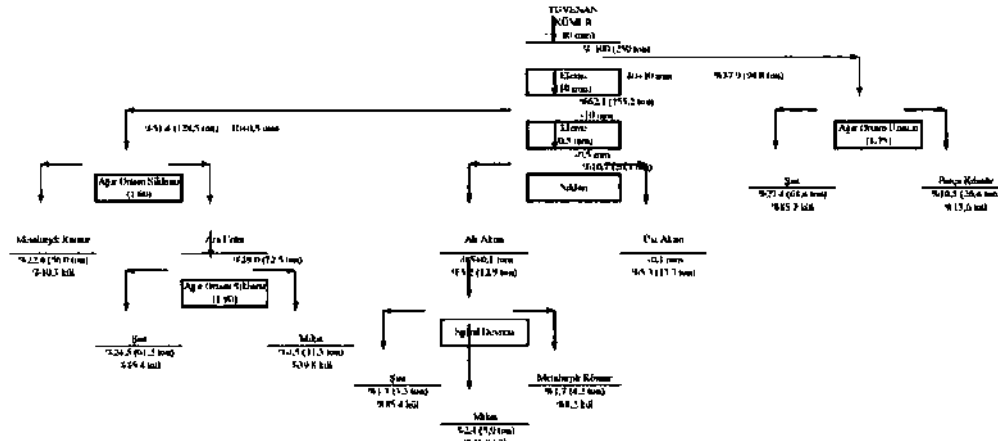


Şekil 5. Üzülmöz Bölgesi -10+0,5 mm Boyut Grubundaki Kömürün Yüzdürme- Batırma Deneyi Sonuçları





Şekil 6. Kozlu Bölgesi Kömürlerini Zenginleştirerek Tesisin Proses Akım Şeması



Şekil 7. Üzülmöz Bölgesi Kömürlerini Zenginleştirerek Tesisin Proses Akım Şeması

Çizelge 4. Kozlu ve Üzülmöz Bölgesi Tuvenan Kömürlerinden Her Boyut Grubu Aralığında Üretilen Ürünlerin Toplu Haldeki Sonuçları

BOYUT, mm	ÜRÜNLER	KOZLU		ÜZÜLMEZ	
		Miktar, %	Kül, %	Miktar, %	Kül, %
-80+10	Parça Kömür	7.0	12.9	10.5	13.6
	Şist	32.7	86.8	27.4	85.7
-10+0.5	Metalurjik Kömür	22.2	9.6	22.4	10.3
	Mikst	3.1	38.3	4.5	39.8
	Şist	24.7	86.9	24.5	85.4
	Metalurjik Kömür	1.9	10.8	1.7	8.2
-0.5+0.1	Mikst	2.0	43.7	2.4	41.8
	Şist	1.3	84.7	1.3	85.4
-0.1	Atık	5.1	37.6	5.3	46.6
	Toplam	100.0	55.6	100.0	53.0

#### 4 SONUÇLAR VE İRDELEME

Bu çalışma kapsamında, Kozlu ve Üzülmaz bölgelerinden üretilen kömürlerin ayrı ayrı zenginleştirilmeleri çerçevesinde proses akım şemaları saptanmış ve 250 ton/saat kapasiteye göre kuru bazda katı dengesi kurulmuştur.

Lavvarların proses akım şemaları oluşturulurken, aşağıda belirtilen hususlar dikkate alınmıştır.

- -80+10 mm boyut grubunda % 12-15 küllü parça kömür üretimi,
- -10+0.5 mm boyut grubunda % 9-11 küllü metalurjik kömür üretimi,
- -0.5 mm boyut grubunda % 9-11 küllü metalurjik kömür ve % 47-50 küllü santral yakıtı üretimi
- Tesisten atılacak artıkların kül içeriği kuru bazda en az % 85 değerini taşıması

Söz konusu çalışma grubunda, yukarıda belirtilen hususlar kapsamında oluşturulan proses akım şemaları, 250 ton/saat tesis kapasitesine göre Kozlu ve Üzülmaz bölgesi kömürleri için ayrı ayrı verilmiştir. Oluşturulan akım şemaları, Kozlu ve Üzülmaz bölgesi luvenan kömürlerinin yıkanabilme özelliklerinin birbirlerine benzer olması nedeniyle, tek tip olarak saptanmıştır. Oluşturulan akım şemasına göre; -80+10 mm boyut grubunda ağır ortam veya jig, -10+0.5 mm boyut grubunda ağır ortam siklonları ve -0.5 mm boyut grubunda ise Reichert Spiral üniteleri ideal ayırıcı olarak saptanmıştır.

İki bölgeye ait kömürlerin yüzdürme-batırma özellikleri benzer olduğundan zenginleştirilme prosesleri de aynı özellikleri; halta, iki kömürün malzeme dengesi de birbirine yakın değerler taşımaktadır. Bu olgu, her iki kömürün tek bir lavvarda da zenginleştirilebileceğini ortaya koymaktadır.

Oluşturulan proses akım şemasına göre, maksimum tane boyutu 80 mm olan kömür 10 mm açıklı titreşimli elekten yıkanarak, elenecektir. -80+10 mm boyut grubunda %12-15 küllü parça kömür üretimi istenildiğinden, bu boyut grubunda % 15 küllü aşmayacak kömür üretiminin ağır ortam ayırması ve jig ile sağlanabileceği yüzdürme-batırma eğrilerinden anlaşılmaktadır. Belirlenen proste, -80+10 mm boyut grubunda, 1.75 g/cm<sup>3</sup> yoğunlukla yapılacak ağır ortam ayırmasıyla, ortalama %13 küllü parça kömür üretimi öngörülmüştür. Bu boyut grubunda ağır ortam ayırması için, Drewboy ayırıcısı ya da tambur tipi ayırıcılar kullanılabilir; bunun yanı sıra, jig ile zenginleştirme öngörüldüğü takdirde Baum ya da Batac tipi jighler kullanmak mümkündür.

Prosesin 2. aşamasında, -10 mm kömür 0.5 mm açıklı titreşimli elekten yıkanarak, elenecektir. -10+0.5 mm boyut grubunda %9-11 küllü metalurjik kömür üretimi istenildiğinden, ağır ortam siklonlarında 1.60 yoğunlukla yapılacak ağır ortam ayırmasıyla, ortalama %10 küllü metalurjik kömür üretimi öngörülmüştür. Bu boyut- grubunda 1.90 g/cm<sup>3</sup> yoğunlukta yapılacak 2. bir ağır ortam siklonu ayırmasıyla da, ortalama %39 küllü termik santral yakıtı ve ortalama %86 küllü artık (şist) üretimi de yapılacaktır. -0,5 mm boyundaki kömür spiral ile zenginleştirmeye tabi tutulacaktır. Spiral ile zenginleştirmenin 1. aşamasında temiz bir arlık atıldıktan sonra elde edilen lavye 2 kademe uygulanacaktır. Her iki kömüre de spiral ile üç aşamalı zenginleştirme uygulandıktan sonra metalurjik kalitede kömür (% 8-11 küllü) ile ortalama % 42,5 küllü termik santral yakıtı elde edilecektir.

Kurulacak lavvarların kömür randımanı ile yanabilir verimleri aşağıda verilmiştir.

##### Kömür randımanı:

Kozlu bölgesi	: % 31.1 (lave), %5.1 (termik santral yakıtı)
Üzülmaz bölgesi	: % 34.6 (lave), %6.9 (termik santral yakıtı)

##### Yanabilir verim:

Kozlu bölgesi	: % 66.6 (lave), %6.8 (termik santral yakıtı)
Üzülmaz bölgesi	: % 68.5 (lave), %8.7 (termik santral yakıtı)

Kozlu ve Üzülmaz bölgesinde üretilen kömürlerin benzer yıkama özellikleri nedeniyle, oluşturulan proses akım şemaları benzer özellikler taşımaktadır. Her iki bölge üretim kömürlerinin çok kolay yıkanma özelliğinde oldukları saptanmıştır.

Oluşturulan proses akım şemalarına göre;

- 80+10 mm boyut grubunda; ağır ortam veya jig üniteleri,
- 10+0.5 mm boyut grubunda; ağır ortam siklon ünitesi,
- 0.5 mm boyut grubunda; Reichert spiral ünitesi, en ideal ayırıcı ünitesi olarak saptanmıştır.

250 ton/saat kapasite bazında oluşturulan proses akım şemasına göre;

-80+10 mm boyut grubunda;

• -0.5+0.1 mm boyut grubunda;

1.75 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda gerçekleştirilen yüzdürme deneyinde üretilen ürünler Çizelge 5'de verilmektedir. Bu boyul grubunda miksl ürünü alınmamaktadır.

-0.5+0.1 mm boyut grubunda Reichert Spirali ile gerçekleştirilen deneylerde üretilen ürünler Çizelge 7'de verilmektedir.

• -10+0.5 mm boyut grubunda;

1.60 gr/cm<sup>3</sup> ve 1.75 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluklarında 2 kademede gerçekleştirilen yüzdürme deneylerinde üretilen ürünler Çizelge 6'da verilmektedir.

Gerek Kozlu gerekse Üzülmaz Bölgelerinden üretilen kömürlerden; -80+10 mm boyut grubunda parça kömür, -10+0.5 mm ve -0.5+0.1 mm boyut grubu arında ise metalurjik kömür niteliğinde ürünlerin rahatlıkla üretilebileceği ilgili Çizelgelerden görülmektedir.

Çizelge 5. 1.75 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluğunda gerçekleştirilen yüzdürme deneyi sonuçları

Kömür Cinsi	Temiz Kömür		Şist	
	Miktar, t	Kül, %	Miktar, t	Kül, %
Kozlu	17.6	12.9	81.7	86.8
Üzülmaz	26.4	13.6	68.4	85.7

Çizelge 6. 1.60 gr/cm<sup>3</sup> ve 1.75 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluklarında gerçekleştirilen yüzdürme deneyi sonuçları

Kömür Cinsi	Temiz Kömür		Mikst		Şist	
	Miktar, t	Kül, %	Miktar, t	Kül, %	Miktar, t	Kül, %
Kozlu	55.5	9.6	7.7	38.3	61.8	86.9
Üzülmaz	56.0	10.3	11.3	39.8	61.2	85.4

Çizelge 7. 1.60 gr/cm<sup>3</sup> ve 1.75 gr/cm<sup>3</sup> yoğunluklarında gerçekleştirilen yüzdürme deneyi sonuçları

Kömür Cinsi	Temiz Kömür		Mikst		Şist	
	Miktar, t	Kül, %	Miktar, t	Kül, %	Miktar, t	Kül, %
Kozlu	4.8	10.8	4.8	43.7	3.3	84.7
Üzülmaz	4.2	8.2	5.9	41.8	3.3	85.4

## TEŞEKKÜR

Söz konusu araştırmanın düzenli bir şekilde yürütülmesinde büyük katkıları olan başta TTK Genel Müdürlüğü yetkilileri olmak üzere Merkez Lavvar Müdürlüğü'ne, Lavvar Laboratuvar Baş mühendis I işi'ne ve tüm personeline şükranlarımızı sunarız.

## KAYNAKLAR

Zonguldak Merkez Lavvarının Performans Etüdü ve Kurulması Düşünülen Yeni Lavvarların Prosesi ile Kuruluş Yerlerinin Saptanması, İTÜ Maden Fakültesi Vakfı İktisadi İşletmeleri. Nisan. 2004.  
TTK Genel Müdürlüğü Raporları. 2004

