

**ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zehra ALTINÇELEP

**TKİ-GELİ MÜESSESESİ SEKKÖY KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİNİN
PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ**

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

ADANA, 2013

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

TKİ-GELİ MÜESSESESİ SEKKÖY KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİNİN
PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Zehra ALTINÇELEP

YÜKSEK LİSANS TEZİ

MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez 02/08/2013 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından
Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

.....
Prof. Dr. Oktay BAYAT Prof. Dr. Belgin BAYAT Doç. Dr. Ö. Yusuf TORAMAN
DANIŞMAN ÜYE ÜYE

.....
Doç. Dr. Özen KILIÇ Doç. Dr. Hüseyin VAPUR
ÜYE ÜYE

Bu Tez Enstitümüz Maden Mühendisliği Anabilim Dalında hazırlanmıştır.

Kod No:

Prof. Dr. Mustafa GÖK
Enstitü Müdürü

Bu Çalışma Ç. Ü. Araştırma Projeleri Birimi Tarafından Desteklenmiştir.
Proje No: MMF2012YL26

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların
kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere
tabidir.

ÖZ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

TKİ-GELİ MÜESSESESİ SEKKÖY KÖMÜR HAZIRLAMA TESİSİNİN PERFORMANSININ DEĞERLENDİRİLMESİ

Zehra ALTINÇELEP

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
MADEN MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Danışman : Prof. Dr. Oktay BAYAT
Yıl: 2013, Sayfa: 135
Jüri : Prof. Dr. Oktay BAYAT
: Prof. Dr. Belgin BAYAT
: Doç. Dr. Öner Yusuf TORAMAN
: Doç. Dr. Özen KILIÇ
: Doç. Dr. Hüseyin VAPUR

Bu çalışmada, TKİ-GELİ Müessesine ait Sekköy lavvarının performansı değerlendirilmiştir. Performans değerlendirmede fraksiyonel yıkanabilirlik değerleri kullanılmıştır. Bu sebeple lavvarda yıkama cihazları olan Drewboy ve Larcodem cihazlarının akışlarından temsili numuneler alınmıştır. Alınan numunelere elek analizi yapılmış ve herbir fraksiyona ait yüzdürme-batırma testleri uygulanmıştır. Testler sonucunda elde edilen ürünlere kül analizleri yapılmıştır. Elde edilen veriler ile herbir ekipman için fraksiyonel tromp eğrileri çizilmiş, fraksiyonel Ep ve ρ_{50} değerleri hesaplanmıştır.

Yapılan yüzdürme-batırma deneyleri sonucunda, kömür numunelerinin kolay yıkanabilme yoğunluğunun $1,6 \text{ g/cm}^3$ olduğu belirlenmiştir. Bu yoğunlukta %54,37 yıkama verimi ile %22,09 küllü temiz kömür ve artık (şist) külünün ise %50,88 olacağı belirlenmiştir. Ayrıca kömür yıkama tesislerinde performans ölçümünün önemi belirtilmiş ve son olarak cihazların performans ölçümlerine yer verilmiştir.

Anahtar Kelimeler: Kömür, Performans değerlendirme, Partisyon eğrisi (tromp eğrisi), Yıkanabilirlik eğrisi

ABSTRACT

MSc THESIS

PERFORMANCE EVALUATION OF TKİ-GELİ SEKKÖY COAL WASHING PLANT

Zehra ALTINÇELEP

ÇUKUROVA UNIVERSITY
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES
DEPARTMENT OF MINING ENGINEERING

Supervisor : Prof. Dr. Oktay BAYAT
Year: 2013, Page: 135
Jury : Prof. Dr. Oktay BAYAT
: Prof. Dr. Belgin BAYAT
: Assoc. Prof. Dr. Öner Yusuf TORAMAN
: Assoc. Prof. Dr. Özen KILIÇ
: Assoc. Prof. Dr. Hüseyin VAPUR

In this study, TKİ-GELİ Sekköy coal washing plant' s performance was evaluated. In the performance evaluation, fractional washability values were used. For this purpose, representative samples were taken from the flows of coal washing equipments (Drewboy and Larcodem). Screen analyses were performed to these samples and sink float tests were applied to particle size of each. Ash analyses were performed to the samples which were obtained from sink float tests. Fractional tromp curves were graphed with data which were obtain from the tests, fractional E_p and ρ_{50} values were calculated for each equipment.

The results of sink float tests have indicated that most convenient operating density is 1.6 g/cm^3 . At this density, the clean coal with 54.37 % ash content will be produced and, 22.09 % total yield will be obtained and the refuse will contain 50.88 % ash. Additionally, the importance of the performance tests was presented at the washing plants and furthermore, estimations of the performance of coal washing equipments were given in this paper.

Keywords: Coal, Performance evaluation, Distribution (tromp) curve, Washing curve

TEŞEKKÜR

Çalışmamın her aşamasında yardımlarını esirgemeyen, yapıcı ve yönlendirici fikirleri ile bana daima yol gösteren danışman hocam Sayın Prof. Dr. Oktay BAYAT' a sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Tüm hayatım boyunca olduğu gibi zorlu eğitim süresince de hiçbir şekilde maddi ve manevi desteğini benden esirgemeyen çok değerli annem Sevilay SİNİRLİOĞLU' na sonsuz teşekkür ederim.

Tezim süresince bana manevi ve çalışma desteği sağlayan Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü' nden çok değerli arkadaşlarım Seda DEMİRCİ, Arş. Gör. Mahmut ALTINER, Arş. Gör. Ali Can ÖZDEMİR ve Arş. Gör. Abdülkadir ÜRÜNVEREN' e sonsuz teşekkür ederim.

Yüksek lisans çalışmalarım esnasında tüm bölüm olanaklarından yararlanmamı sağlayan Ç.Ü. Maden Mühendisliği Bölüm Başkanlığı' na ve yardımlarını hiçbir zaman esirgemeyen bölüm çalışanlarına, maddi destek veren Ç.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi' ne de ayrıca teşekkürlerimi sunarım.

İÇİNDEKİLER

SAYFA

ÖZ	I
ABSTRACT	II
TEŞEKKÜR	III
İÇİNDEKİLER	IV
ÇİZELGELER DİZİNİ	VI
ŞEKİLLER DİZİNİ	VIII
SİMGELER VE KISALTMALAR	XII
1. GİRİŞ	1
1.1. Kömür Hazırlama Hakkında Genel Bilgiler	1
1.2. Kömür Hazırlama Ekipmanları	3
1.2.1. Ağır Ortamlı Ayırıcılar	5
1.2.1.1. Statik Ağır Ortam Ayırıcıları	5
1.2.1.2. Dinamik Ağır Ortam Ayırıcıları	8
1.2.2. Su Ortamlı Ayırıcılar	11
1.2.2.1. Jigler	11
1.2.2.2. Su Siklonları	13
1.2.2.3. Spiraller	14
1.2.3. Flotasyon	14
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	19
3. MATERYAL VE METOD	23
3.1. Materyal	23
3.1.1. Numune Hazırlama	23
3.1.3. Tane Boyutu Dağılımı	27
3.1.4. Tüvanan Kömür Kimyasal Bileşimi	28
3.1.5. Drewboy	29
3.1.6. Larcodem	32
3.2. Metod	35
3.2.1. Kül Analizi	35
3.2.2. Uçucu Madde Tayini	36

3.2.3. Isıl Değer Tayini	37
3.2.4. Kükürt Miktarının Tayini	40
3.2.5. Sabit Karbon Tayini.....	41
3.2.6. Yüzdürme-Batırma Analizleri	41
3.2.7. Ekipmanların Performans Değerlendirmesi	46
4. ARAŞTIRMA BULGULARI	51
4.1. Kömürlerin Yıkanabilirlik Özellikleri.....	51
4.2. Yıkama Ekipmanlarının Performans Ölçümleri.....	76
4.2.1. Drewboy Cihazı Performansı	76
4.2.2. Larcodem Cihazı Performansı	84
5. SONUÇ VE ÖNERİLER	91
KAYNAKLAR	95
ÖZGEÇMİŞ	99
EKLER.....	100

ÇİZELGELER DİZİNİ

SAYFA

Çizelge 3.1. Elek analizinde kullanılan elek açıklıkları.....	27
Çizelge 3.2. Tüvanan kömür analiz sonuçları.....	28
Çizelge 3.3. Drewboy besleme analiz sonuçları	29
Çizelge 3.4. Drewboy cihazı lave kömürün analiz sonuçları.....	30
Çizelge 3.5. Drewboy cihazı şistin analiz sonuçları	31
Çizelge 3.6. Larcodem besleme analiz sonuçları	32
Çizelge 3.7. Larcodem cihazı lave kömürün analiz sonuçları	33
Çizelge 3.8. Larcodem cihazı şistin analiz sonuçları	34
Çizelge 3.9. Yıkanabilirlik çizelgesi	43
Çizelge 3.10. $\pm 0,1$ özgül ağırlık eğrisinden okunan değer-ayrım zorluğu ilişkisi	46
Çizelge 4.1. Drewboy cihazı için hesaplanan ρ_{50} ve E_p değerleri.....	76
Çizelge 4.2. Larcodem cihazı için hesaplanan ρ_{50} ve E_p değerleri	84

Şekil 1.1. Kömür hazırlamada kullanılan kömür ekipmanlarının tane boyutuna göre uygulanabilirliği	4
Şekil 1.2. Wemco ağır ortam tamburu	6
Şekil 1.3. Drewboy ayırıcısı	7
Şekil 1.4. Teska yıkayıcısı.....	7
Şekil 1.5. Norwalt ayırıcısı.....	8
Şekil 1.6. Ağır ortam siklonu	8
Şekil 1.7. Vorsly ayırıcısı	9
Şekil 1.8. Dynawhirpool ayırıcısı.....	10
Şekil 1.9. Larcodems ayırıcısı	10
Şekil 1.10. Çift makaralı ağır ortam siklonu	11
Şekil 1.11. Baum jigi.....	12
Şekil 1.12. Batac jigi	13
Şekil 1.13. Su siklonu.....	13
Şekil 1.14. Spiral zenginleştirici.....	14
Şekil 1.15. Kolon flotasyonu	16
Şekil 1.16. Jet ve Jameson flotasyon sistemleri	17
Şekil 3.1. Lavvarda kullanılan drewboy cihazı	24
Şekil 3.2. Lavvarda kullanılan larcodem cihazı	24
Şekil 3.3. Lavvar tesisi akım şeması ve numune alma noktaları.....	26
Şekil 3.4. Akışlara ait tane boyutu dağılımları.....	27
Şekil 3.5. Deneylerde kullanılan kül fırını	36
Şekil 3.6. Deneylerde kullanılan kalorimetre cihazı	37
Şekil 3.7. Deneylerde kullanılan kükürt cihazı	40
Şekil 3.8. Ağır ortam çözeltileri	41
Şekil 3.9. Yüzdürme-batırma testlerinde kullanılan kömür numuneleri.....	42
Şekil 3.10. Yüzdürme-batırma deneyi akım şeması.....	43
Şekil 3.11. Yıkanabilirlik eğrileri.....	45
Şekil 3.12. Partisyon eğrisi.....	47

Şekil 4.1. Tüvanan kömürün (+150 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	52
Şekil 4.2. Tüvanan kömürün (-150+100 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	52
Şekil 4.3. Tüvanan kömürün (-100+80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	53
Şekil 4.4. Tüvanan kömürün (-80+50 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	53
Şekil 4.5. Tüvanan kömürün (-50+31,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	54
Şekil 4.6. Tüvanan kömürün (-31,5+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	54
Şekil 4.7. Tüvanan kömürün (-18+12,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	55
Şekil 4.8. Tüvanan kömürün (-12,5+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	55
Şekil 4.9. Tüvanan kömürün (-10+6,3 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	56
Şekil 4.10. Tüvanan kömürün (-6,3+4,75 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	56
Şekil 4.11. Tüvanan kömürün (-4,75-2,80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	57
Şekil 4.12. Tüvanan kömürün (-2,80+1 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	57
Şekil 4.13. Tüvanan kömürün (-1+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	58
Şekil 4.14. Tüvanan kömürün birleştirilmiş yüzdürme-batırma eğrileri.....	58
Şekil 4.15. Tüvanan kömür Birleştirilmiş (+80 mm) Yüzdürme-Batırma Eğrileri....	59
Şekil 4.16. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-80+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri .	59
Şekil 4.17. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-18+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri .	60
Şekil 4.18. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-10+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	60
Şekil 4.19. Drewboy girişi (-80+50 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	61
Şekil 4.20. Drewboy girişi (-50+31,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	62
Şekil 4.21. Drewboy girişi (-31+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	62
Şekil 4.22. Drewboy girişi (-18+12,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	63
Şekil 4.23. Drewboy girişi (-12,5+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	63
Şekil 4.24. Drewboy girişi (-10+6,3 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	64
Şekil 4.25. Drewboy girişi (-6,3+4,75 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	64
Şekil 4.26. Drewboy girişi (-4,75+2,80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	65
Şekil 4.27. Drewboy girişi (-2,80+1 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	65
Şekil 4.28. Drewboy girişi (-1+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	66
Şekil 4.29. Drewboy birleştirilmiş yüzdürme-batırma eğrileri	66
Şekil 4.30. Drewboy birleştirilmiş (+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	67
Şekil 4.31. Drewboy birleştirilmiş (-18+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	67

Şekil 4.32. Drewboy birleştirilmiş (-10+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	68
Şekil 4.33. Larcodem girişi (-80+50 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	69
Şekil 4.34. Larcodem girişi (-50+31,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	69
Şekil 4.35. Larcodem girişi (-31,5+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	70
Şekil 4.36. Larcodem girişi (-18+12,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	70
Şekil 4.37. Larcodem girişi (-12,5+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	71
Şekil 4.38. Larcodem girişi (-10+6,3 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	71
Şekil 4.39. Larcodem girişi (-6,3+4,75 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	72
Şekil 4.40. Larcodem girişi (-4,75+2,80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	72
Şekil 4.41. Larcodem girişi (-2,80+1 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	73
Şekil 4.42. Larcodem girişi (-1+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	73
Şekil 4.43. Larcodem birleştirilmiş yüzdürme-batırma eğrileri	74
Şekil 4.44. Larcodem birleştirilmiş (+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri.....	74
Şekil 4.45. Larcodem birleştirilmiş (-18+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	75
Şekil 4.46. Larcodem birleştirilmiş (-10+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri	75
Şekil 4.47. Drewboy performans eğrisi (-80+50 mm)	77
Şekil 4.48. Drewboy performans eğrisi (-50+31,5 mm)	77
Şekil 4.49. Drewboy performans eğrisi (-31,5+18 mm)	78
Şekil 4.50. Drewboy performans eğrisi (-18+12,5 mm)	78
Şekil 4.51. Drewboy performans eğrisi (-12,5+10 mm)	79
Şekil 4.52. Drewboy performans eğrisi (-10+6,3 mm)	79
Şekil 4.53. Drewboy performans eğrisi (-6,3+4,5 mm)	80
Şekil 4.54. Drewboy performans eğrisi (-4,75+2,80 mm)	80
Şekil 4.55. Drewboy performans eğrisi (-2,80+1 mm)	81
Şekil 4.56. Drewboy performans eğrisi (-1+0,5 mm)	81
Şekil 4.57. Drewboy partiyon eğrilerinin karşılaştırılması.....	82
Şekil 4.58. Drewboy cihazı tane boyutu kesme yoğunluğu ilişkisi.....	82
Şekil 4.59. Drewboy cihazı tane boyutu E_p ilişkisi	83
Şekil 4.60. Larcodem performans eğrisi (-80+50 mm).....	84
Şekil 4.61. Larcodem performans eğrisi (-50+31,5 mm).....	85
Şekil 4.62. Larcodem performans eğrisi (-31,5+18 mm).....	85

Şekil 4.63. Larcodem performans eğrisi (-18+12,5 mm)	86
Şekil 4.64. Larcodem performans eğrisi (-12,5+10 mm)	86
Şekil 4.65. Larcodem performans eğrisi (-10+6,3 mm)	87
Şekil 4.66. Larcodem performans eğrisi (-6,3+4,75 mm)	87
Şekil 4.67. Larcodem performans eğrisi (-4,75+2,80 mm)	88
Şekil 4.68. Larcodem performans eğrisi (-2,80+1 mm)	88
Şekil 4.69. Larcodem performans eğrisi (-1+0,5 mm)	89
Şekil 4.70. Larcodem partisyon eğrilerinin karşılaştırılması	89
Şekil 4.71. Larcodem cihazı tane boyutu kesme yoğunluğu ilişkisi	90
Şekil 4.72. Larcodem cihazı tane boyutu E_p ilişkisi	90

SİMGELER VE KISALTMALAR

ρ_{50}	:	Ayrım yoğunluğu (kesme noktası)
E_p	:	Hata faktörü

1. GİRİŞ

Kömür, dünyadaki fosil yakıtların içerisinde rezerv açısından en geniş paya sahiptir ve bu da gelecekte enerji üretiminde önemli rol oynayacağını göstermektedir (Kural, 1991; Boylu ve Ateşok, 1999; DPT, 2001; Demir ve ark, 2007).

Enerji hammaddelerinde aranan özellikler göz önünde bulundurulduğunda, rezerv açısından diğer kaynaklara oranla oldukça baskın olması, ekonomik olarak üretilebilirliği, teminindeki güvenilirlik, fiyat istikrarı, çevresel kabul edilebilirliği, depolanması ve nakliyesindeki kolaylık gibi avantajları ile kömür diğer enerji kaynaklarının yanında bir adım öne çıkarmaktadır (Anaç, 2003; Tamzok ve ark, 2005; Ersoy, 2007).

Ülkemizde bulunan kömür rezervlerinin büyük oranda düşük kaliteli linyit kömürlerinden oluşması, ocak üretimi ve üretim sonrası kömür hazırlama yöntemlerinin en doğru şekilde seçilmesi, seçilen yöntemlerle işletilen ocaklar ve kömür hazırlama tesislerinin en verimli şekilde çalıştırılması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır.

Kömür hazırlama tesislerinin verimli şekilde çalışıp çalışmadığının tayini, kömür yıkama ekipmanları üzerinde yapılan performans değerlendirme çalışmalarıyla belirlenebilmektedir (Şengül, 2008).

Bu çalışmadaa, TKİ-GELİ Müessesesine ait Sekköy Kömür Hazırlama tesisinin yıkama devrelerinde yer alan ekipmanların mevcut durumdaki performansı değerlendirilmiştir.

1.1. Kömür Hazırlama Hakkında Genel Bilgiler

Kömür kaynaklarını yeterince değerlendiren ülkeler, bugünün gelişmiş ülkeleri konumuna gelmişlerdir. Gelişmiş ülkelerde bugün, kömür üretildikten sonra doğrudan kullanılmamaktadır. Kömürlerin nitelikleri, uygulanan fiziksel, kimyasal ve ısıl işlemlerle değiştirilmekte, sanayi ve ısınma amaçlı kullanıma en uygun, havayı en az kirleten, külü, kükürdü ve rutubeti azaltılmış ve kalorisi yükseltilmiş hale getirilmektedir (Kömür Çalışma Grubu Raporu, 1996).

Kömür kalitesi temelde nem, kül ve kükürt içerikleri göz önünde bulundurularak değerlendirilmektedir. Bu içeriklerin düşürülmesiyle kömürün kalorifik değeri artırılmakta ve kalitesi yükseltilmektedir (Şengül, 2008).

Kül, kömür numunesinin yanması sonucu arta kalan mineral maddelerden oluşan artık olarak ifade edilmektedir. Kömür organik bir kayadır ve organik olmayan maddeler içermektedir. Külün büyük bir kısmı kimyasal bileşim olarak silisyum, alüminyum ve demir oksitlerinden ibarettir. Kömürlerde iki türlü kül bulunur. Bunlar, bünye külü ve harici küldür. Bünye külü, kömürü oluşturan bitkilerden gelen inorganik maddelerdir ve kömürdeki toplam külün %2-3'ünü oluşturur. Harici kül ise, kömürü oluşturan bitkilerin dışında kömüre karışan yabancı maddelerdir. Bu maddeler; kömüre, kömürleşme esnasında karışabileceği gibi kömürleşmeden sonra da kömür damarları içindeki çatlak ve kırıklar boyunca girebilir. Bu yabancı maddeler; kil, şist, kumtaşı, kireçtaşı ve benzerleri olabilir. Bunlar, kömür içinde mikroskobik parçalar halinde bulunabileceği gibi damarlar ve/veya tabakalar halinde de bulunabilir. Yabancı maddeler, tüvanan kömüre, üretim esnasında tavan ve taban yan taşlarından da karışabilir. Bunların hepsi harici külü oluştururlar. Bünye külü, kömürden yıkama yöntemleriyle uzaklaştırılmazken, harici kül, kömür yıkama yöntemleriyle belli bir oranda azaltılabilir.

Bütün kömürler az miktarda da olsa kükürt içerir. Kömürlerde bulunan kükürt üç formda olabilir: Bunlar; organik, inorganik ve sülfat kükürdüdür. Bunlara ek olarak bazı kömürlerde elementel kükürtle karşılaşmıştır. Organik kükürt, kömürün organik materyalinin bir parçasıdır. Bu nedenle, kömürden fiziksel yöntemlerle uzaklaştırılması mümkün değildir. Sülfat kükürdü, kömürde toplam kükürdün çok az bir kısmını oluşturur. Jips (CaSO_4) halinde bulunduğu gibi, kömürün hava ile uzun süre teması sonucu FeSO_4 olarak da bulunabilir. Piritik kükürt ise pirit ve markasit minerallerine bağlı olarak bulunur. Kömür içerisinde bantlar, damarlar, merccekler, küresel veya dissemine tanecikler halinde türlü şekil ve biçimlerde dağılırlar. İster gözle görülebilir (makroskobik), ister mikroskobik olsun piritik kükürt, kömürden serbestleştiği takdirde flotasyon veya diğer zenginleştirme yöntemleriyle kömürden temizlenebilir.

Kömür, yerindeyken, kuru ve yağlı gözükmeye karşın, su ile doygundur. Bu nem varlığı, yatak nemi olarak adlandırılır. Nem, kömürün yüzeyinde olduğu gibi, kömür içindeki çatlak ve gözeneklerde de bulunabilir. Taşkömürleri, orijinal bazda, genellikle %10'un altında nem içerirken, linyitler, kalitesine bağı olarak %55'lere kadar ulaşan oranlarda nem içerebilirler (DPT, 2001).

Kömür bünyesinden ayrılabilir nitelikteki safsızlıkların arındırılması, çeşitli kömür hazırlama yöntemlerinin uygulanmasıyla gerçekleştirilmektedir. Kömür hazırlamada en yaygın olarak kullanılan yöntem yer çekimiyle zenginleştirme ve flotasyondur. İstenmeyen minerallerin uzaklaştırılması için kömür hazırlama kapsamında manyetik ayırma, elektrostatik ayırma, havalı masa ve oluklar, yağ aglomerasyonu vs. gibi bir takım yöntemler bulunmakta fakat yaygın olarak kullanılmamaktadır (Sönmez, 1999).

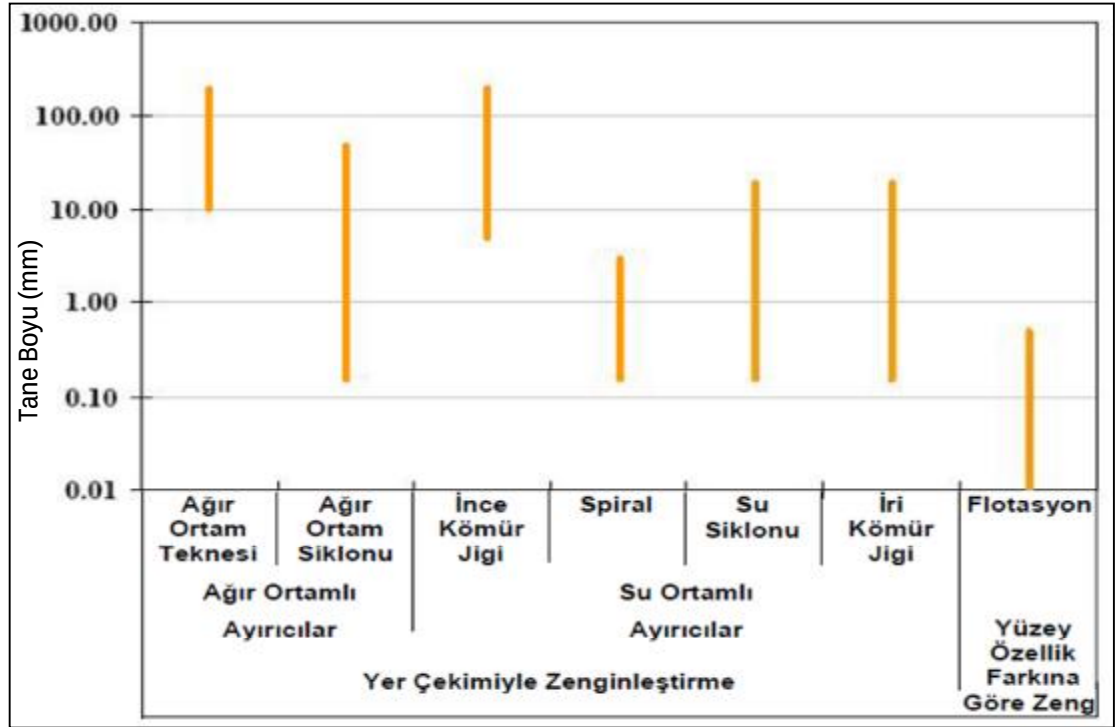
Yerçekimiyle zenginleştirme, minerallerin yoğunluk farklılıklarına dayalı bir ayırım yöntemidir. Saf kömürün özgül ağırlığının $1,3 \text{ g/cm}^3$, kömürdeki harici külü oluşturan minerallerin ortalama özgül ağırlığının $2,5 \text{ g/cm}^3$ ve piritik kükürdün özgül ağırlığının $4,8 \text{ g/cm}^3$ olması sebebiyle ayırımın diğ er yöntemlerdekilere nazaran oldukça kolay olması, kömür hazırlamada yerçekimiyle zenginleştirmeyi tercih edilen yöntem haline getirmiştir.

İnce tane boyutlarında ise yerçekimiyle zenginleştirme dışında flotasyon yöntemi de yaygın olarak kullanılan başka bir yöntemdir. Flotasyon, minerallerin yüzey özelliklerindeki farklılıklarından yararlanılarak zenginleştirilmesini sağlayan fizikokimyasal bir ayırım yöntemidir. Özellikle ince tane boyutlarında serbestleş en ve yerçekimiyle zenginleştirmenin yetersiz olduğu yapılarda yaygın olarak kullanılmaktadır (Şengül, 2008).

1.2. Kömür Hazırlama Ekipmanları

Kömür hazırlamada talebe göre farklı boyutlarda ve farklı kalitelerde kömür üretilmektedir. Özellikle yoğunluğa dayalı zenginleştirme süreçlerinde, tane boyutu kritik bir parametredir. Dolayısıyla farklı tane boyutlarında, kömürün yapısı da göz önünde bulundurularak çeşitli avantajlarından ötürü farklı tip zenginleştirme

ekipmanları ve farklı ortamlar kullanılmaktadır (Şekil 1.1). Kömür yıkama ekipmanları genel olarak su ortamı ve ağır ortamı yıkama ekipmanları olarak ikiye ayrılmakta, bu ekipmanlar ise kendi içlerinde iri ve ince kömürde kullanılan ekipmanlar olarak farklı gruplara ayrılmaktadır (Horsfall, 1980).



Şekil 1.1. Kömür hazırlamada kullanılan kömür ekipmanlarının tane boyutuna göre uygulanabilirliği (Hacıfazlıoğlu, 2013)

Tesislerde genellikle iri kömür yıkama için (6, 10 veya 18 mm üstü boyut grubu) ağır ortam üniteleri veya jigler; ince kömür için (6, 10 veya 18 mm boyut grubu 0,5 mm arası) siklonlar, feldispatlı jigler, sarsıntılı masalar ve sabit oluklar; çok ince (toz) kömür yıkama için flotasyon uygulanır.

Günümüzde, modern kömür zenginleştirme tesislerinde 150-0,5 mm arası kömür büyük kapasiteli havalı jiglerle; 0,5 mm altı kömür ise flotasyonla ve spirallerle zenginleştirilmektedir. Bu tesislerde yerleştirme hacmi ve maliyetler düşmekte, buna karşılık tesis kapasitesi artmaktadır (Al, 2011).

1.2.1. Ağır Ortamlı Ayırıcılar

İri boyutlu mineral tanelerinin, aralarındaki özgül ağırlık farklılığına dayanılarak, ağır bir akışkan ortam içerisinde, yüzme ve batma yoluyla birbirinden ayrılması ile yapılan zenginleştirme işlemine, ağır-ortam veya ağır-sıvı ayırması ile zenginleştirme denilmektedir (Hacıfazlıoğlu, 2013).

Ağır ortamlı ayırıcılar, ortam yoğunluğunun değişen pazar talebine veya değişen kömür besleme kalitelerine göre ayarlanabilme konusunda sağladığı esneklik sebebiyle tercih edilmektedir. Ağır ortamlı ayırıcılarla, iyi yoğunluk kontrolünün sağlanmasıyla yüksek miktarda ayırım yoğunluğuna yakın özgül ağırlığa sahip mineral içeren beslemelerde bile keskin ayırımlar yapılabilmektedir (Şengül, 2008).

Ağır ortam ayırımı oldukça geniş bir tane boyutuna uygulanabilmektedir. Üst limiti yaklaşık olarak 300 mm fakat pratikte uygulanan aralık 1 mm ile 150 mm arasındadır. Genellikle 6 mm' nin üstündeki tane boyutlarında statik ayırıcılar (Özbayoğlu, 1994), 6 mm' nin altındaki tane boylarında ise santrifüj tipi ayırıcılar kullanılmaktadır. Santrifüj kuvvetinin uygulandığı ağır ortam ayırıcılarında, ortam akışkanlığı düşürülebildiği için statik ayırıcılara göre daha ince tane boyutunda kömürler yıkanabilmektedir (Önal ve Güney 1998). Ayrıca, ince tane boyutlarının daha uzun sürede çökmesi sebebiyle statik ağır ortam ayırıcıları bu boyutlarda çok efektif olamamaktadır.

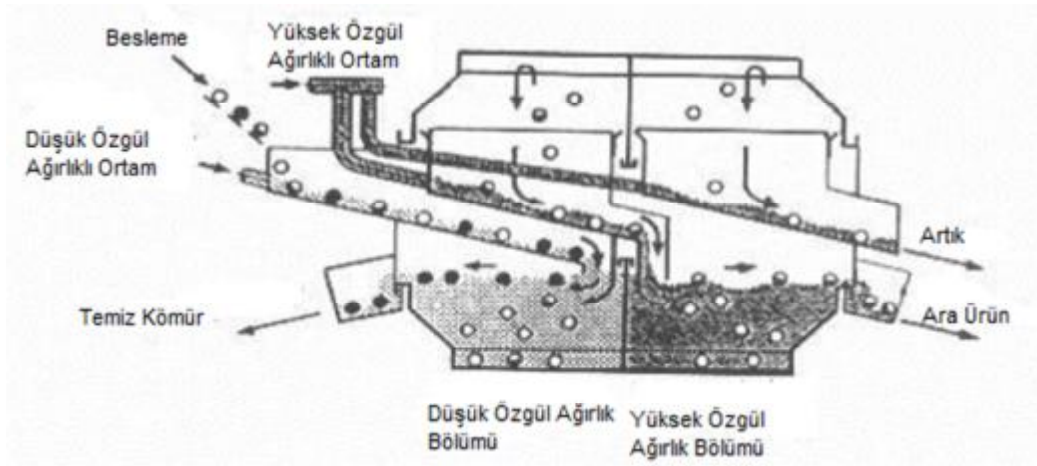
1.2.1.1. Statik Ağır Ortam Ayırıcıları

Bugün itibariyle ülkemizde kurulan tesislerin tamamına yakını iri boyutlu kömürü (-150+20 mm) ya “ Drewboy Teknesi” ile ya da “Ağır Ortam Tamburu” ile yıkamaktadır (Hacıfazlıoğlu, 2009).

Ağır ortam tamburlarında ortamda çöken ağır minerallerin ortamdaki uzaklaştırılması, ayırımın gerçekleştiği haznenin etrafında dönen ve iç yüzeyinde taşıyıcı kovalar bulunan bir tambur sayesinde taşınması ve bir hazneye dökülerek ortamdaki uzaklaştırılmasıyla gerçekleşmektedir. Yüzen taneler ise tamburun uç kısmında ortamla birlikte döküldüğü bir haznedeki alınır. Tamburlar 500 t/s

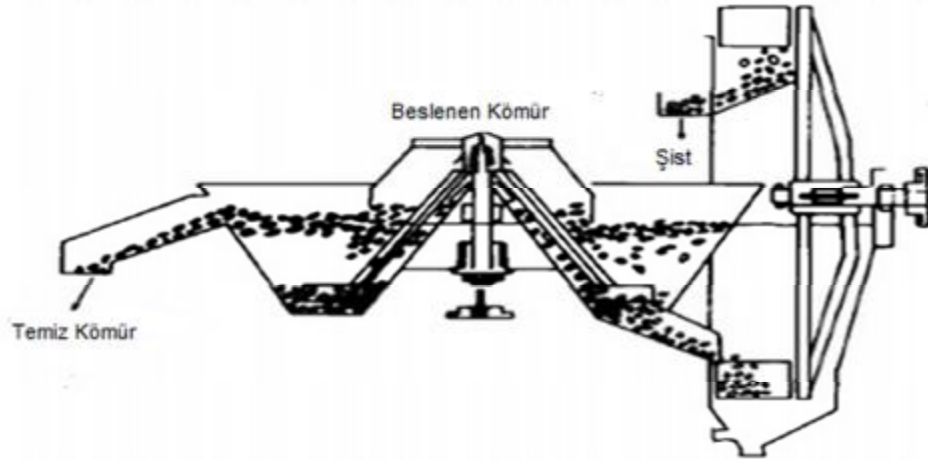
kapasitelere çıkabilirken en yaygın olarak kullanılan tipleri Wemco, Neldco ve Teska Tamburları' dır (Şengül, 2008).

Wemco HM Drum (Ağır Ortam Tamburu), içerisi yaklaşık hacimce 1/3 oranında ağır ortam süspansiyonu ile doludur (Şekil 1.2). Bu süspansiyonda yüzen kömür, tambura beslenen malzeme tarafından itilir, batan şist ise tamburun içerisinde bulunan plakalar (kaldırıcılar) ile kaldırılarak merkezde yer alan sabit oluk içerisine dökülerek üstten alınır (Hacıfazlıoğlu, 2013).



Şekil 1.2. Wemco ağır ortam tamburu (Ateşok, 2009)

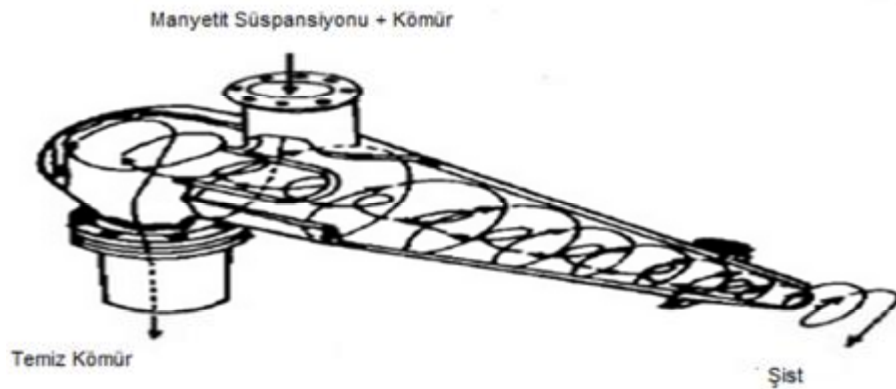
Drewboy Teknesi ise genellikle iri boyutlu (18-800 mm) ve fazla miktarda yüzen ürün veren (şisti az olan) tüvanan kömürler için uygundur (Şekil 1.3). Şist atımı yatayla belli bir açı yaparak dönen bir tekerlek vasıtası ile sağlanır. Tekerlek üzerinde süspansiyonun süzülmesini sağlayan delikli kefeler bulunur. 7,5 m çaplı bir tekerleğe sahip Drewboy ile saatte 450 ton kömür yıkanabilmektedir (Hacıfazlıoğlu, 2013).



Şekil 1.5. Norwalt ayırıcısı (Hacıfazlıoğlu, 2013)

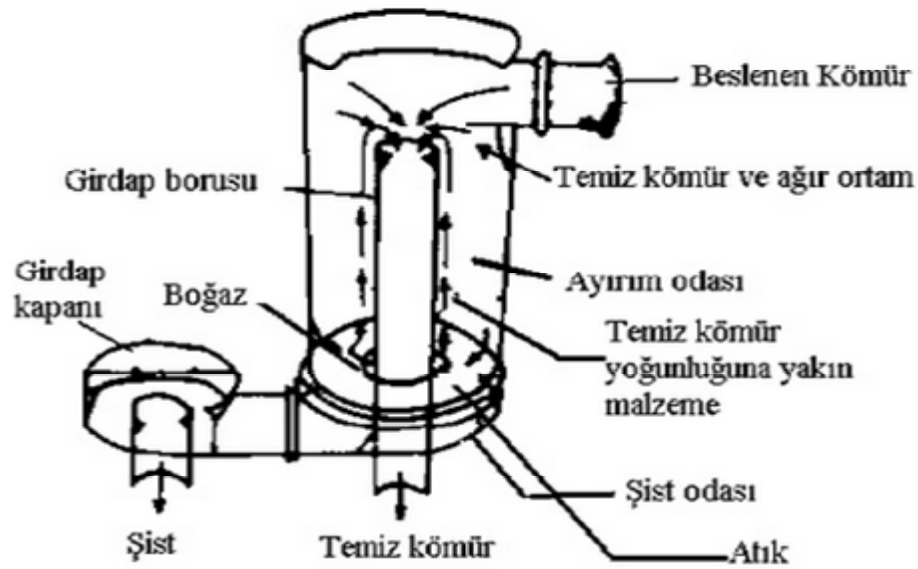
1.2.1.2. Dinamik Ağır Ortam Ayırıcıları

Dinamik bir ağır ortam ayırıcısı olan ağır ortam siklonlarında (Şekil 1.6), statik ağır ortam ayırıcılarına ilave olarak süspansiyonun santrifuj kuvvetinden de faydalanılır. Bu ayırıcıda santrifuj kuvvetlerin etkili olması daha ince boyutlarda ayırmayı mümkün kılmaktadır. Tesislerde genellikle $-18+1,0$ mm boyutlu kömürün zenginleştirilmesi için kullanılmaktadır. Ağır ortam süspansiyonu ile karıştırılan tüvanan kömür, bir santrifuj pompa ile belli bir basınçla (1atm) siklona beslenir. Ağır ortam ve santrifuj kuvvetlerinin etkisi ile siklon ucundan şist, üst akımdan temiz kömür alınır. Genellikle tesislerde yatayla belli bir açı yapacak şekilde çalıştırılırlar.



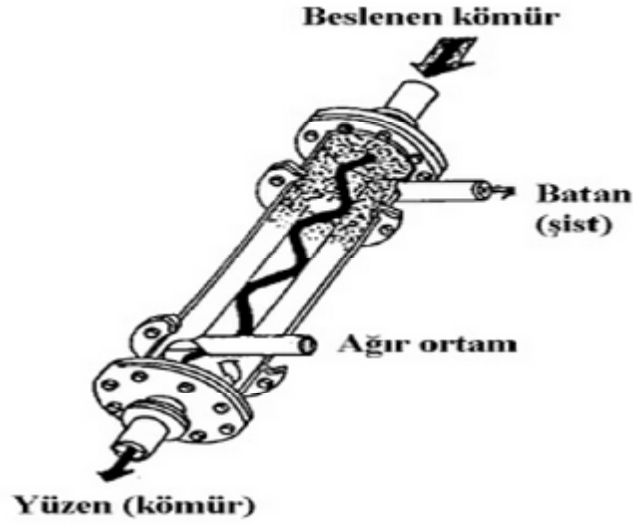
Şekil 1.6. Ağır ortam siklonu (Hacıfazlıoğlu, 2013)

Vorsly ayırıcısı (Şekil 1.7), siklona benzer şekilde santrifuj kuvvetle çalışmaktadır. Kömür ve ağır ortam basınçlı olarak dik silindir içerisine gönderilir. Temiz kömür girdap borusundan alınırken, şist santrifuj kuvvetlerin etkisi ile silindirin çeperinden aşağıya doğru inerek girdap kapanı bölümünden alınır. Genellikle 0,5-50 mm kömürün yıkanmasında kullanılmaktadır. 610 mm çaplı bir cihaz ile saatte 75 ton kömür yıkanabilmektedir (Hacıfazlıoğlu, 2013).



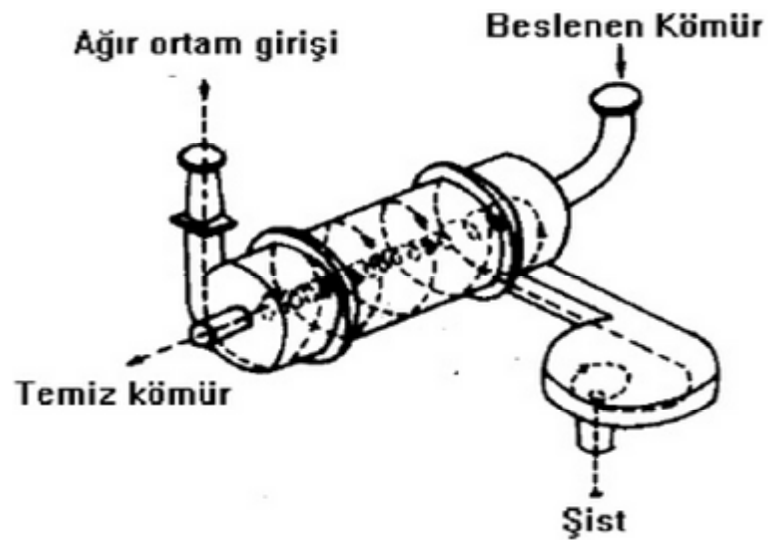
Şekil 1.7. Vorsly ayırıcısı (Hacıfazlıoğlu, 2013)

Dynawhirlpool ayırıcısı (Şekil 1.8), eğik (25°) pozisyonunda çalıştırılan bir silindirden ibarettir. Bir uçtan ağır ortam süspansiyonu bir pompa ile belli bir basınçta (0,5-1 atm) beslenirken, diğer uçtan kömür beslemesi yapılır. Ağır ortamın yarattığı santrifuj kuvvetlerin etkisi ile şist silindirin çeperlerine doğru hareket ederken, temiz kömür çeperlere değmeden merkezden hareket ederek besleme ucundan alınır. Bu cihaza 100 mm boyuta kadar kömür beslemesi yapılabilmektedir. Ağır ortam ve kömür beslemesi farklı noktalardan yapılır.



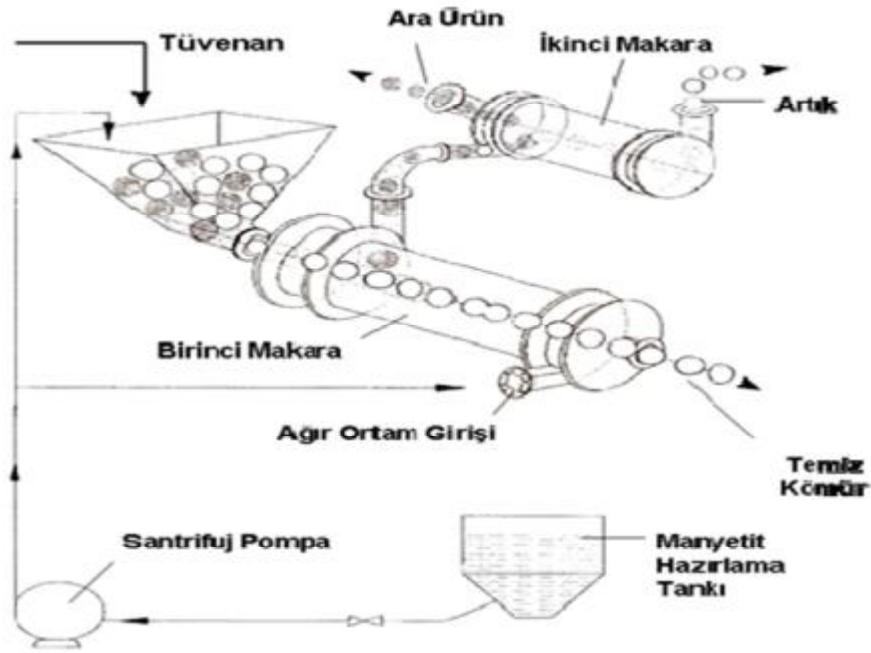
Şekil 1.8. Dynawhirpool ayırıcısı (Hacıfazlıoğlu, 2013)

Larcodems (Şekil 1.9), eğimli (30°) Silindirin bir ucundan ağır ortam süspansiyonu bir pompa ile basınçlı (0,5-1 atm) olarak verilirken, diğer uçtan tüvanan kömür beslemesi yapılır. Süspansiyonun oluşturduğu santrifuj kuvvetlerin etkisi ile şistler çeperlerden hareket ederek girdap kapalı bölümünden alınır. Temiz kömür ise çeperlere değmeden beslemenin yapıldığı uçtan alınır. Bu cihaza 100 mm boyutuna kadar kömür beslemesi yapılabilir. Kömür beslemesi ve manyetit ayrı noktalardan verilir (Hacıfazlıoğlu, 2013).



Şekil 1.9. Larcodems ayırıcısı (Hacıfazlıoğlu, 2013)

Çift makaralı ağır ortam siklonu (ÇMS), patenti ve CE belgesi bulunan ilk Türk kömür yıkama makinesidir (Şekil 1.10). Temel çalışma prensibi Larcodems' e benzemektedir. Sistemden temiz kömür, ara ürün ve şist olmak üzere 3 ürün alınmaktadır. 1 m' lik silindir çap için saatlik kapasitesi 150 tondur. -150+ 1,0 mm boyutlu kömürün zenginleştirilmesi için 2 farklı tesiste uygulaması bulunmaktadır (Hacıfazlıoğlu, 2009).



Şekil 1.10. Çift makaralı ağır ortam siklonu (Hacıfazlıoğlu, 2009)

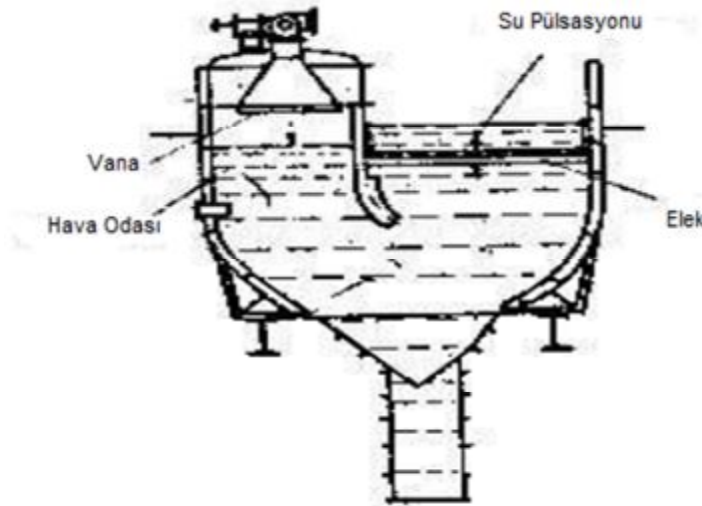
1.2.2. Su Ortamlı Ayırıcılar

1.2.2.1. Jigler

İnce kömür kadar iri kömürün temizlenmesinde de çok yaygın olarak kullanılır. Jiglerde ortam olarak su kullanılır. Suyun pülpasyon hareketi piston veya hava vasıtasıyla sağlanır. Suyun hareketi ile kömür ve kömürle beraber olan artıklar yoğunluklarına göre tabakalaşır (Al, 2011). Kömürde kullanılan jigler Baum ve Batac jigleridir.

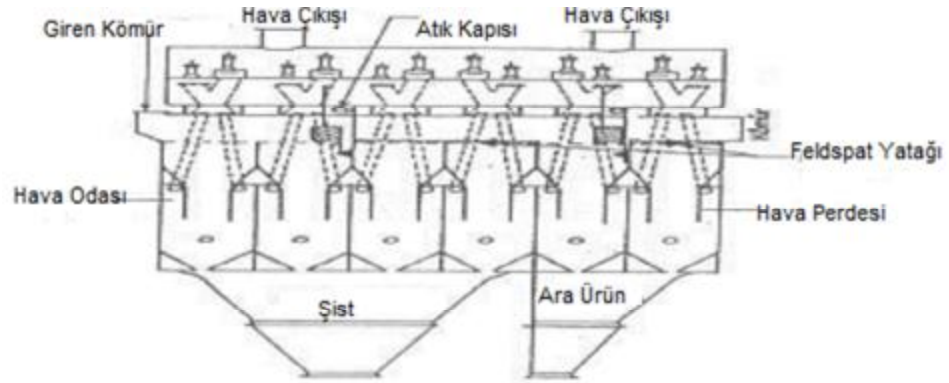
Jigler ile 200 mm' ye kadar olan tane boyutlarında ayırım yapılabilmekte ve ağır minerallerin ayırımında 150 μ m inceliklere kadar verimli, 75 μ m inceliklere kadar da kabul edilebilir ayırım elde edilebilmektedir. Bunun yanında tek bir jig 750 t/s gibi çok yüksek kapasitelerde ve çok geniş bir yoğunluk yelpazesinde çalıştırılabilmektedir.

Baum jiginin (Şekil 1.11) maksimum kapasitesi, beslenen kömürün özelliklerine bağlı olarak 250 t/s civarındadır. Boyut aralığı ise $-100+0,5$ mm' dir. Genelde bu jigde lave, mikst ve şist halinde üç ürün alınır. İlk odada şist, ikinci odada ise dipten mikst ürünü alınır. Lave ise üstten alınır (Al, 2011).



Şekil 1.11. Baum jigi (Ateşok, 2009)

Batac jigi (Şekil 1.12) ise Baum jiginin geliştirilmiş ve kapasitesi arttırılmış dizaynıdır. Batac jiginin Baum jiginden en önemli farkı, tasarımda hava kompartımanı olarak ayrı bir kısım bulunmamasıdır. Bunun yerine eleğin altında seri halde konulmuş hava odaları vardır. Jigdeki hava vanaları elektronik kontrollü olup, hava giriş ve çıkışı otomatik olarak kesilir. Batac jig altı hücre ve üç kompartımandan oluşur. Her bir hücre iki adet hava odası içermektedir. Genelde ağır malzeme (şist) ilk oda sonundan, ara ürün (mikst) ikinci oda sonundan ve temiz ürün (lave) de son oda sonundan alınır. Endüstriyel çapta çalıştırılan en büyük Batac jiginin kapasitesi 540 t/s'dir (Al, 2011).

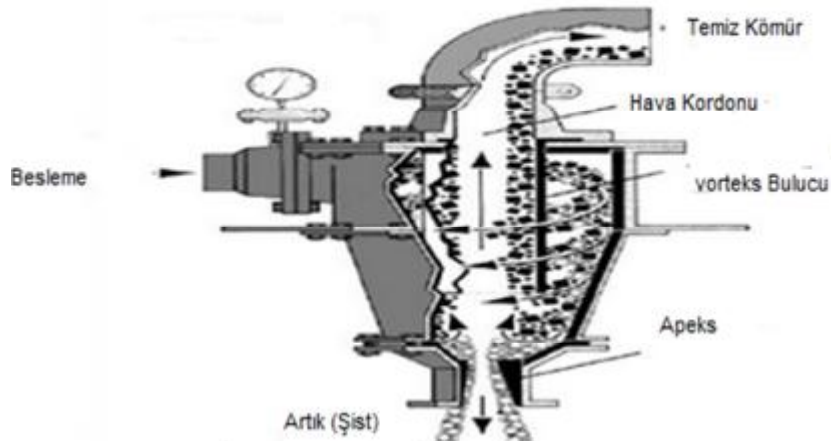


Şekil 1.12. Batac jigi (Ateşok, 2009)

1.2.2.2. Su Siklonları

Su siklonları (Şekil 1.13), genelde 5-150 μm arası boyutundaki tanelerin zenginleştirilmesinde başarıyla kullanılmaktadır (Özdağ, 1993; Yıldırım ve ark, 1995). Siklonlarda düşük ve yüksek yoğunluktaki malzemeleri birbirinden ayırmak için santrifüj kuvveti kullanılmaktadır. Verimlerinin diğer su ortamlı zenginleştirme ekipmanlarınkine nazaran daha düşük olduğu düşünülse de, kullanıldıkları uygulamaya göre siklonların birçok avantajı bulunmaktadır.

Su siklonları görünüşte sınıflandırma amaçlı kullanılan siklonlara nazaran konik kısımları daha geniş açılı ve hafif minerallerin alındığı parça gövdenin içine doğru yaklaşık siklonun silindirik gövdesinin uzunluğuna eşit uzunlukta uzanacak şekilde imal edilmektedir (Şengül, 2008).

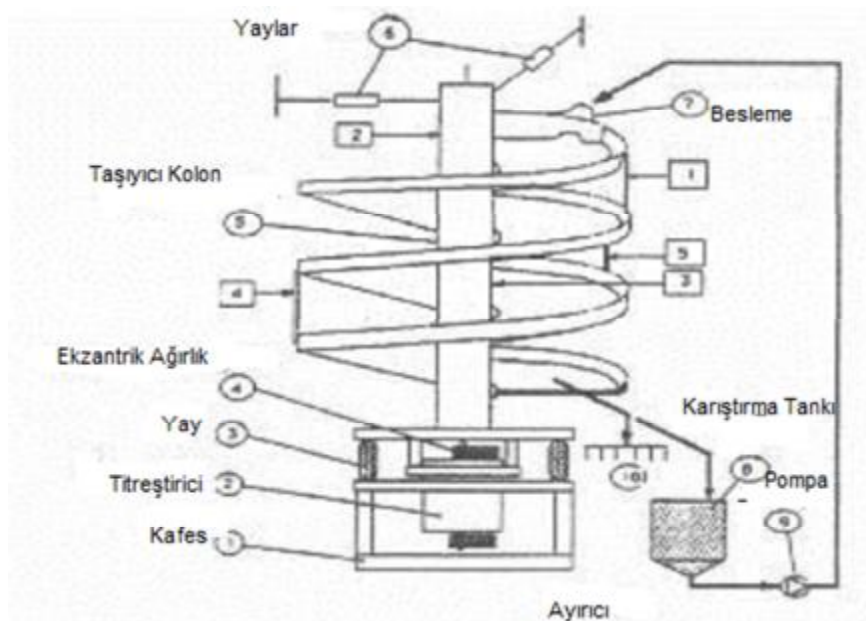


Şekil 1.13. Su siklonu (Hacıfazlıoğlu, 2009)

1.2.2.3. Spiraller

Spiraller uzun yıllardır kömür hazırlamada kullanılan ekipmanlardır (Şekil 1.13). Kömür hazırlamada kullanılan spiraller, mineral endüstrisinde kullanılan spirallerle aynı ayırım prensibine sahiptir. Tasarımdaki temel farklılık spiral oluğun eğimi olup kömür zenginleştirmede kullanılan spirallerin eğimi daha düşüktür. Başlangıçta dökme demirden imal edilen spiraller, son yıllarda kömür hazırlama için hafif olarak dizayn edilmiştir. Birçoğu kauçuk veya poliüretan kaplanmış fiberglastan imal edilmiştir.

Tipik kapasitesi saatte 2-4 tondur. Genel olarak %20-40 katılarda çalışmalarına rağmen %45' lere kadar **çalıştır**ılabilmektedirler. Spiral atıklarının pülp yoğunluğu genellikle %30 ile %60 arasındadır (Al, 2011).



Şekil 1.14. Spiral zenginleştirici (Al, 2011)

1.2.3. Flotasyon

Flotasyon, kömür madenciliğinde artan mekanize kazı yöntemleri nedeniyle, miktarları yükselen ince kömürlere uygulanan ve genel olarak kabul görmüş zenginleştirme metodudur (Bayazıt, 2000; Çelik, 2006).

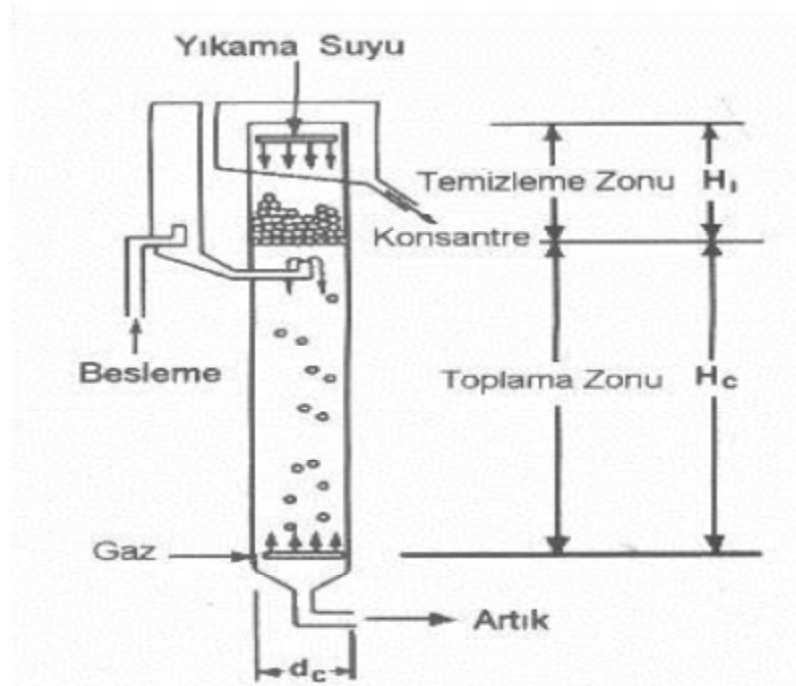
Flotasyon ile ayırım, kömürün doğal hidrofob olması ve kül, kükürt içeren minerallerin doğal hidrofil olmasından yararlanılarak gerçekleştirilir. İnce boyda kömür satışında problemler yaşanması, susuzlandırma giderleri, ince tanelerde düşük verim, yüksek kil içerikli yapılarda problemlili bir süreç haline gelmesi gibi sebeplerden ötürü flotasyon günümüzde hala kömür zenginleştirmede yaygın kullanılan metodlar arasında yer almamaktadır.

Kömür flotasyonunda kullanılan reaktifler arasında, genellikle köpürtücü olarak çam yağı gibi alkoller veya metil izobutil karbinol (MIBC), 40-200 g/t miktarlarında kullanılmaktadır. Kömür doğal hidrofob bir yapıya sahip olmasında rağmen, çoğu uygulamada toplayıcıya ihtiyaç duyulmaktadır. Kömür flotasyonunda genelde toplayıcı olarak kerosen veya dizel benzin, 200-1000 g/t dozajlarında kullanılmaktadır. Oksitlenmiş kömürlerde daha fazla toplayıcı kullanılması gerekmektedir. Kömür flotasyonu uygulamalarında bastırıcı ve canlandırıcı gibi ek reaktifler kullanılabilirdiği gibi özellikle killi yapılarda sodyum silikat gibi dağıtıcı reaktifler de kullanılmaktadır (Şengül, 2008).

Günümüzde en çok kullanım alanı bulan yeni flotasyon sistemleri; Kolon ve Jet (Jameson) flotasyon sistemleridir.

Kolon Flotasyonu (Şekil 1.14), kolon flotasyonunu klasik (pervaneli) flotasyondan ayıran en önemli özellik, hücre şeklinin yanı sıra mekanik karıştırma sisteminin olmamasıdır. Flotasyon için gerekli olan kabarcıklar, özel bir sistemden hava ile sağlanmaktadır. Ayrıca, bu sistemde, flotasyon köpüğü yıkama suyu verilerek yıkanmaktadır.

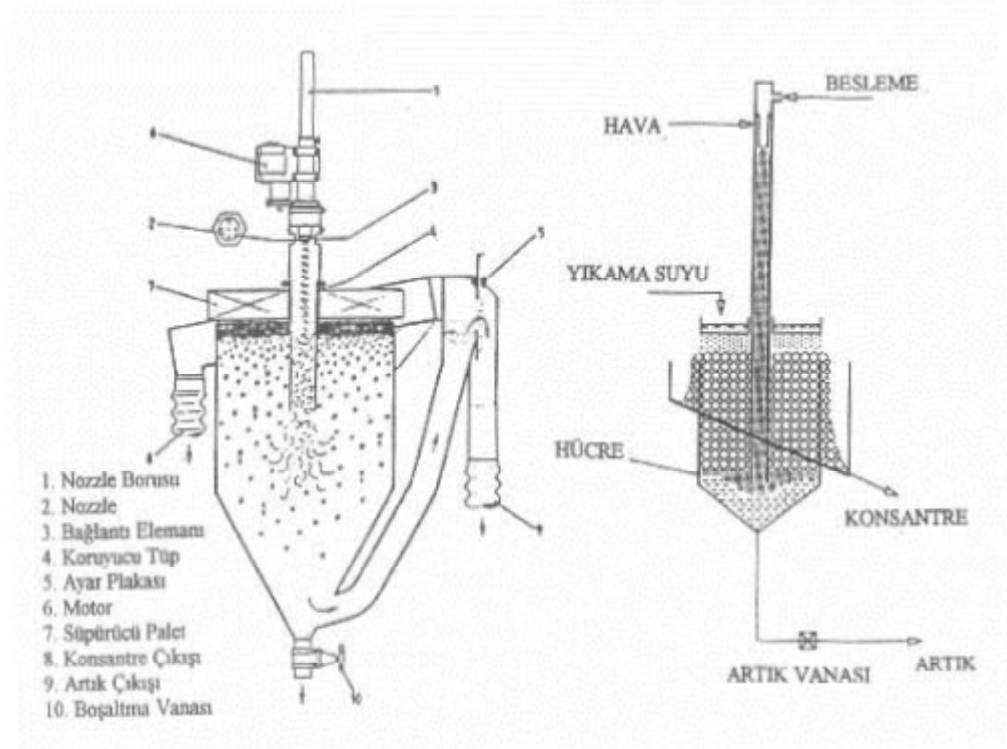
Endüstride kullanılan flotasyon kolonları, 9-15 m yükseklikte ve 0,5-0,3 m çaplıdır. Bazı tesislerde bu çap 3 m' ye kadar çıkmaktadır. Pülp beslemesi tabandan itibaren hücre yüksekliğinin 2/3' üne kadar yüksekten yapılmaktadır. Pülp, bu besleme noktasından aşağıya doğru inerken, yukarıya doğru hareket eden kabarcık ile karşılaşmaktadır. Taneciklerin kabarcığa yapıştığı bu bölgeye toplama bölgesi denmektedir. Köpük ürününün yıkandığı bölüm ise temizleme bölgesidir (Al, 2011).



Şekil 1.15. Kolon flotasyonu (Ateşok, 2009)

Jet flotasyonu (Şekil 1.15), Çok ince boyutlu tanelerin zenginleştirilmesinde kullanılan jet flotasyonu, 20 mikronun altındaki boyutlarda bile etkili bir ayırma yapabilmektedir. 1990'lı yıllarda, Avustralya'da, sisteme yıkama suyu eklenerek, Jameson Cell adı altında, kömür zenginleştirme tesislerinde kullanılmaya başlanmıştır.

Sisteminin basitliği, kapasitesinin yüksek olması ve selektif konsantre üretmesi bakımından özellikle tercih edilen jet flotasyonunda, pülp, herhangi bir karıştırma işlemine tâbi tutulmaksızın, yüksek basınçla dar bir kesitten hava ile birlikte geçirilerek enerji ile yüklenmekte ve bu enerji pülpün karıştırılmasında kullanılmaktadır. Diğer sistemlere oranla, kabarcık miktarı fazla ve çap küçüktür. Bu da, flotasyon süresinin çok kısılmasına yol açmaktadır. Nitekim $0,8 \text{ m}^3$ ' lük bir jet flotasyon hücresi ile saatte 7 ton kömür zenginleştirilmektedir (Al, 2011).



Şekil 1.16. Jet ve Jameson Flotasyon sistemleri (Ateşok, 2009)

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Arslan ve ark. (2009), tarafından hazırlanan çalışmada Ege Uyarlar kömür işletmesine ait numuneler kullanılmıştır. Tesise beslenen tüvanan kömürün analizleri yapılmıştır. Yapılan analizler sonucunda bu kömürün sert linyitler sınıfına girdiği anlaşılmıştır. Tüvanan kömürden üretilebilecek temiz kömür miktarını ve yıkama işleminde oluşabilecek performansın tahminini yapabilmek için yüzdürme-batırma testine tabi tutulmuştur. $\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ yakın yoğunluktaki malzeme değerlerine göre kömür yıkanabilirliği $1,5-1,7 \text{ g/cm}^3$ arasında herhangi bir yıkama yoğunluğu seçilebileceği ve bu yıkama sonuçları açısından bir sıkıntı olmayacağı belirlenmiştir ve son olarak performans ölçümünün önemi vurgulanarak örnek bir performans ölçüm uygulaması yapılmıştır.

Şengül (2008), tarafından yapılan çalışmada TKİ/GLİ Müessesesine ait Ömerler lavvarının performansı değerlendirilmiştir. Performans değerlendirme kapsamında fraksiyonel yıkanabilirlik değerleri kullanılmıştır. Yapılan deneyler ve analizler sonucunda elde edilen verilerle madde denkliği çalışmaları yapılmış ve her bir ekipman için fraksiyonel tromp eğrileri çizilmiş, fraksiyonel Ep ve ρ_{50} değerleri hesaplanmıştır.

Arslan (2010), bu çalışmada, Amasya İl Özel İdaresi Genel Sekreterliği Eski Çeltek Kömür Madeni İşletmesi kömürlerinin yıkanarak değerlendirilmesi için, kömür özelliklerinin belirlenmesi, kömür özelliklerine göre olası yıkama sonuçlarının ortaya konulması, ileride kurulacak tesis için çalışma parametreleri açısından önerilerin geliştirilmesi amacıyla yapılmıştır. Beslenmekte olan kömürden numune alınarak, değerlendirilmesi istenen parametreler için gerekli olan yüzdürme-batırma testleri yapılmıştır.

Ayhan ve Temel (2008), çalışmalarında Eskişehir-Mihalıççık linyitinin yıkanabilme özellikleri araştırılmıştır. Deneysel çalışmalar, Eskişehir-Mihalıççık' da bulunan yer altı ve yer üstü linyit yataklarından alınan linyit örnekleri üzerinde yapılmıştır. $-50+20 \text{ mm}$, $-20+4,75 \text{ mm}$ ve $-4,75+0,5 \text{ mm}$ boyutlarında yüzdürme-batırma deneyleri yapılmıştır. Daha sonra yıkanabilme özelliklerinin

değerlendirilmesi “ yıkanabilirlik numarası” ve yakın yoğunluktaki malzeme indeksi” kullanılarak yapılmıştır.

Deniz ve Umucu (2004), “ Soma BuruyarŞirketinin Ağır Ortam Tamburu ve Siklonda Kömür Yıkama Performans Çalışması” isimli makalede Soma bölgesinde bulunan Buruyar Madencilik şirketinde kaliteli kömür üretimini gerçekleştirmek için ilk önce ağır-ortam tamburu kurulmuş ve mevcut tambura, -120+6 mm boyut grubunda malzeme beslenmektedir. Mevcut tamburun performans çalışmalarının sonuçlarında tambura ilave ince boyutlar için bir ağır-ortam siklonu gerekliliğini ortaya koymuştur. Bu çalışmada, kömürün yıkanabilirliği, mevcut ağır-ortam tamburunun ve siklonunun çalışma durumu kontrol edilmiş ve sonuçlar irdelenerek öneriler getirilmiştir.

Aslan ve Taşkiran (2002), bu çalışmalarında kömür yüzdürme-batırma test verilerini kullanarak "Yüzdürme-Batırma Çizelgesi" ve "Kömür Yıkama Eğrileri" şeklinde yorumlayan bir bilgisayar programını kapsamaktadır. C** programlama dilinde geliştirilmiş olan programla, yüzdürme-batırma testleri sonucu elde edilen belirli yoğunluklardaki yüzen miktar ve bu miktarların kül içerikleri tablodaki yerlerine kolayca girilebilmektedir. Girilen verilere göre program birkaç saniyede "Yüzdürme-Batırma Çizelgesi" ve "Kömür Yıkama Eğrilerini" otomatik olarak çizebilmektedir. Ayrıca, program sorgu ekranı sayesinde; herhangi bir yoğunlukta ayırma yapılması durumunda elde edilecek temiz kömür miktarı ve külü, istenilen kül yüzdesine sahip bir temiz kömür elde etmek için hangi yoğunlukta ayırma yapılması gerektiği gibi sorulara da cevap verebilmektedir.

Tuncalı, Şahin ve Civelekoğlu (2002), bu çalışmalarında Trakya kömürlerinin yıkama çalışmalarını araştırmaktadırlar. Trakya'daki kömür sahalarının çoğu özel sektöre ait olup, bu sahalardaki teknolojik testler yeterli ve ayrıntılı değildir. Bu nedenle birbirinden bağımsız ve oldukça dağınık yapılan üretim çalışmaları ile de Trakya'daki kömür potansiyelinden yeterince yararlanılmamaktadır. Çalışmada,-60+5 mm ve boyut küçülterek - 25+0,5 mm boyutlarında yapılan yıkama çalışmaları ile toplam 30 sahadan 24' ü iyileştirilebilir bulunmuştur. Bu araştırmada 500 milyon tonun üzerinde toplam rezervi olan Trakya'daki sahalardan yapılan çalışmalarda

%16,5'ine karşılık gelen miktarı (86,9 milyon ton) incelenmiş ve %90'ının (78,5 milyon ton) iyileşebilir özellikler gösterdiği saptanmıştır.

Cebeci ve Canpolat (2001), bu çalışmada, ülkemizdeki bazı kömürlerin yüzdürme-batırma test sonuçlarının matematiksel olarak değerlendirilmiştir. Yüzdürme-batırma test sonuçlarının bir eşitlik şeklinde ifade edilmesi ülkemizdeki bazı kömürler için incelenmiştir. Öncelikle, her bir kömür için test yapılan tüm yoğunluklarda yüzen kısmın kümülatif miktarı ve kül içeriği tespit edilmiştir. Eşitlik türetmek için kümülatif yüzen kısımda kül dışı bileşenlerin ve külün verimleri hesaplanmıştır. Daha sonra, verimlerle yoğunluk arasındaki ilişki bir eşitlik şeklinde ifade edilmiş ve eşitliklerden hesaplanan değerler deney bulguları ile karşılaştırılmıştır. Ayrıca, belirlenen eşitlik türünün yüzdürme-batırma verilerinin interpolasyonu için uygun olduğu bulunmuştur. Sonuç olarak, yüzdürme-batırma test sonuçlarının basit eşitliklerle ifade edilebileceği ortaya konulmuştur.

Umucu, Deniz, Göksu ve Dinç (2012), bu çalışmada, Manisa -Soma bölgesinde bulunan Buruyar şirketinin mevcut ağır-ortam siklonunun performans değişiminin zamana bağlı olarak simülasyonu incelenmiştir. Ağır-ortam siklonunun performans değerleri; beslenen temiz kömür ve şist ürünlerinden, alınan numuneler yüzdürme-batırma testlerine tabi tutularak saatlik değişime göre tespit edilmiştir. Daha sonra, Denizli-Çivril bölgesinde özel bir firmaya ait tesisten kömür numuneleri alınarak yıkanabilirliklerini ortaya koymak için yüzdürme-batırma testi gerçekleştirilmiştir. Son olarak da Buruyar şirketinin ağır ortam siklonu (AOS) saatlik performans değerlerinden Denizli-Çivril bölgesi ince boyutlu kömürlerinin bu cihazda zenginleştirilmesi sonucu elde edilecek temiz kömür ve şist miktarlarının saatlik değişimi cihaz performansına bağlı olarak nasıl bir değişim gösterdiği ortaya konmuştur.

Semer Kant ve Kemal (1988), çalışmalarında, sert linyit tozlarının su siklonuyla yıkanabilirliğini incelemişlerdir. Enerji açığının giderilmesi için yapılan üretim artırma çalışmaları, işletmelerde mekanizasyonu gerektirmekte; bu durum ise tüvanan kömürde toz oranını arttırmaktadır. Halen dünyada, töz kömürlerin en ekonomik bir biçimde değerlendirilmesiyle ilgili olarak geliştirilen teknolojilerden biri de su siklonuyla kömür yıkama yöntemidir. Bu çalışmada ise, Aydın-Şahinali

Linyit İşletmelerinde üretim esnasında ortaya çıkan toz kömürlerin su siklonuyla yıkanabilirliği incelenmiştir.

Akalın ve Öz (1988), bu çalışmada 12 büyük linyit sahamızda linyitlerimizin yıkanabilirlikleri incelenerek sonuçları verilmiştir. Linyit yıkanabilirliğinde farklı özelliklere uygun değişik proses belirlenmesi gerektiğinden teknolojik yıkama yöntemlerin de bir incelemesi sunulmuştur. Bu çalışmanın son bölümünde ise özellikle hava kirliliği olan illerimizin katı yakıt ihtiyacının ve sanayinin kaliteli katı yakıt talebini karşılayabilmek üzere Soma-Eynez linyitinin yıkanarak kullanımının önemi ve bir lavvar tesisinin gerekliliği, üzerinde durulmuştur.

Temel ve Bozkurt (2008), bu çalışmada, Adıyaman-Gölbaşı linyitinin yıkama olanakları araştırılmıştır. Bu amaçla deneysel çalışmalar, kuru bazda %29,47 kül, %46,15 uçucu madde, %24,38 sabit karbon, %2,78 toplam kükürt ve 4271 kcal/kg üst ısı değerine sahip linyit numunesi üzerinde yapılmıştır. Öncelikle Adıyaman-Gölbaşı linyitinin yıkanabilme özellikleri incelenmiştir. Yüzdürme-batırma deneyleri sonucunda linyit numunesinin yıkanabilirliğinin iyi olmadığı belirlenmiştir. Daha sonra flotasyon, aglomerasyon ve agloflotasyon yöntemleri ile Adıyaman-Gölbaşı linyitinin kül ve kükürt içeriklerinin düşürülmesi araştırılmış ve deneysel sonuçlar sunulmuştur.

3. MATERYAL METOD

3.1. Materyal

Bu çalışmada kullanılacak olan kömür numunesi Muğla İli Milas İlçesindeki TKİ GELİ (Güney Ege Linyit İşletmesi) kömür sahalarından temin edilmiştir. İşletmede İkizköy ve Sekköy kömür sahaları bulunmaktadır. İlk işletme faaliyetleri 1978 yılında sahanın güney ucunda başlatılmıştır. 2006 yılına kadar 118 milyon m³ dekapaj, 55 milyon ton kömür üretimi gerçekleştirilmiştir. Bu ocaktan üretilen kömürler Yeniköy Termik Santralini beslemektedir. Sahadaki kömürlerin ortalama kalori değeri 2085 kcal/kg' dır. Sekköy sahasında 2006 yılı başı itibariyle 13 milyon ton açık işletme görünür rezervi mevcuttur.

Deneysel çalışmada kullanılan numuneler TKİ GELİ İşletmesinde bulunan ve bir özel firma tarafından işletilen kömür yıkama tesisi (lavvar) girişi, tesiste kullanılan Drewboy ve Larcodem cihazlarının ürünlerinden alınmıştır. Yaklaşık 800 kg numune bu deneysel çalışmada kullanılmıştır.

3.1.1. Numune Hazırlama

Kömür yıkama tesisindeki (lavvar) numune alım işlemi anlık ve sürekli olarak yapılmıştır. Bu amaçla öncelikle kırma, eleme sistemi ve lavvardaki yıkama (Drewboy ve Larcodem) cihazların normal çalışma düzenine girmesi için 30 dakika beklendikten sonra numune alımına başlanılmıştır. 7 farklı noktadan deneysel çalışmada kullanılmak üzere 800 kg numune alınmıştır. Bu tez çalışmasına konu olan lavvardaki yıkama cihazları (Drewboy ve Larcodem) Şekil 3.1 ve 3.2' de gösterilmektedir.



Şekil 3.1. Lavvarda kullanılan drewboy cihazı

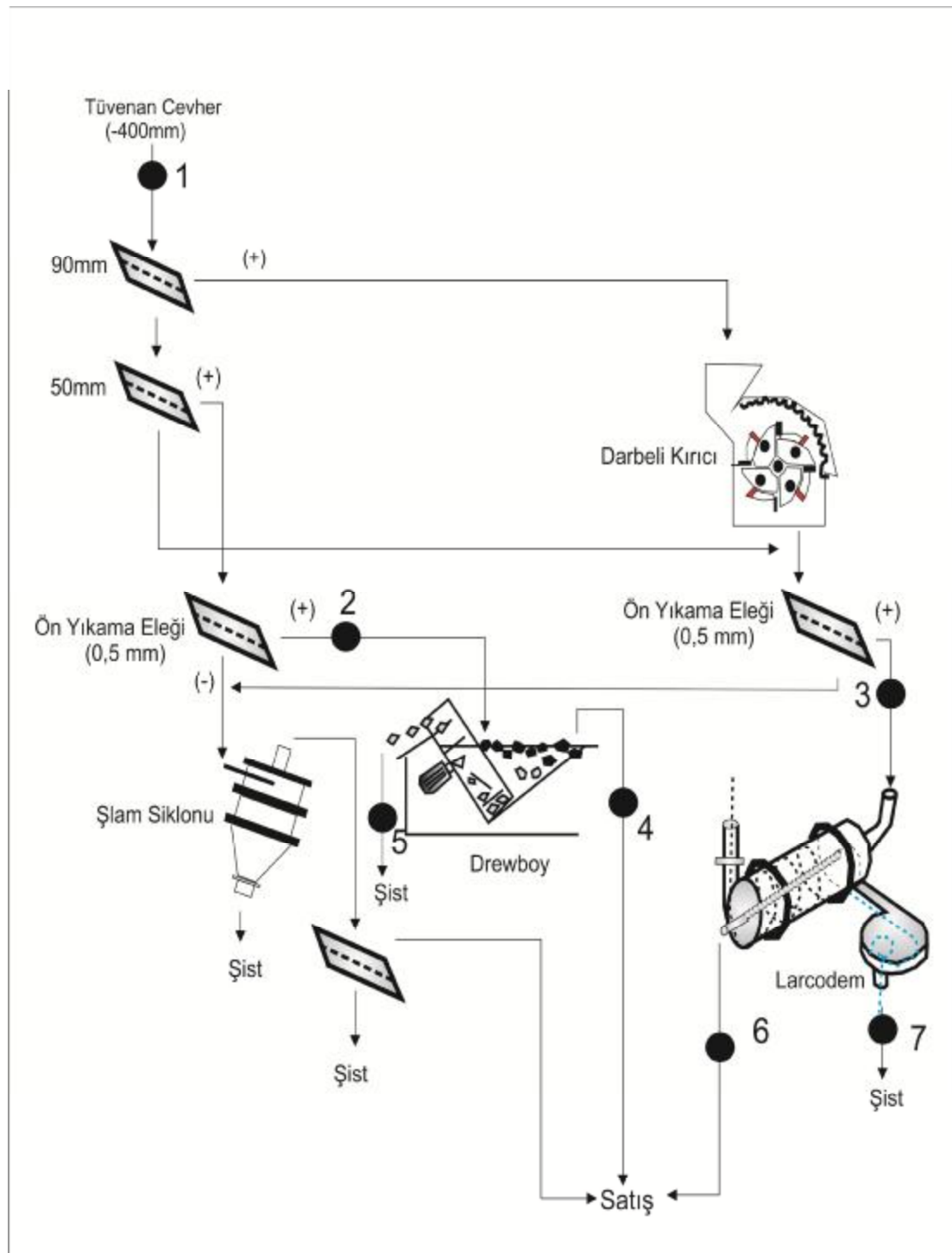


Şekil 3.2. Lavvarda kullanılan larcodem cihazı

Lavvar örnekleme, akım şeması (Şekil 3.3) üzerinde gösterilmektedir. Numuneler alındıktan sonra hava geçirmeyecek şekilde naylon torbalar içinde paketlenen ve deneyde kullanılmak üzere Çukurova Üniversitesi Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama Laboratuvarına getirilmiştir. Deneyde çalışma öncesi test ve analizlerde kullanılmak üzere numune azaltma yöntemleriyle miktarları azaltılarak gerekli miktarda test örnekleri alınmıştır. Test örnekleri, yüzdürme-batırma testleri, elek analizleri ve kimyasal analizler için kullanılmıştır.

Deneyler ve analizler için cevher hazırlama ve zenginleştirme laboratuvarında mevcut olan kırıcı, elekler, etüv, kül fırını, kükürt cihazı, kalorimetre vb. cihazlarından yararlanılmıştır.

Tez kapsamında yapılan yıkama tesisi performans değerlendirme çalışmaları, Sekköy Lavvarının örnekleme, örnekleme akışlarının tane boyutu dağılımlarının belirlenmesi ve her bir fraksiyona ait yüzdürme-batırma testlerini kapsamaktadır. Performans değerlendirme çalışmasında tüvanan kömürün, yıkama sonucunda oluşan lave (temiz kömür) ve şist (artık) ürünlerinin kuru kül değerleri göz önüne alınmıştır.



Şekil 3.3. Lavvar tesisi akım şeması ve numune alma noktaları

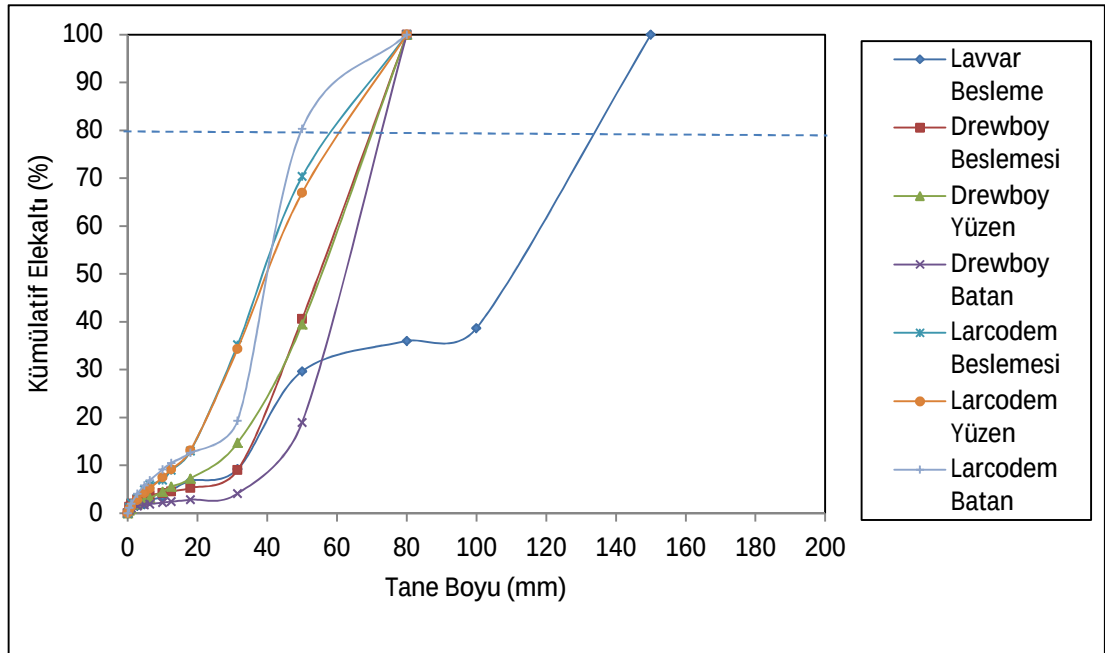
3.1.3. Tane Boyutu Dağılımı

Tane boyutu dağılımının belirlenmesinde, farklı tane boyutlarının farklı yıkanma davranışı özelliği göstermesi sebebiyle önem teşkil etmektedir. Bu sebeple lavvardan alınan bütün numunelere öncelikle elek analizi yapılmıştır. Tane boyutu dağılımının belirlenmesinde $\sqrt{2}$ elek serisi kullanılmıştır. Elek analizleri 150-0,5 mm aralığında yapılmıştır. Kullanılan elek fraksiyonları Çizelge 3.1’ de gösterilmektedir.

Çizelge 3.1. Elek analizinde kullanılan elek açıklıkları

150 mm	50 mm	12,5 mm	4,75 mm	0,5 mm
100 mm	31,5 mm	10 mm	2,80 mm	
80 mm	18 mm	6,3 mm	1 mm	

Numunelerin tane boyut dağılımları Şekil 3.4’ de verilmektedir. Her bir numunenin ayrıntılı elek analizi verileri ise Ek1’ de verilmiştir.



Şekil 3.4. Akışlara ait tane boyutu dağılımları

Şekil 3.4’de görüldüğü gibi lavvara beslenen tüvanan kömürün d_{80} değeri yaklaşık 130 mm’dir. Drewboy ve Larcodem cihazlarına beslenen kömürlerin d_{80}

değerleri sırasıyla 60 ve 58 mm olduğu görülmektedir. Larcodem temiz kömür ürününün daha iri boyutlarda olduğu, Drewboy temiz kömür ürününün ise neredeyse beslenen kömür tane boyutu dağılımına yakın olduğu görülmektedir.

3.1.4. Tüvanan Kömür Kimyasal Bileşimi

Akım şemasında (1) nolu örnek olarak belirtilen lavvar besleme malı (tüvanan kömür) numunesinin farklı tane iriliklerine ait fraksiyonlarının kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.2’ de verilmektedir.

Çizelge 3.2. Tüvanan kömür analiz sonuçları (Kuru)

Tane İriliği (mm)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt	Alt Isıl Değer (AİD) (kcal/kg)	Üst Isıl Değer (ÜİD) (kcal/kg)	Sabit Karbon (%)
-200+150	61,33	38,71	47,57	0,91	1826,35	2113	13,71
-150+100	2,66	36,10	46,83	1,36	1956,18	2242	17,07
-100+80	6,35	35,43	44,57	1,54	2396,35	2683	19,99
-80+50	20,45	46,52	34,30	0,76	1342,35	1629	19,17
-50+31,5	2,46	25,94	53,84	3,66	2388,35	2675	20,20
-31,5+18	1,97	16,79	56,20	6,36	4541,35	4828	26,99
-18+12,5	1,38	19,05	54,86	5,83	4469,35	4756	26,08
-12,5+10	0,64	16,90	56,00	6,23	4555,35	4842	27,09
-10+6,3	0,86	18,01	53,41	5,90	4375,35	4662	28,57
-6,3+4,75	0,36	18,79	54,08	5,34	4309,35	4596	27,12
-4,75+2,80	0,49	20,88	51,72	5,13	3982,35	4269	27,39
-2,80+1	0,58	23,69	56,42	3,79	3661,35	3948	19,88
-1+0,5	0,18	36,14	41,64	1,78	2466,35	2753	22,21
-0,5	0,29	43,22	35,36	1,00	1538,35	1825	21,41
	100,00	38,46	45,20	0,59	2003,59	2290	16,34

Çizelge 3.2’ de görüldüğü gibi tüvanan kömürün kuru bazda kül oranı %38,46 olarak tespit edilmiştir. Kül oranları tane boyutuna paralel olarak azalmakta ancak 1 mm'den sonra tekrar artma eğilimi göstermektedir. Uçucu madde değerleri ise genelde tane fraksiyonlarında aynı kalmakta ancak 80-50 mm aralığında düşüş göstermektedir. Kükürt değerleri de kül oranları gibi aynı özellik göstermektedir. Ancak yine 80-50 mm aralığında belirgin bir düşüş görülmektedir.

3.1.5. Drewboy

Drewboy cihazına beslenen numunenin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 3.3’ de verilmektedir.

Çizelge 3.3. Drewboy besleme analiz sonuçları (Kuru)

Tane İriliği (mm)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt	Sabit Karbon (%)
-80+50	59,40	35,99	50,95	0,63	13,06
-50+31,5	31,57	34,44	49,49	0,92	16,07
-31,5+18	3,73	31,16	61,00	4,04	7,84
-18+12,5	0,71	25,88	53,14	3,61	20,98
-12,5+10	0,36	30,06	53,47	4,34	16,47
-10+6,3	0,48	25,23	51,90	4,41	22,87
-6,3+4,75	0,32	25,49	53,46	4,23	21,05
-4,75+2,80	0,52	28,69	55,07	2,78	16,24
-2,80+1	0,91	33,78	50,19	1,83	16,03
-1+0,5	0,65	41,77	38,88	1,38	19,35
-0,5	1,35	45,02	36,97	0,96	18,01
	100,00	34,81	50,65	0,94	14,55

Çizelge 3.3’ de görüldüğü gibi Drewboy cihazına beslenen kömürün kuru bazda kül oranı %34,81 olarak tespit edilmiştir. Kül oranları tane boyutuna paralel olarak azalmakta ancak 1 mm’den sonra tekrar artma eğilimi göstermektedir. Uçucu madde değerleri ise genelde tane fraksiyonlarında aynı kalmakta ancak 31,5-18 mm aralığında artış göstermektedir. Kükürt değerleri de kül oranları gibi aynı özellik göstermektedir. Ayrıca kükürt değerlerinde 50-31,5 mm aralığında belirgin bir düşüş görülmektedir.

Drewboy cihazında yıkanması sonucu elde edilen lave kömürün analiz sonuçları Çizelge 3.4’ de verilmektedir.

Çizelge 3.4. Drewboy cihazı lave kömürün analiz sonuçları (Kuru)

Tane İriliği (mm)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt	Sabit Karbon (%)
-80+50	60,50	19,13	66,41	5,95	14,46
-50+31,5	24,78	16,84	61,55	7,17	21,61
-31,5+18	7,47	15,24	61,87	8,39	22,89
-18+12,5	1,69	16,47	62,92	8,25	20,61
-12,5+10	1,07	16,82	54,73	8,01	28,45
-10+6,3	1,34	14,87	58,36	8,27	26,77
-6,3+4,75	0,53	18,21	56,30	8,13	25,49
-4,75+2,80	0,74	15,35	56,21	7,94	28,44
-2,80+1	0,93	20,31	54,11	7,33	25,58
-1+0,5	0,36	27,17	54,80	7,31	18,03
-0,5	0,58	40,84	56,21	7,30	2,95
	100,00	18,30	64,27	6,58	17,51

Çizelge 3.4' de görüldüğü gibi Drewboy cihazından alınan lave kömürün kuru bazda kül oranı %18,30 olarak tespit edilmiştir. Kül oranları tane boyutuna paralel olarak azalmakta ancak 1 mm'den sonra tekrar artma eğilimi göstermektedir. Uçucu madde değerleri ise genelde tane fraksiyonlarında aynı kalmaktadır. Kükürt değerleri de kül oranları gibi aynı özellik göstermektedir.

Drewboy cihazında yıkanması sonucu elde edilen şistin analiz sonuçları Çizelge 3.5' de verilmektedir.

Çizelge 3.5. Drewboy cihazı şistin analiz sonuçları (Kuru)

Tane İriliği (mm)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt	Sabit Karbon (%)
-80+50	81,04	58,94	40,11	0,04	0,95
-50+31,5	14,83	58,92	40,04	0,03	1,04
-31,5+18	1,30	58,88	40,89	0,08	0,23
-18+12,5	0,41	56,46	36,31	0,05	7,23
-12,5+10	0,20	57,43	34,58	0,17	7,99
-10+6,3	0,31	59,26	36,12	0,18	4,62
-6,3+4,75	0,16	60,21	38,29	0,22	1,50
-4,75+2,80	0,24	59,46	38,16	0,15	2,38
-2,80+1	0,43	60,36	37,89	0,12	1,75
-1+0,5	0,44	62,20	37,10	0,10	0,70
-0,5	0,63	62,40	37,20	0,03	0,40
	100,00	58,97	48,81	0,04	1,01

Çizelge 3.5' de görüldüğü gibi Drewboy cihazından alınan şistin kuru bazda kül oranı %58,97 olarak tespit edilmiştir. Kül oranları tane fraksiyonlarında hemen hemen aynı kalmaktadır. 1 mm'den sonra bir miktar artma eğilimi göstermektedir. Uçucu madde değerleri ise genelde tane fraksiyonlarında aynı kalmaktadır. Kükürt

değerlerinde ise bir azalış gözlenmekte ve 50-18 mm aralığında belirgin bir düşüş görülmektedir.

Tane fraksiyonları incelendiğinde beslenen tüvanan kömürün toplam kükürt oranı ile lave kömür mukayese edildiğinde, tüvanan kömür içindeki kükürt miktarının büyük bir oranda lave kömür içinde kaldığı yani kükürdün büyük çoğunluğunun kömür bünyesinde yer aldığı görülmektedir.

3.1.6. Larcodem

Larcodem cihazına beslenen numunenin analiz sonuçları Çizelge 3.6' da verilmektedir.

Çizelge 3.6. Larcodem besleme analiz sonuçları (Kuru)

Tane İriliği (mm)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt	Sabit Karbon (%)
-80+50	6,55	46,01	43,51	3,64	10,48
-50+31,5	14,72	40,12	53,21	0,09	6,67
-31,5+18	17,49	38,16	61,81	0,35	0,03
-18+12,5	12,20	36,14	63,47	0,48	0,39
-12,5+10	5,77	34,73	64,22	1,34	1,05
-10+6,3	10,75	32,18	63,92	1,62	3,90
-6,3+4,75	3,92	30,19	63,23	1,29	6,58
-4,75+2,80	7,84	29,43	59,68	1,70	10,89
-2,80+1	8,66	28,4	56,91	1,66	14,69
-1+0,5	5,95	34,24	56,10	1,39	9,66
-0,5	6,15	37,63	43,97	1,08	18,40
	100,00	35,77	57,94	1,15	6,29

Çizelge 3.6' da görüldüğü gibi Larcodem cihazına beslenen kömürün kuru bazda kül oranı %35,77 olarak tespit edilmiştir. Kül oranları tane boyutuna paralel

olarak azalmaktadır. Uçucu madde değerleri ise genelde tane fraksiyonlarında aynı kalmakta ancak 80-50 mm aralığında düşüş göstermektedir. Kükürt değerleri de kül oranları gibi aynı özellik göstermektedir. Ancak 31,5-18 mm aralığında belirgin bir düşüş görülmektedir.

Larcodem cihazında yıkanması sonucu elde edilen lave kömürün analiz sonuçları Çizelge 3.7' de verilmektedir.

Çizelge 3.7. Larcodem cihazı lave kömürün analiz sonuçları (Kuru)

Tane İriliği (mm)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt	Sabit Karbon (%)
-80+50	33,03	30,61	61,71	2,83	7,68
-50+31,5	32,62	28,44	55,42	2,80	16,14
-31,5+18	21,20	24,11	54,63	4,61	21,26
-18+12,5	3,95	25,26	54,21	3,62	20,53
-12,5+10	1,67	22,65	56,12	3,17	21,23
-10+6,3	2,38	23,50	54,70	4,03	21,80
-6,3+4,75	0,93	22,62	61,69	3,43	15,69
-4,75+2,80	1,48	22,82	55,95	3,63	21,23
-2,80+1	1,41	26,30	53,13	3,33	20,57
-1+0,5	0,54	33,60	52,61	2,79	13,79
-0,5	0,80	45,28	50,19	2,01	4,53
	100,00	27,89	57,25	3,28	14,85

Çizelge 3.7' de görüldüğü gibi Larcodem cihazından alınan lave kömürün kuru bazda kül oranı %27,89 olarak tespit edilmiştir. Kül oranları tane boyutuna paralel olarak azalmakta ancak 1 mm'den sonra tekrar artma eğilimi göstermektedir.

Uçucu madde değerleri ise genelde tane fraksiyonlarında aynı kalmaktadır. Kükürt değerleri de kül oranları gibi aynı özellik göstermektedir.

Larcodem cihazında yıkanması sonucu elde edilen şistin analiz sonuçları Çizelge 3.8’ de verilmektedir.

Çizelge 3.8. Larcodem cihazı şistin analiz sonuçları (Kuru)

Tane İriliği (mm)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Uçucu Madde (%)	Toplam Kükürt	Sabit Karbon (%)
-80+50	19,63	50,14	42,08	0,03	7,77
-50+31,5	61,00	58,92	35,70	0,06	5,38
-31,5+18	6,73	44,29	45,20	0,21	10,51
-18+12,5	2,12	40,65	52,85	0,79	6,49
-12,5+10	1,36	44,06	49,86	0,41	6,08
-10+6,3	2,28	46,30	49,85	0,82	3,84
-6,3+4,75	1,06	42,58	48,77	0,59	8,64
-4,75+2,80	1,70	43,99	52,66	0,53	3,35
-2,80+1	2,07	49,80	44,61	0,48	5,58
-1+0,5	0,89	52,86	41,19	0,17	5,95
-0,5	1,15	52,36	36,32	0,15	11,31
	100,00	54,59	39,16	0,13	6,24

Çizelge 3.8’ de görüldüğü gibi Larcodem cihazından alınan şistin kuru bazda kül oranı %54,59 olarak tespit edilmiştir. Kül oranları tane fraksiyonlarında hemen hemen aynı kalmaktadır. 1 mm'den sonra bir miktar artma eğilimi göstermektedir. Uçucu madde değerleri ise genelde tane fraksiyonlarında aynı kalmaktadır. Kükürt değerlerinde ise bir azalış gözlenmekte ve 50-18 mm aralığında belirgin bir düşüş görülmektedir.

Yıkama işlemi sonucu elde edilen kül değerleri mukayese edildiğinde Larcodem lave kömürün kül değeri, Drewboy lave kül değerine göre oldukça yüksektir.

3.2. Metod

3.2.1. Kül Analizi

Kül değerinin tayininde Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Laboratuarlarındaki Protherm PLF 110/6 tipi kül fırını kullanılmıştır (Şekil 3.5).

Kömür numunelerinin kül analizini belirlemek için yapılacak olan deneyde porselen kroze kullanılmıştır. Bu nedenle deney öncesi porselen krozeler 825 °C sıcaklıkta 15 dakika ısıtılmış ve süre sonunda desikatöre konularak değişmez ağırlıkları belirlenmiştir.

Porselen krozelerin değişmez ağırlıkları belirlendikten sonra etüvde kurutulmuş kömür numunesinden 1 gram tartılmıştır. 825 °C sıcaklığa getirilen kül fırınına içinde numune bulunan porselen kroze konularak 4 saat bekletilmiştir. Süre sonunda kroze desikatör içine bırakılarak soğutulmuş ve tartılmıştır.

Kızdırma işlemi kap içindeki numunelerin değişmez ağırlığa gelinceye kadar tekrarlanmıştır (ASTM-D 3174-04). (3.1) numaralı eşitlik kullanılarak kül yüzdesi belirlenmiştir.

$$\text{Kül Yüzdesi (\%)} = \frac{M_2 - M_1}{M_3} * 100 \quad (3.1.)$$

M_1 = Boş porselen krozenin ağırlığı (g)

M_2 = 4 saatlik kızdırma işlemi sonucu kroze ve kömürün ağırlığı (g)

M_3 = Deneyde kullanılan kömür miktarı (g)



Şekil 3.5. Deneylerde kullanılan kül fırını

3.2.2. Uçucu Madde Tayini

Uçucu madde tayininde porselen kroze kullanılmıştır. Hassas olarak tartılmış 1,0 g civarındaki bir kömür numunesi kapalı olarak 900 °C’ de yedi dakika ısıtılmıştır. İşlem sonunda kroze desikatör içine bırakılarak soğutulmuş ve tartılmıştır (ASTM 3175/07). (3.2) numaralı eşitlik kullanılarak uçucu madde belirlenmiştir.

$$\text{Uçucu Madde Yüzdesi} = \frac{M_3}{M_2 - M_1} * 100 \quad (3.2.)$$

M_1 = Boş porselen krozenin ağırlığı (g)

M_2 = 7 dakikalık ısıtma işlemi sonrası kroze ve kömürün ağırlığı (g)

M_3 = Deneyde kullanılan kömür miktarı (g)

3.2.3. Isıl Değer Tayini

Isıl değeri tayininde Çukurova Üniversitesi, Otomotiv Mühendisliği Bölümündeki, IKA C2000 Tipi kalorimetre cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.6).



Şekil 3.6. Deneylerde kullanılan kalorimetre cihazı

Bu yöntemde, kapalı bir sistem içinde ağırlığı bilinen örneğin yanması sonucunda açığa çıkan ısı, ısı sensörleri yardımıyla tespit edilmektedir. Cihaza bağlı bir bilgisayar yardımıyla, cihazdan gelen verilerin otomatik olarak hesaplanmasıyla örneğin ısı değeri elde edilir. Belli miktardaki kömürün bir bomba içinde basınç altında oksijen ile sabit hacimde yakılması ve oluşan ısının ölçülmesi esasına dayanır. Ancak kalorimetre bombası ile bulunan ısı değeri yanma ürünlerinin (CO_2 , H_2O gibi) oda sıcaklığına soğutulması ile bulunan değerdir. Pratikte bir yakıt yakılırken yanma ürünleri oda sıcaklığına soğutulmadan dışarı atılır. Bunun dışında su buharının buharlaşma (gizli) ısı da kaybedilir. Kalorimetre bombasında, gerek nem olarak bulunan su gerekse hidrojenin yanmasından oluşan su oda sıcaklığına

kadar soğuyarak görünür ve gizli ısını vermektedir. Bundan dolayı kalorimetrede doğrudan bulunan ısı değere “ üst ısı değeri” ad verilir.

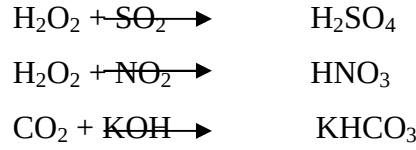
Yakıt ısından yararlanılmak amacıyla yakıldığı için, baca gazları ile giden yanma ürünlerinin sürüklediği ısı miktarını üst ısı değerden çıkararak faydalanılabilir ısı değeri bulunur ki buna “ alt ısı değeri” ad verilir. Alt ısı değeri pratikte daha anlamlıdır.

Kalorimetre kabı çift cidarlı ve arasında su bulunan metal bir kaptır. Bu kap içinde yalıtkan ayaklar üzerine oturtulmuş paslanmaz çelik bir kap bulunur. İçerisine bombanın yerleştirildiği bu kaba belirli miktarda (3000 g) su konur ve bir karıştırıcıya sahip olan kaptaki suyun sıcaklık değişimi çok hassas bir termometre ile kontrol edilir. Bu kap içine yerleştirilen kalorimetre bombası paslanmaz çelikten yapılmış yüksek basınca dayanan bir reaksiyon kabı olup kapağı çok güvenli olarak kapatılabilecek şekilde tasarlanmıştır. Kapak üzerinde havasını boşaltmak ve O₂ gazı basmak için iki ayrı sübap bulunmaktadır. Ayrıca bomba içerisinde krozenin asıldığı ve içine elektrik akımının verildiği bir sistem bulunur.

Kömür numunesi içine daldırılan Mg telin yerleştirilmesinden sonra bombanın kapağı kapatılır. Siboplar açılır ve birinden O₂ gazı verilerek bombanın havası boşaltılır. Daha sonra çıkış sibobu kapatılarak 15-20 atm’ de Q gazı basılır.

Hazır hale getirilen bomba kalorimetre iç kabına yerleştirilir. Kaptaki su seviyesi bombayı tamamen örtecek şekildedir. Karıştırıcı çalıştırılarak sıcaklığın değişmez olduğu ana kadar beklenir ve elektrik verilerek sistem ateşlenir. Termometrede sıcaklık yükselmeye başlar ve bu durum sabit oluncaya kadar beklenerek tüm sistemdeki sıcaklık artışı tespit edilir. Sıcaklık farkı ve kalorimetre sisteminin ısı kapasitesi (ısı sığası) göz önüne alınarak kömürün ısı değeri (üst ısı değeri) bulunur.

İşlem bitince kalorimetreden çıkarılan bombanın içinde bulunan yanma gazları KOH ve H₂O₂ çözeltisinden geçirilerek tutunmaları sağlanır. Bu sırada şu reaksiyonlar meydana gelir ve ele geçen çözeltinin incelenmesiyle S, N ve C tayinleri yapılabilir.



Çoğu kez bombanın içine de bir miktar damıtık su konur. Yüksek derecede O₂ varlığında oluşabilecek SO₃ gazı bu su tarafından absorblanarak kısmen H₂SO₄' e dönüşür. Aynı şekilde yanan azot da HNO₃' e dönüşebilir. Bu absorpsiyon olayları ekzotermik olduğu için ısı değer hesaplanırken göz önünde bulundurulmalıdır. Bütün bunlar göz önüne alınarak yakılan kömür numunesinin üst ısı değeri (3.3) numaralı eşitlik kullanılarak belirlenmiştir.

$$Q_{\text{üst}} = \frac{M_c \cdot \Delta t - (Q_t + Q_a)}{\text{Tartım}} \quad (3.3)$$

Mc: Kalorimetrenin ısı sığası (cal/°C)

Δt: Sistemdeki sıcaklık değişimi (°C)

Qt: Yanan telin verdiği ısı

Qa: H₂SO₄ ve HNO₃ asitlerinin oluşumunda açığa çıkan ısı miktarı

1 mL 0,1 N HNO₃ oluşumu sırasında açığa çıkan ısı 1,45 cal ve 1 mL 0,1 N H₂SO₄ oluşumu sırasında açığa çıkan ısı 3,6 cal olarak verilmektedir. Kömür pratikte açık atmosferde (soba) yakıldığı zaman gerek taşıdığı nem ve gerekse içerdiği hidrojen yanarak su buharı halinde sistemi terk edecektir. Bu durumda kömürün faydalanan alt ısı değerini belirlerken toplam suyun götüreceği ısı miktarını Q_{üst} ısı değerden çıkartılmalıdır. Suyun götüreceği ısı miktarı hesaplandığı zaman görülecektir ki yanma ortamından uzaklaşan her bir gram su başına 620 cal ısı kaybolmaktadır. Bu durumda bir gram kömürün alt ısı değeri veren formülü (3.4) numaralı eşitlik kullanılarak yazmak mümkündür.

$$Q_{\text{alt}} = Q_{\text{üst}} - 5,85 * (\%9 + \%Nem) \quad (3.4.)$$

Burada %H kömürde bulunan nem dışındaki yanabilen hidrojenin yüzde miktarı olurken, %nem de toplam nem içeriği olmaktadır.

3.2.4. Kükürt Miktarının Tayini

Kükürt miktarının tayininde Çukurova Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Laboratuvarlarındaki ELTRA CS 580 Tipi karbon-kükürt analiz cihazı kullanılmıştır (Şekil 3.7).

Çalışma prensibi kabaca, numunenin yüksek sıcaklıkta çok hızlı bir şekilde yakılması ve elde edilen yanma gazlarının taşıyıcı gaz (oksijen) kullanılarak dedektörlere gönderilmesi ve dedekte edilmesi şeklindedir. Bu sonuçlar IR dedektörler sayesinde elde edilebilmektedir.

Kömür numunelerinin kükürt miktarlarını belirlemek için 0,3 gram numune tartılmıştır. 1350 °C sıcaklığa getirilen cihazda sonuçlar elde edilmiştir.



Şekil 3.7. Deneylerde kullanılan kükürt cihazı

3.2.5. Sabit Karbon Analizi

Sabit karbon, kimyasal analiz sonucunda elde edilen kül ve uçucu madde verileri kullanılarak, (3.5) numaralı eşitlik yardımı ile hesaplanmıştır (ASTM D-5142).

$$\text{Sabit Karbon (\%)} = 100 - (\%k\ddot{u}l + \%u\ddot{c}ucu\ madde) \quad (3.5.)$$

3.2.6. Yüzdürme-Batırma Analizleri

Sekköy Lavvarı'ndan alınan kömür numunelerin fraksiyonel bazda yıkanabilirliğinin belirlenebilmesi için elek analizlerinden alınan her boyut fraksiyonuna ayrı ayrı yüzdürme-batırma testleri uygulanmıştır. Testlerde kullanılan ağır ortam çözeltileri çinko klorür ile 50 lt' lik kovalar içinde hazırlanmış ve 0,1 g/cm³ aralıklarla 1,3-1,9 g/cm³ aralığındaki ortam yoğunlukları kullanılmıştır (Şekil 3.8).



Şekil 3.8. Ağır ortam çözeltileri

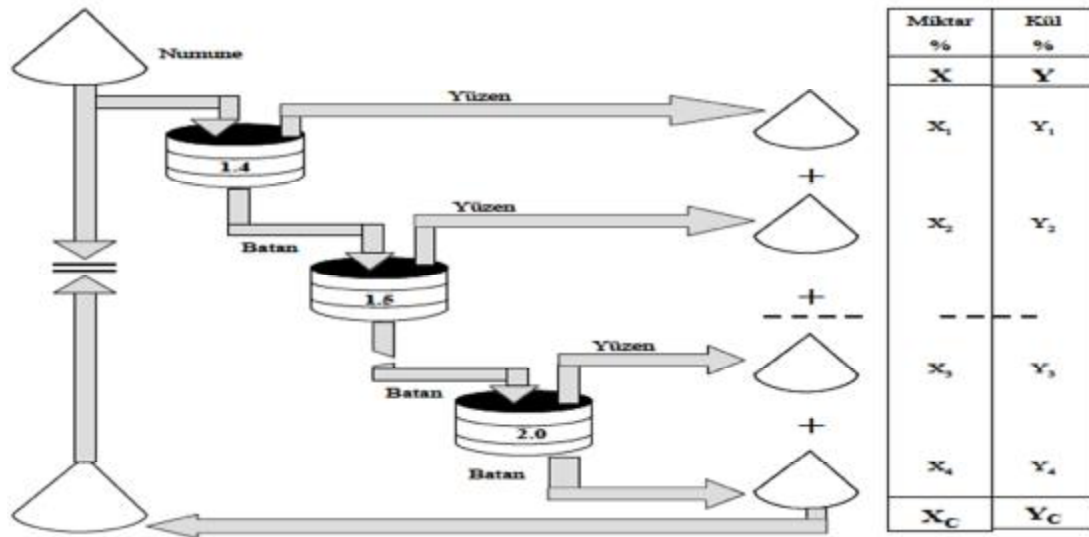
Yüzdürme-batırma testine tabi tutulacak numuneler, hem besleme hem de temiz kömür ve şist ürün numunelerinin çatlakları içerisine $ZnCl_2$ girmemesi için öncelikle su içerisinde 24 saat bekletilmiştir (Şekil 3.8). Test numuneleri bu sürenin sonunda yıkama eleğinde (1 mm) susuzlandırılmış ve yüzdürme-batırma testinde kullanılmıştır.



Şekil 3.9. Yüzdürme-batırma testlerinde kullanılan kömür numuneleri

Uygun aralıkla seçilen farklı yoğunluktaki (1,30, 1,40, 1,50, 1,60, 1,70, 1,80 ve 1,90 g/cm³) ağır sıvıların hazırlanmasından sonra, kömür numunesi en büyük, yoğunluktan başlayarak her bir ağır sıvıda yüzdürme-batırma işlemine tabi tutulmuştur.

Kömür numunesi önce en büyük yoğunluklu ağır sıvı içine konulmuştur. Kömür numunesinde bulunan ve yoğunluğu bu sıvının yoğunluğundan daha az olan taneler yüzerek, daha fazla olanlar batan ürünler olarak alınmıştır. Batanlar bir kenara alınarak, yüzenler ise bir alt yoğunluktaki ağır sıvıya beslenmiştir. İkinci sıvıda batanlar derhal bir kenara alınarak, yüzenler ise bir alt yoğunluktaki sıvıya beslenmiştir. Böylece, sırayla bütün yoğunluklarda aynı işlemler tekrarlanmıştır. Bu işlemler şematik olarak Şekil 3.10' da gösterilmiştir. Yüzdürme-batırma testleri sonrası, ürünler temiz su ile yıkandıktan sonra, oda sıcaklığında kurutulmuş ve her bir yoğunluk aralığındaki ürünlerin ağırlıkları tartılıp kül analizleri yapılmıştır.



Şekil 3.10. Yüzdürme-batırma deneyi akım şeması (Al, 2011)

Yapılan yüzdürme-batırma testleri sonucu oluşturulmuş yıkanabilirlik eğrileri ayırma yoğunluğu ve ayırma performansına yönelik olarak fikir vermektedir.

Ağır sıvı testlerinin tamamlanmasıyla kömürün yıkanabilirlik eğrilerini elde etmek için gerekli veriler elde edilmiş olur. Yıkanabilirlik eğrileri, istenilen kalitedeki kömürün yapı içinde hangi yoğunluk aralığında olduğunun belirlenmesinde kullanılır. Çizelge 3.9’ da yüzdürme barmı testleri sonucu hazırlanmış tipik bir yıkanabilirlik çizelgesi görülmektedir (Ateşok, 2009).

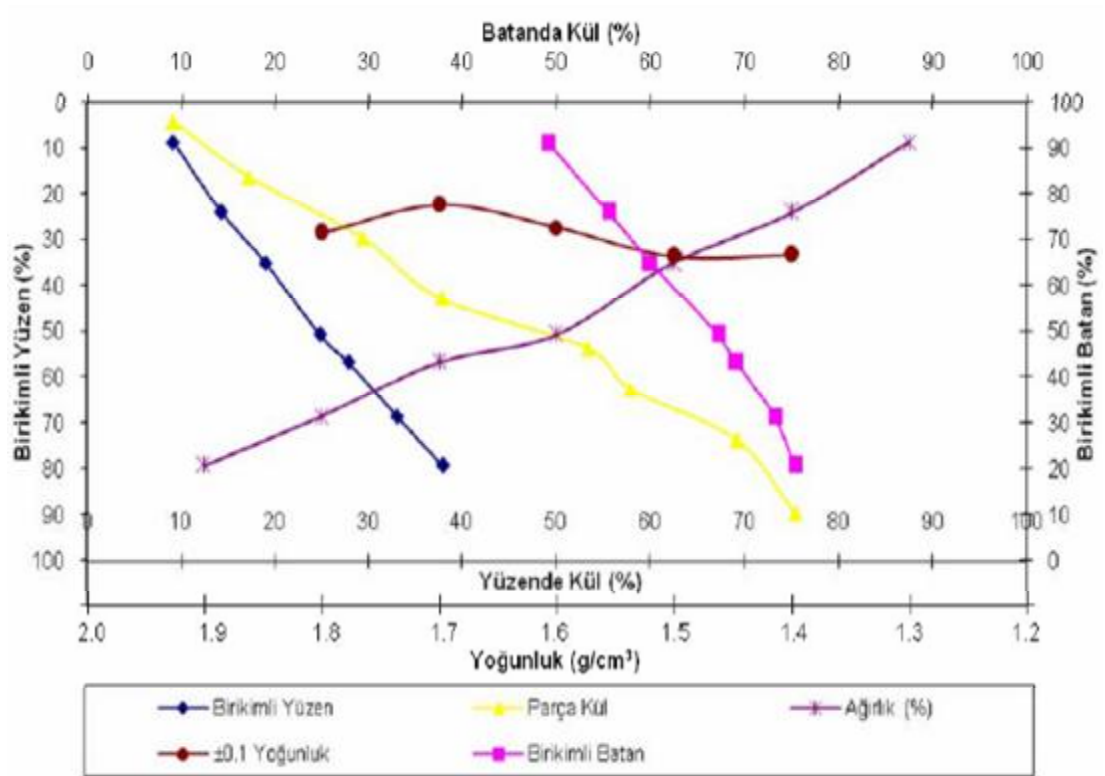
Çizelge 3.9. Yıkanabilirlik çizelgesi (Ateşok, 2009).

[illegible]

Yıkanabilirlik çizelgesi kolonlarında;

- Kolon 1, isteğe göre hazırlanmış ağır sıvı özgül ağırlıkları
- Kolon 2, her bir özgül ağırlıkta yüzen ürün miktarları yüzdesi
- Kolon 3, her aralıkta yüzen ürünlerin analizle bulunan kül içerikleri
- Kolon 4, $(\text{Kolon 2} \times \text{Kolon 3}) / 100$
- Kolon 5, kümülatif olarak yüzen ürünlerin ağırlık yüzdesi (Kolon 2' nin kümülatifi)
- Kolon 6, kümülatif olarak yüzen üründeki kül miktarı (Kolon 4' ün kümülatifi)
- Kolon 7, $(\text{Kolon 6} / \text{Kolon 5}) \times 100$
- Kolon 8, kümülatif olarak batan ürünlerin ağırlık yüzdesi (Kolon 2' nin batana göre kümülatifi)
- Kolon 9, kümülatif olarak batan üründeki kül miktarı (Kolon 4' ün batana göre kümülatifi)
- Kolon 10, $(\text{Kolon 9} / \text{kolon 8}) \times 100$
- Kolon 11, kolon 5' in bir önceki değeri ile kolon 2' nin yarısının toplamı $(Z=X+Y/2)$ olarak hesaplanmaktadır.
- Kolon12, söz konusu yoğunluktan bir önceki yoğunlukta yüzen miktar ile bir sonraki yoğunlukta yüzen miktar farkının $1,9 \text{ g/cm}^3$ yoğunlukta yüzen miktara göre yüzde oranı olarak hesaplanmaktadır.

Yıkanabilirlik eğrileri, ağır sıvı testlerinden elde edilen verilerle çizilen 5 adet eğriden oluşmaktadır. Bunlar, “ özgül ağırlık eğrisi” , “ yüzen üründe kümülatif kül eğrisi” , “ batan üründe kül eğrisi” , “ parça kül eğrisi” ve “ $\pm 0,1$ özgül ağırlık eğrisi’ dir. Şekil 3.11’ de hesaplanmış kolonlardan elde edilen verilerle çizilmiş tipik yıkanabilirlik eğrileri görülmektedir.



Şekil 3.11. Yıkanabilirlik eğrileri (Ateşok, 2009).

Herhangi bir ayırım yoğunluğunda;

- Kömür verimini belirlemek amacıyla özgül ağırlık eğrisinden (%Ağırlık), yüzen ürünlerdeki kül miktarının belirlenmesinde yüzen üründe kümülatif kül eğrisinden (Birikimli Yüzen)
- Batan ürünlerdeki kül miktarının belirlenmesinde batan ürünlerdeki kümülatif kül eğrisinden (Birikimli Batan),
- Ayırım yoğunluğundaki sapmanın ürün kül miktarına olan etkisinin belirlenmesinde parça kül eğrisinden,
- Ayırım yoğunluğundaki 0,1 g/cm³ sapmanın kömür verimine olan etkisinin belirlenmesinde $\pm 0,10$ özgül ağırlık eğrisinden yararlanılır.

Çizilen ilk üç eğri elde edilen ürünlerin nitelikleri hakkında bilgi verirken, son iki eğri, özellikle yerçekimiyle zenginleştirmede proses kontrolünün gerektirdiği hassasiyet ve ayırım kolaylığına yönelik olarak bilgi vermektedir. Çizelge 3.10' da istenen ayırım yoğunluğunda $\pm 0,1$ özgül ağırlık eğrisinden okunan değer ayırım zorluğuna ilişkin verdiği fikir verilmektedir (Ateşok, 2009).

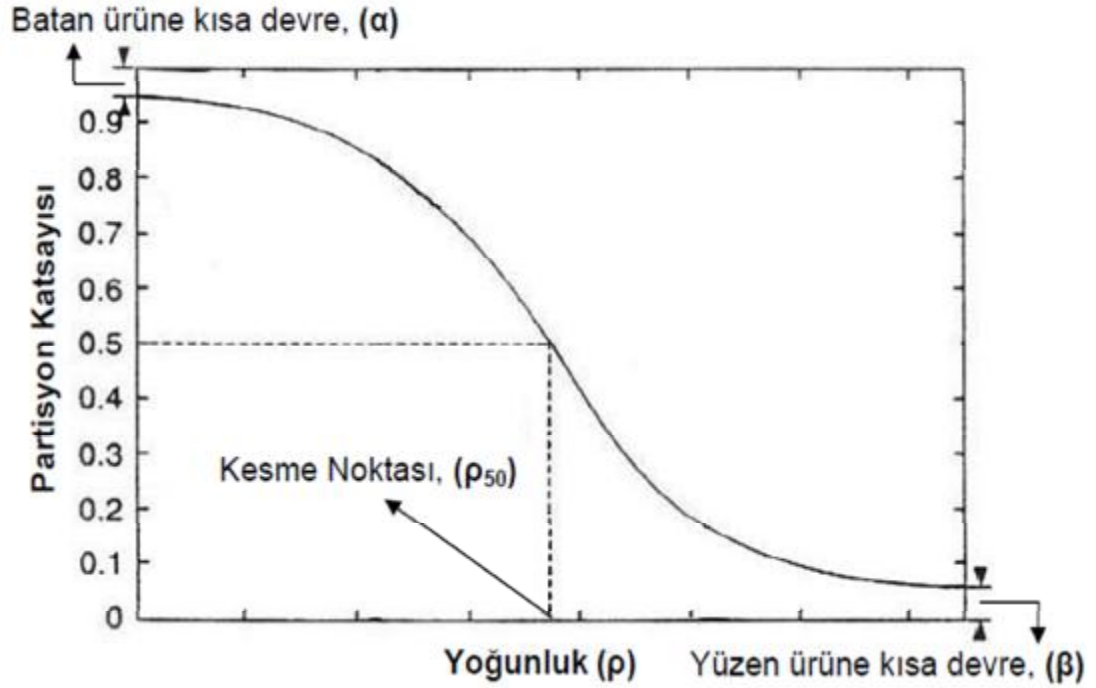
Çizelge 3.10. $\pm 0,1$ özgül ağırlık eğrisinden okunan değer ve ayırım zorluğu ilişkisi

$\pm 0,10$ Aralığındaki Değişim (%)	Ayırım Zorluğu
0-7	Basit
7-10	Orta derecede zor
10-15	Zor
15-20	Çok zor
20-25	Aşırı zor
>25	Korkunç zor

3.2.7. Ekipmanların Performans Değerlendirmesi

Ekipmanlarının performansını etkileyen birçok parametre bulunmaktadır. Fakat bunlar arasında performans değerlendirme için temelde bilinmesi gereken 4 fiziksel faktör bulunmaktadır. Bunlar, ayırma yoğunluğu, ayırma etkinliği, beslemenin alt akıma kısa devre yapan kısmı ve beslemenin üst akıma kısa devre yapan kısmıdır.

Performans değerlendirmede yaygın olarak partasyon eğrileri (tromp eğrisi) kullanılmaktadır. Partasyon eğrisi, beslemedeki farklı yoğunluktaki tanelerin yüzen ve batan ürünlere ne şekilde dağıldığını ifade etmeye yarayan bir araçtır. Tane yoğunluğuna karşı partasyon katsayısının çizilmesiyle elde edilmektedir. Herhangi bir yoğunluktaki tanelerin, yüzen veya batan ürüne giden malzeme miktarının, beslemede o yoğunluğa sahip toplam malzeme miktarına oranı, partasyon katsayısı olarak adlandırılmaktadır. Bu eğriden yararlanılarak, farklı yıkama cihazları arasında mukayese yapılabilirdiği gibi, aynı yıkama cihazında uygulanan farklı yıkama koşulları da kıyaslanabilir. Şekil 3.12’ de tipik bir partasyon eğrisi görülmektedir (Ateşok, 2009).



Şekil 3.12. Partisyon eğrisi (Tromp eğrisi) (Ateşok, 2009)

Partisyon eğrisinin çizilebilmesi için, lave ve şist (artık) yüzdürme-batırma deneyine tabi tutulur ve belli yoğunluğa sahip tüvanan kömür fraksiyonlarının, hangi oranda konsantreye ve hangi oranda artığa gittikleri tespit edilir. Yüzdürme-batırma deneyleri yanında ayırmadaki konsantre ve artık yüzdelerinin de bilinmesi gerekir. Konsantre ve artık verimleri, kül oranlarından (3.6) numaralı eşitlik yardımı ile hesaplanır.

$$A_c \times Y_c + A_r \times Y_r = A_f \times Y_f \quad (3.6.)$$

$$Y_c + Y_r = Y_f = 100$$

A_c = Lave kül oranı

Y_c = Lave ağırlık yüzdesi

A_r = Artık (şist) kül

Y_r = Artık (şist) ağırlık yüzdesi

A_f = Tüvanan kömür kül oranı

Y_f = Tüvanan kömür ağırlık oranı

Lave ağırlık yüzdesi ise eşitlik (3.7) hesaplanır.

$$Y_c (\%) = ((A_f - A_r) / (A_c - A_r)) * 100 \quad (3.7.)$$

Lave ve artığın (şist) verim yüzdeleriyle yoğunluk analizi değerlerinden beslenen kömürün hangi oranda konsantreye ve hangi oranda artığa gittiği bulunmaktadır. Ayırma faktörleriyle de Partisyon eğrisi çizilmektedir.

Ayırma yoğunluğu (kesme noktası), 0,5 değerindeki partisyon katsayısına denk gelen yoğunluk değeridir. Başka bir deyişle yüzen veya batan ürüne gitme olasılığı eşit olan tanelerin yoğunluğunu niteler.

İdeal bir ayırmada, partisyon eğrisi, düşey bir çizgiye dönüşmektedir. Ayırma derecesi idealden uzaklaştıkça, eğri yataya doğru kaymaktadır. Ayırım etkinliği, hata faktörü veya E_p ile ifade edilmektedir.

E_p değeri, malzemenin %25' nin konsantreye gittiği yoğunluktan (d_{25}), %75' nin konsantreye gittiği yoğunluğun (d_{75}) çıkarılması ve ondan sonra da ikiye bölünmesiyle bulunmaktadır. Ayırım etkinliği (E_p) ne kadar düşük olursa, ayırma hassasiyeti o kadar yüksek demektir. Aşağıdaki (3.8) numaralı eşitlik ile hesaplanmaktadır.

$$E_p = (d_{25} - d_{75}) / 2 \quad (3.8.)$$

Yoğunluk farkı ile çalışan yıkama cihazlarında, genellikle düşük yoğunlukta yapılan ayırmalar yüksek yoğunlukta yapılan ayırmalara nazaran daha hassas olmaktadır. Bu nedenle dağılım eğrisinin özelliği, yani cihazın ayırma hassasiyeti, ayırma yoğunluğuna göre değişmektedir. Ayırma yoğunluğundan ötürü hassasiyet farklılığını gidermek için hassasiyet faktörü (I_s) kullanılmaktadır. Hassasiyet faktörü eşitlik (3.9) ile hesaplanmaktadır.

$$\text{Hassasiyet Faktörü (I)} = E_p / d_{50} \quad (3.9.)$$

d_{50} = Ayırma yoğunluğu

Hassasiyet faktörü, bilhassa değişik ayırma yoğunluklarında çalışan cihazların karşılaştırılmasında en uygun kriterdir.

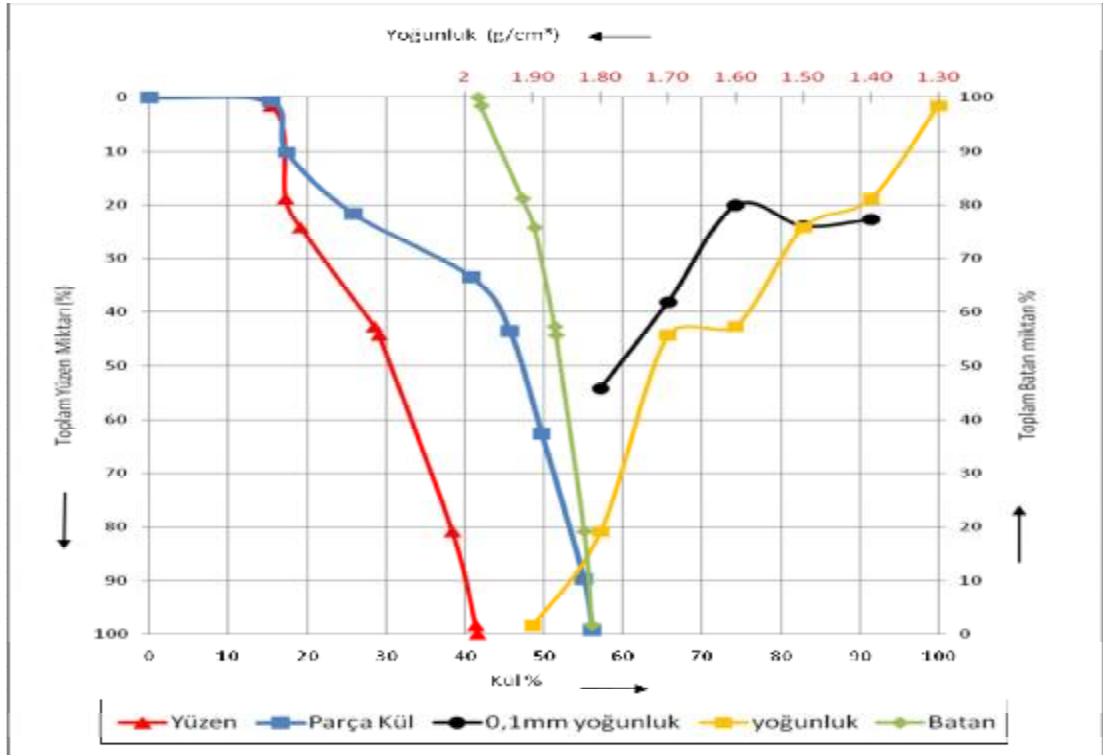
Ayırma verimi açısından değerlendirme yapıldığında ise iki yönden bakmak gerekmektedir. Birincisi eğrinin dike yakın olup olmaması, ikincisi ise E_p değeridir. Tromp eğrisi ne kadar dike yakın olursa, ayırma o kadar iyi gerçekleşmiş demektir. İyi bir yıkama işlemi olması için E_p değerinin 0,1' in altında olması gerekmektedir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

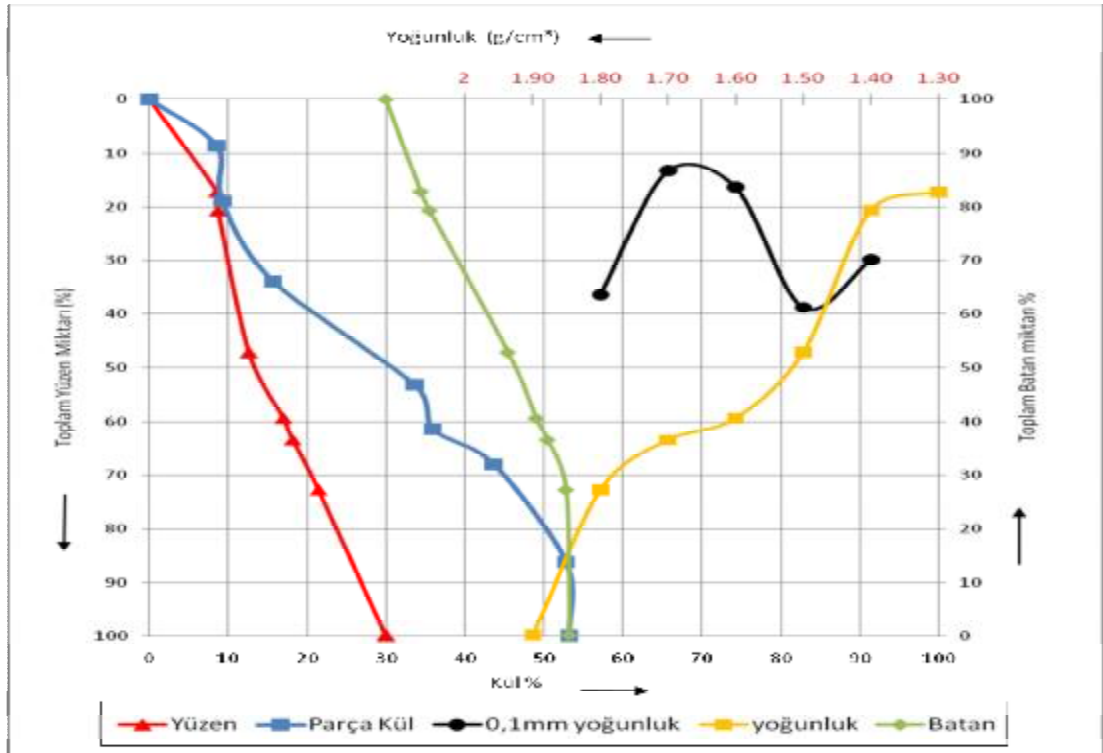
Tez kapsamında, TKİ-GELİ Müessesine ait Sekköy Lavvar'ından temin edilen kömür numunelerinin yıkama olanakları araştırılmıştır. İdeal yıkama yoğunluğu tespit edilmiştir. Kömür yıkama tesisinin performansı ise tromp eğrisinden faydalanılarak değerlendirilmiştir. Bu yöntemle, ayırma sınır yoğunluğu ve ayırma hassasiyeti elde edilmiştir. Bu bilgiler doğrultusunda tesisin hedeflenen doğrultuda çalışıp çalışmadığı belirlenmiştir. Ayrıca performanstaki düşüş sebepleri araştırılmış ve düzeltmelerin yapılması için gerekli önerilerde bulunulmuştur.

4.1. Kömürlerin Yıkanabilirlik Özellikleri

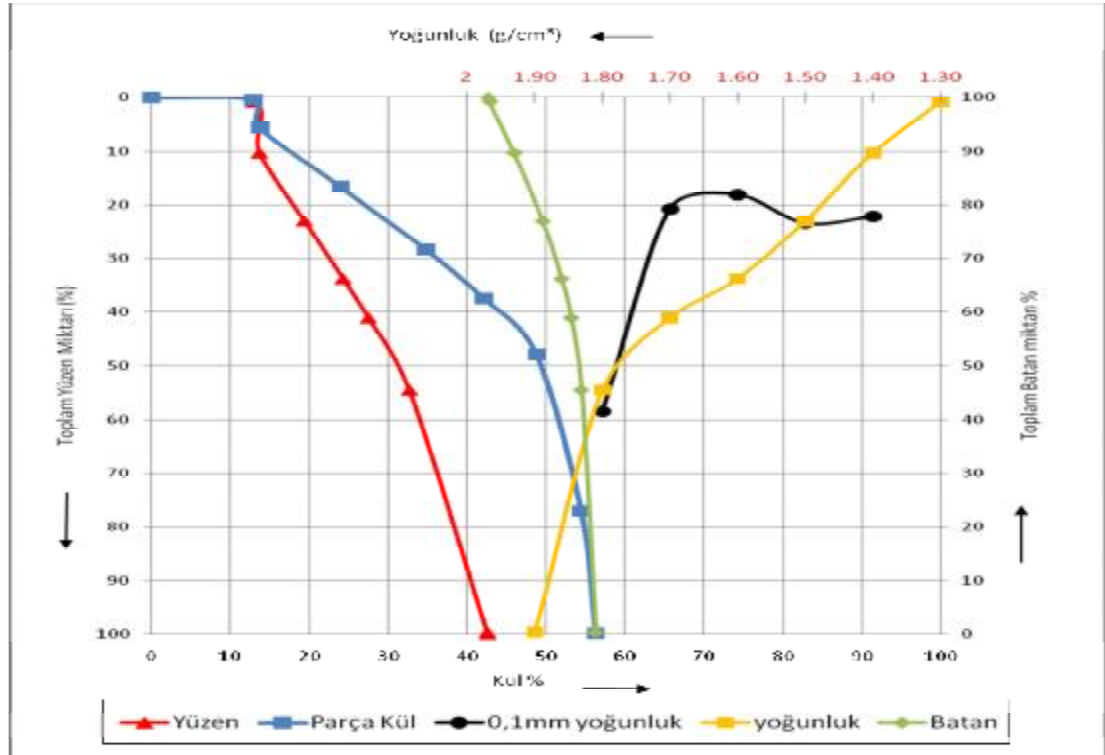
Lavvar tesisine beslenen tüvanan kömür lavvar tesisinde iki farklı zenginleştirme cihazına (Drewboy ve Larcodem) beslenmektedir. Yıkama testleri bu iki cihaza beslenen tüvanan kömür numunesi ve bu cihazlara beslenen sınıflandırılmış kömür numuneleri (-150+50 mm) ve (-50 mm) kullanılarak yapılmıştır. Öncelikle Tüvanan kömürün ((1) nolu örnek) her tane fraksiyonu için yıkanabilirlik özellikleri ayrı ayrı incelenmiş olup yıkama eğrileri oluşturulmuştur (Şekil 4.1-4.13). Ayrıca tüvanan kömüre ait yüzdürme-batırma sonuçlarının tane iriliği bazında hesap yoluyla birleştirilmiş teorik yıkama eğrileri de Şekil 4.13-4.18' de verilmektedir.



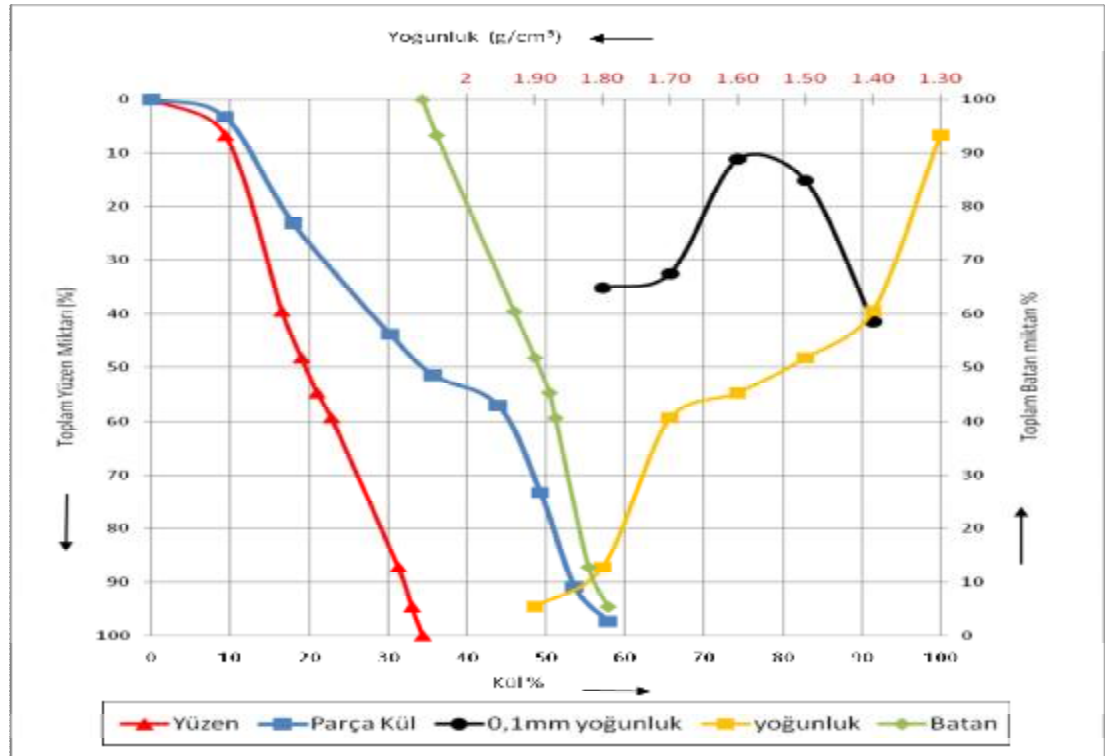
Şekil 4.1. Tüvanan kömürün (-200+150 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



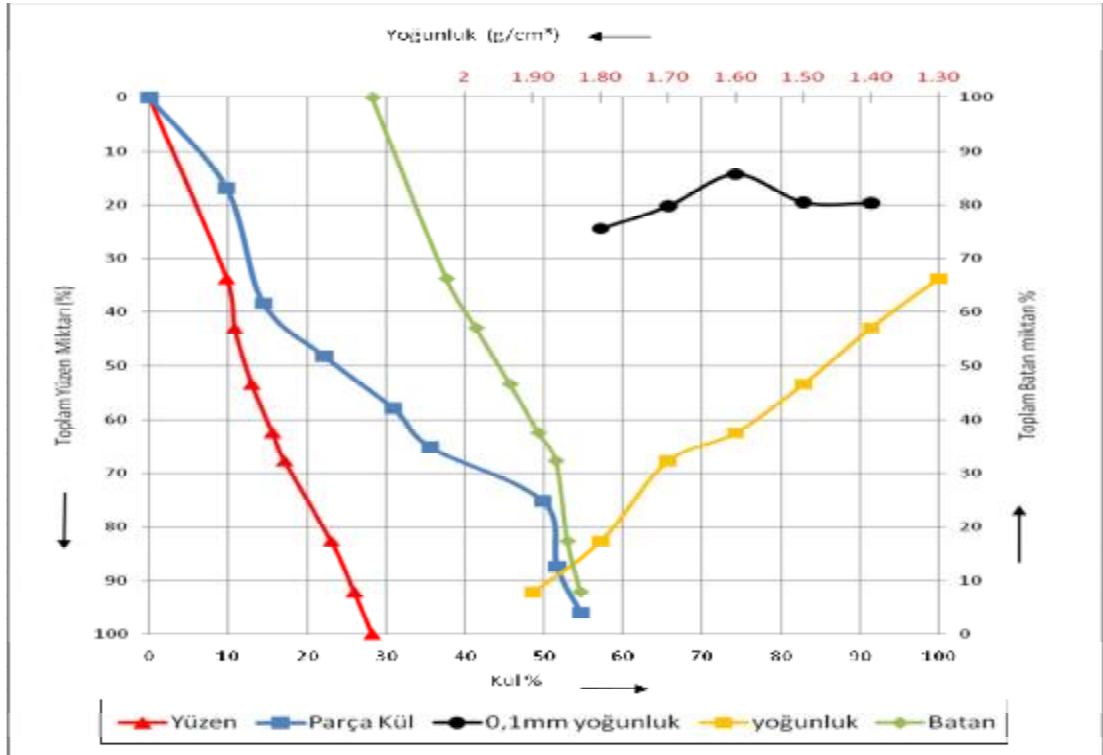
Şekil 4.2. Tüvanan kömürün (-150+100 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



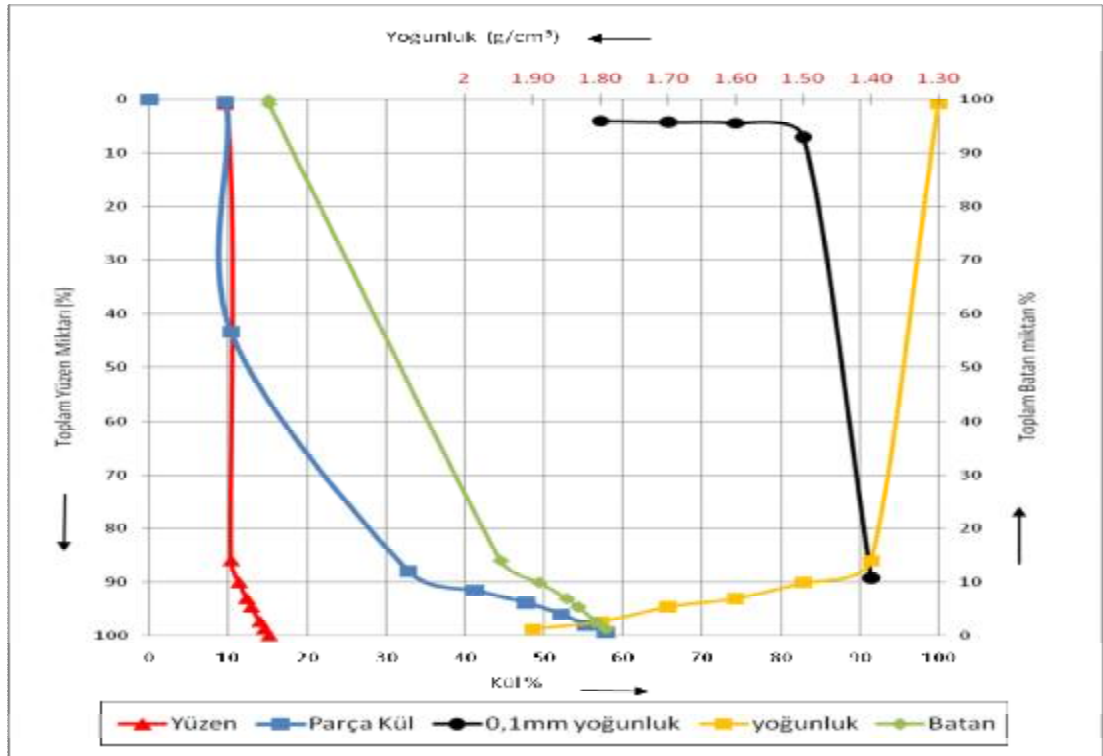
Şekil 4.3. Tüvanan kömürün (-100+80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



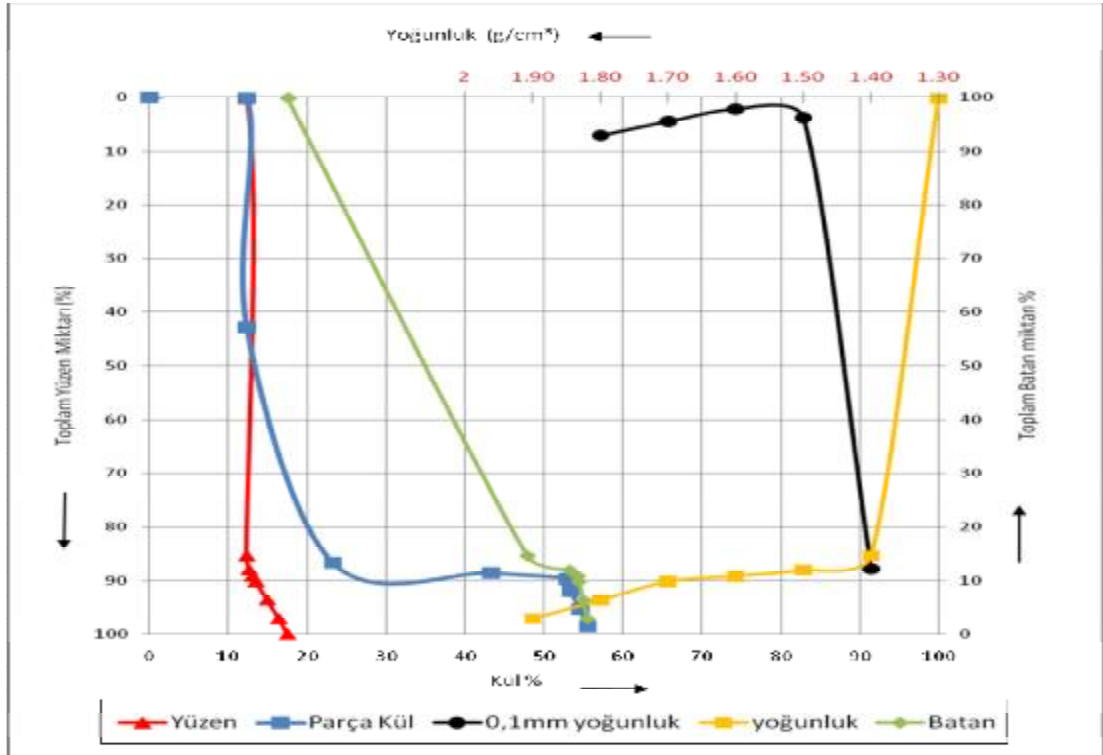
Şekil 4.4. Tüvanan kömürün (-80+50 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



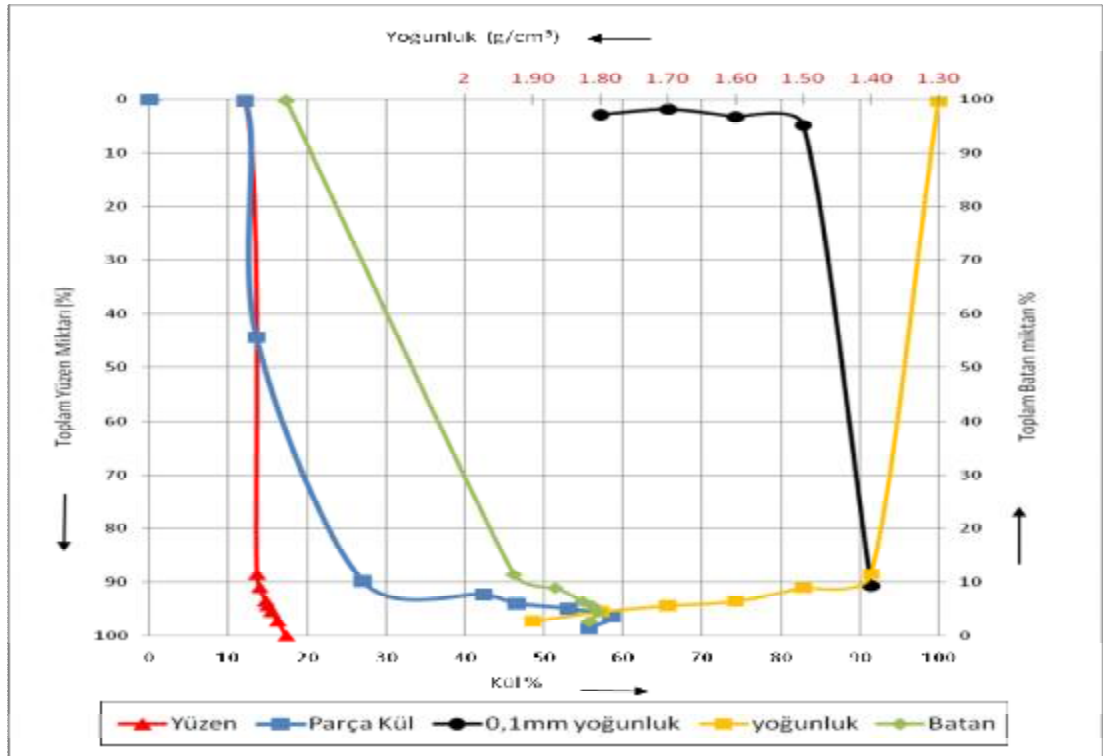
Şekil 4.5. Tüvanan kömürün (-50+31,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



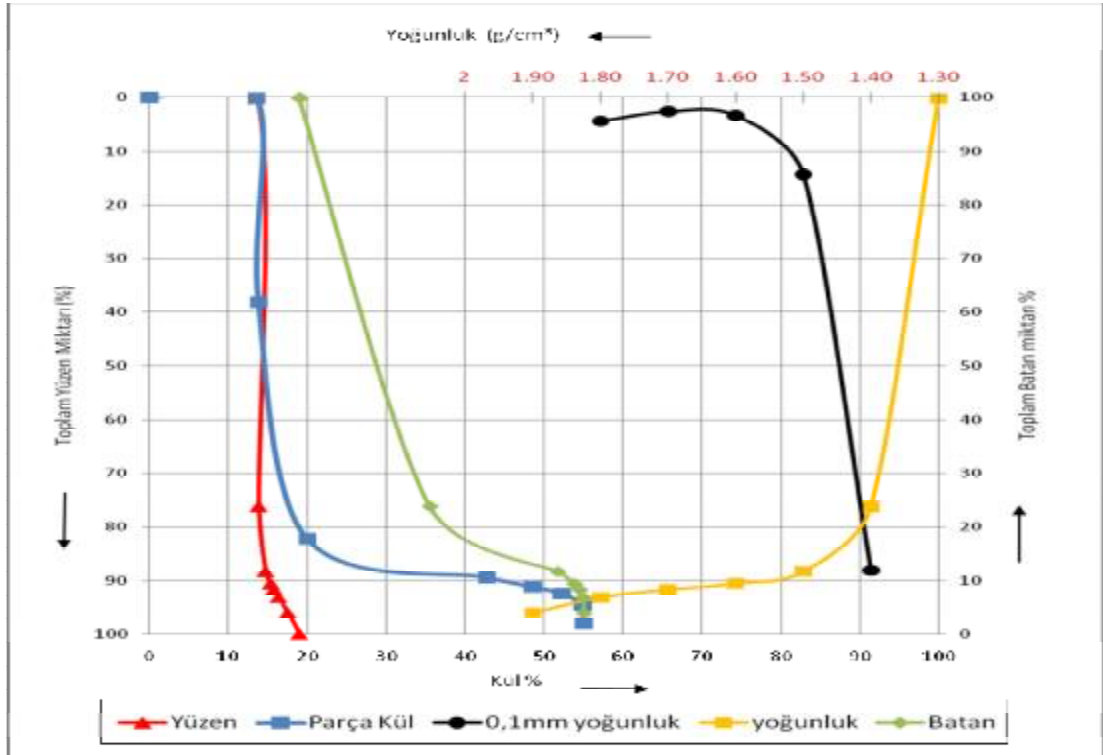
Şekil 4.6. Tüvanan kömürün (-31,5+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



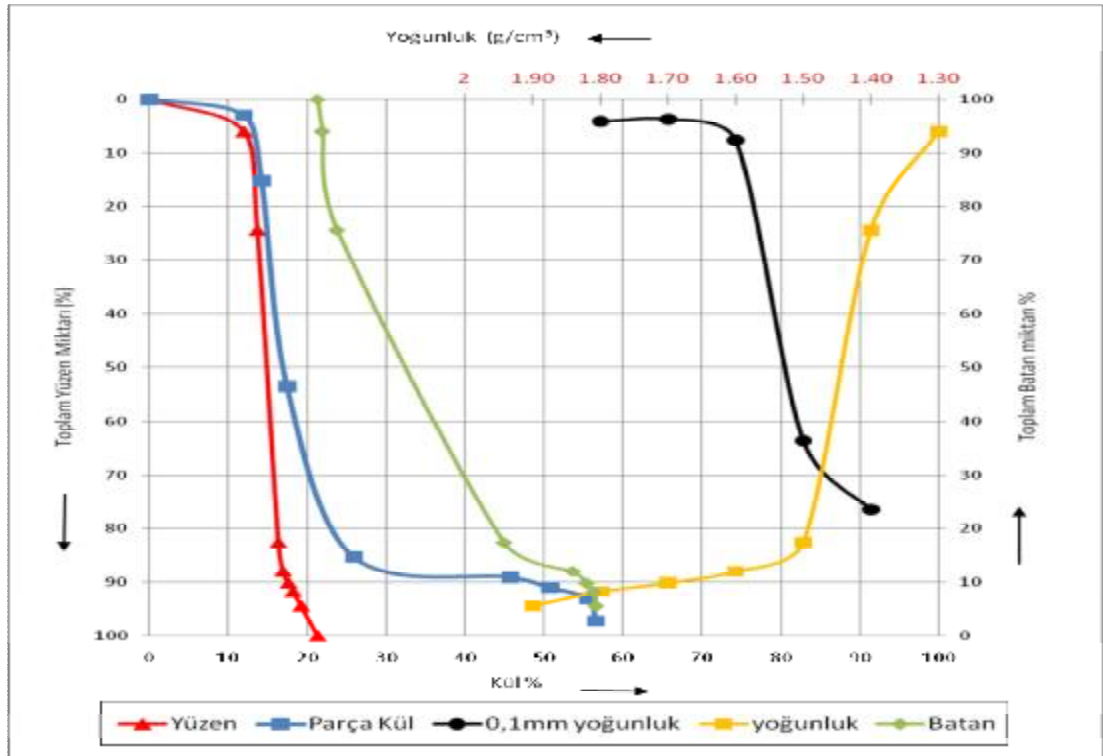
Şekil 4.7. Tüvanan kömürün (-18+12,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



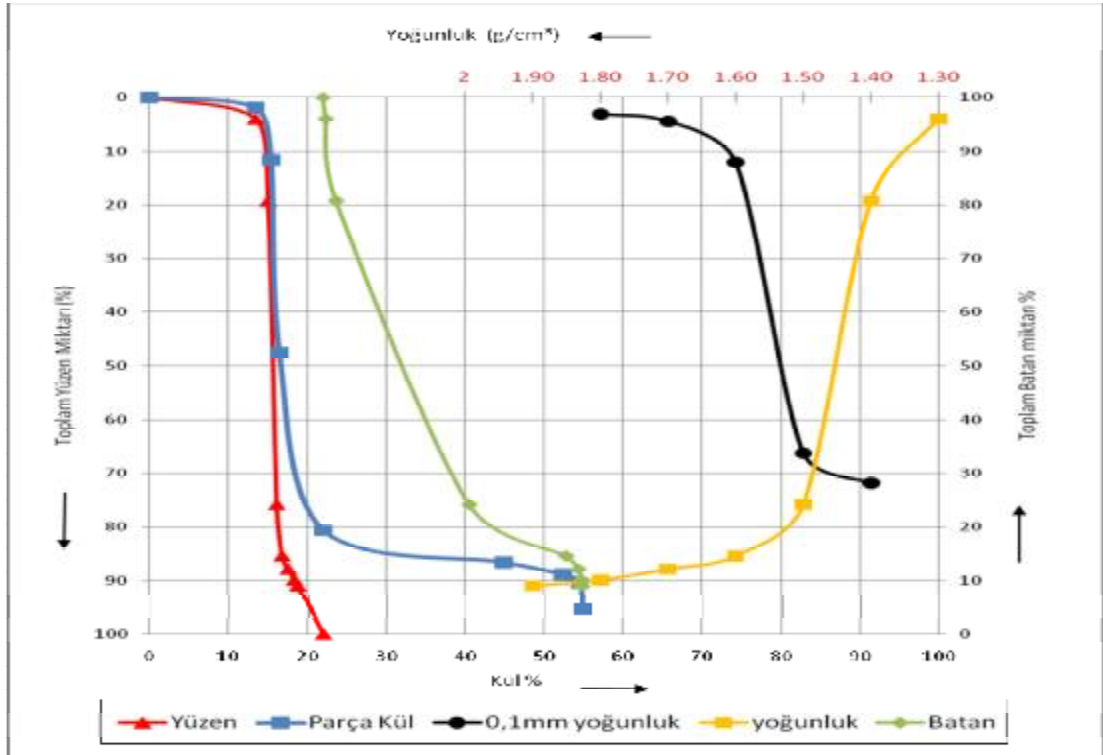
Şekil 4.8. Tüvanan kömürün (-12,5+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



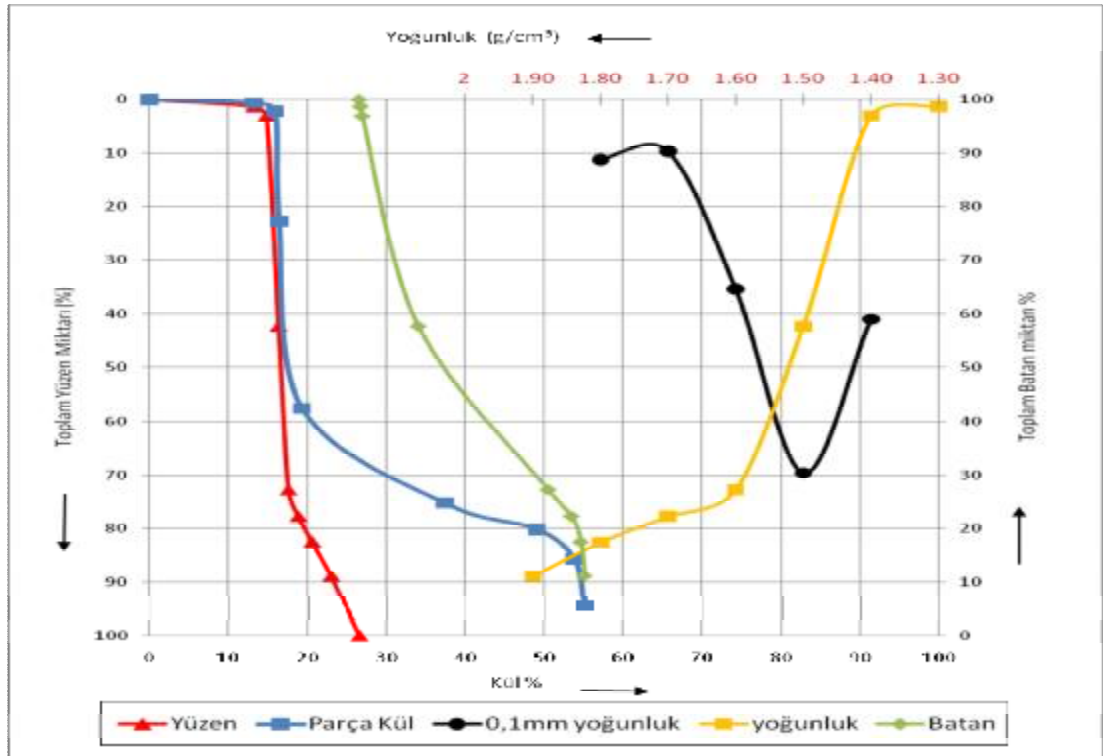
Şekil 4.9. Tüvanan kömürün (-10+6,3 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



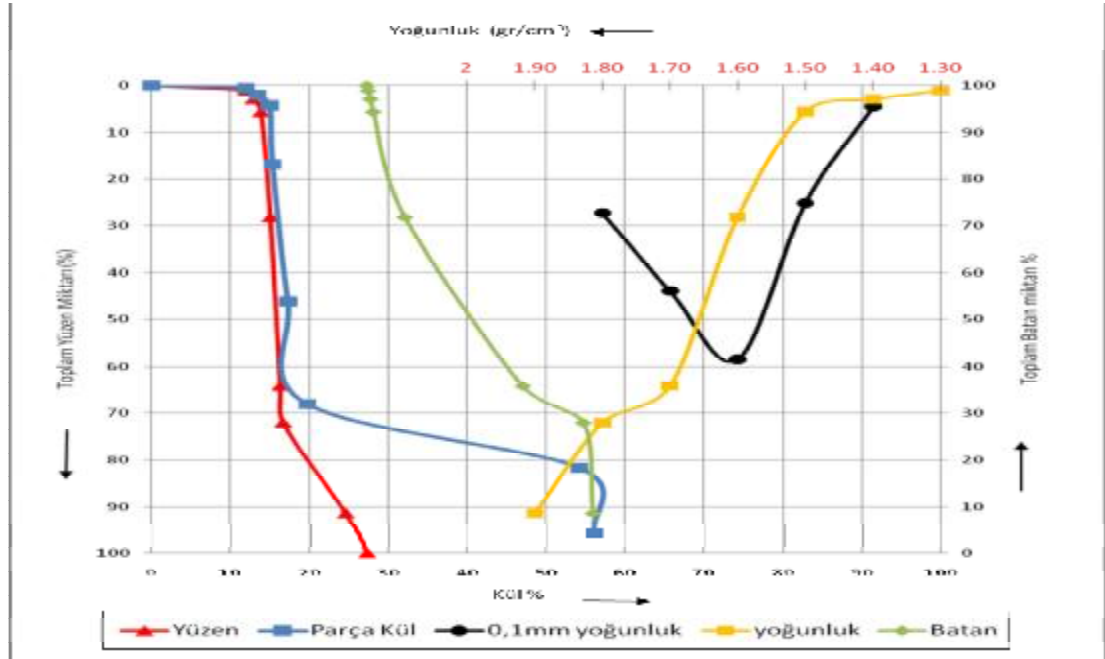
Şekil 4.10. Tüvanan kömürün (-6,3+4,75 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



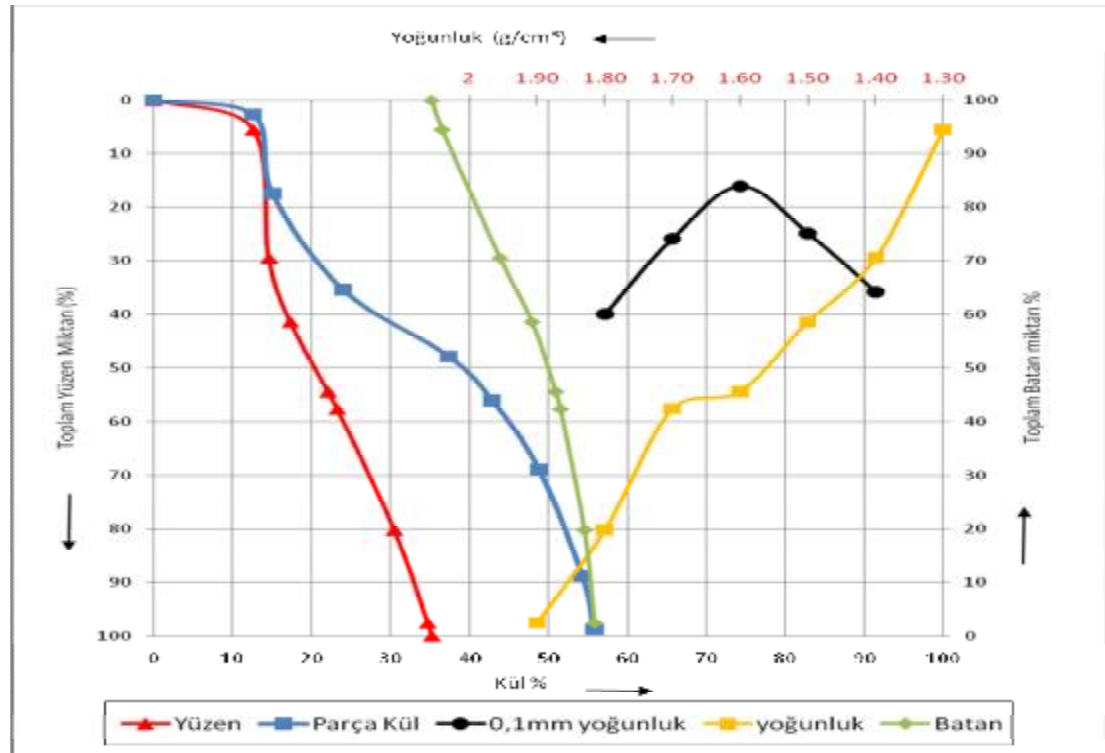
Şekil 4.11. Tüvanan kömürün (-4,75+2,80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



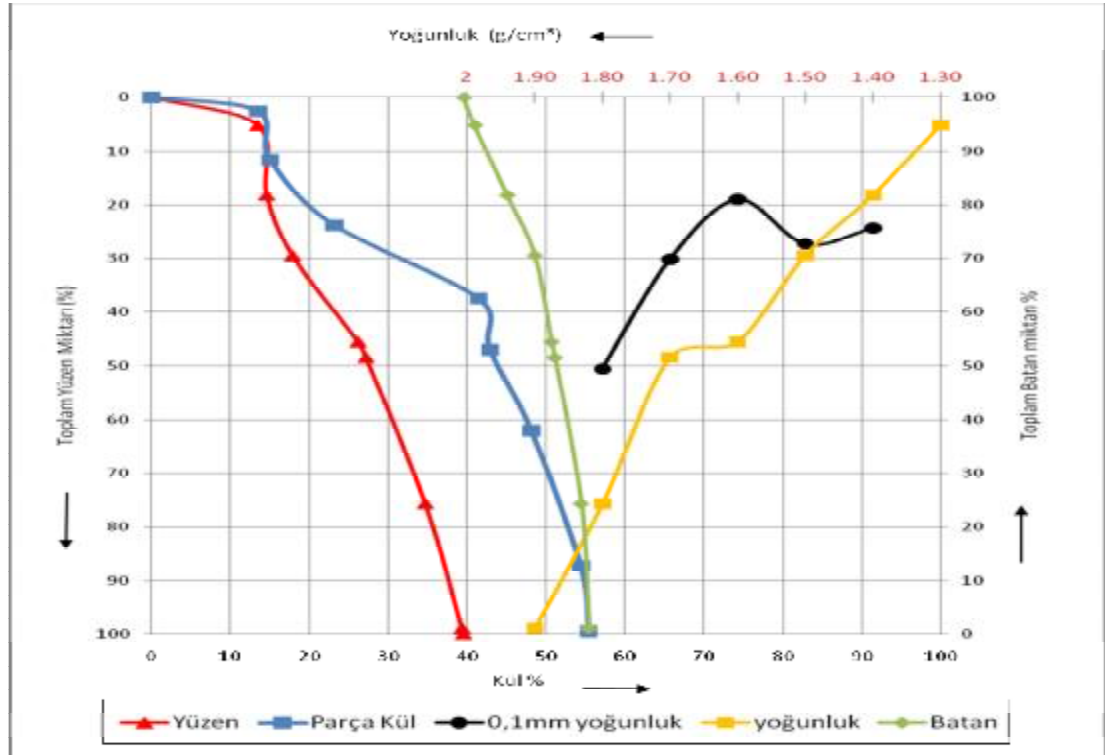
Şekil 4.12. Tüvanan kömürün (-2,80+1 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



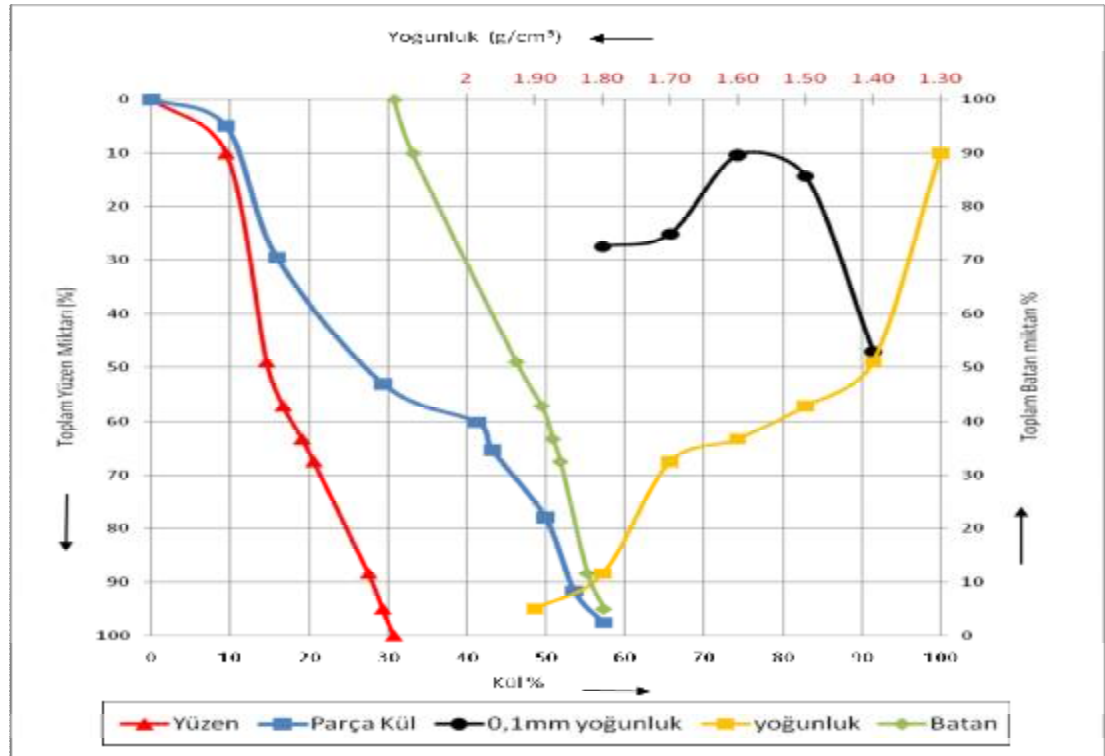
Şekil 4.13. Tüvanan kömürün (-1+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



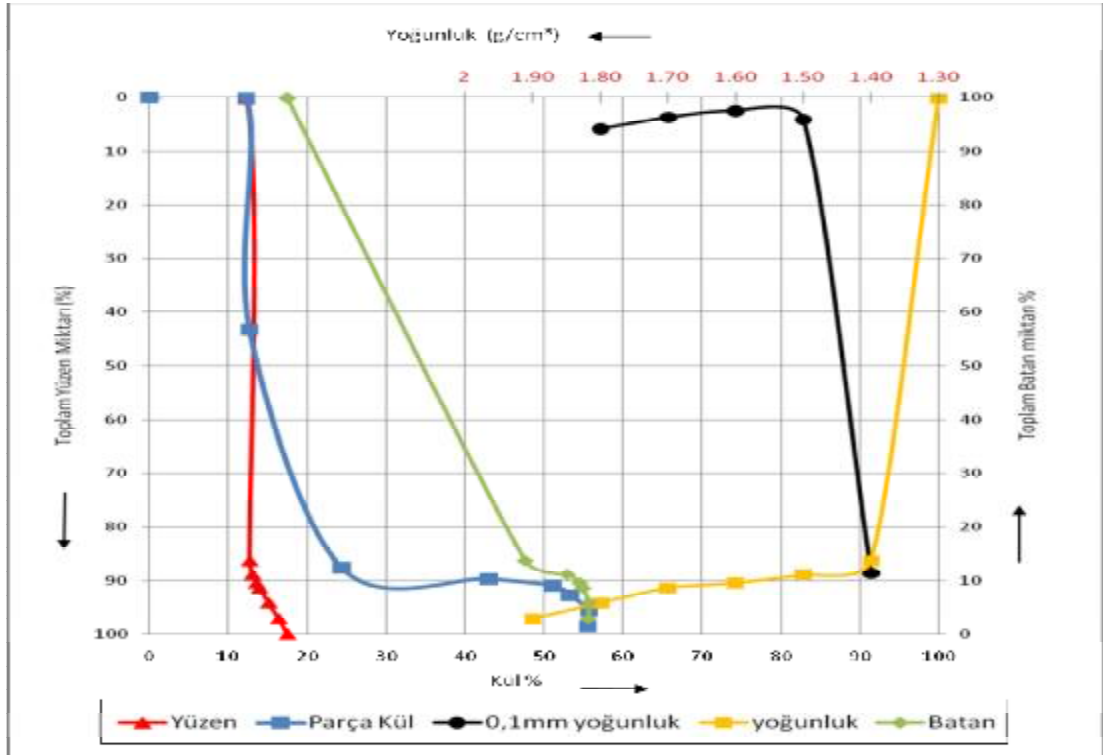
Şekil 4.14. Tüvanan kömürün (orijinal) yüzdürme-batırma eğrileri



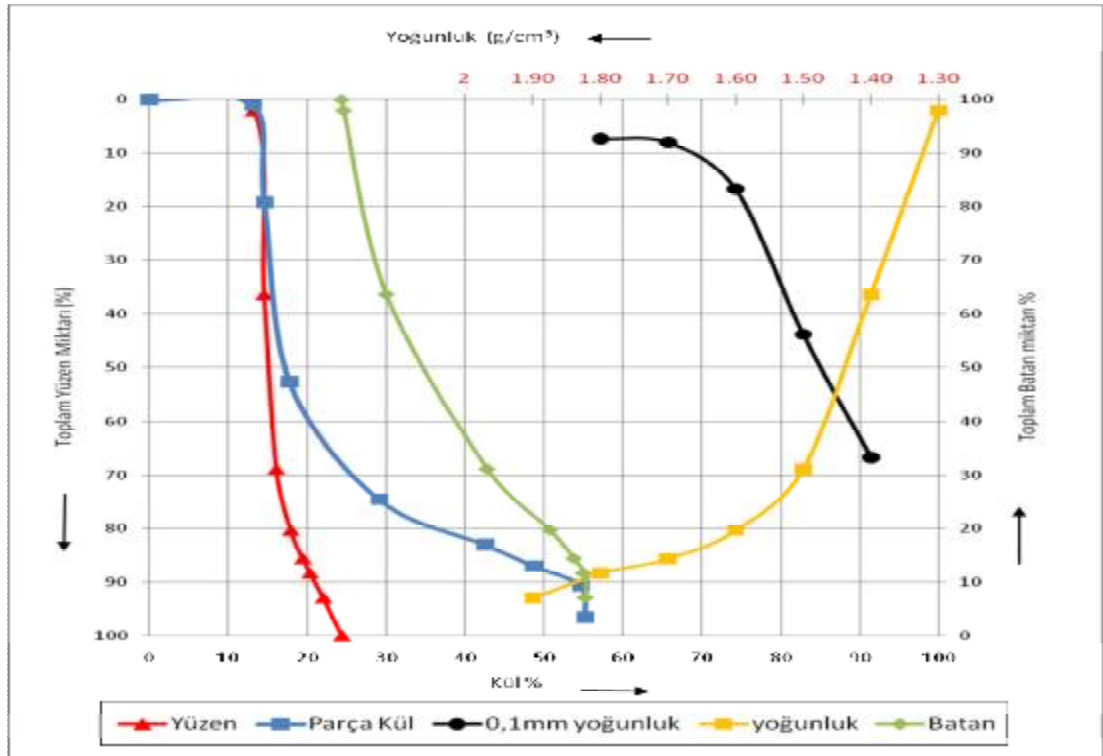
Şekil 4.15. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-200+80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



Şekil 4.16. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-80+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



Şekil 4.17. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-18+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



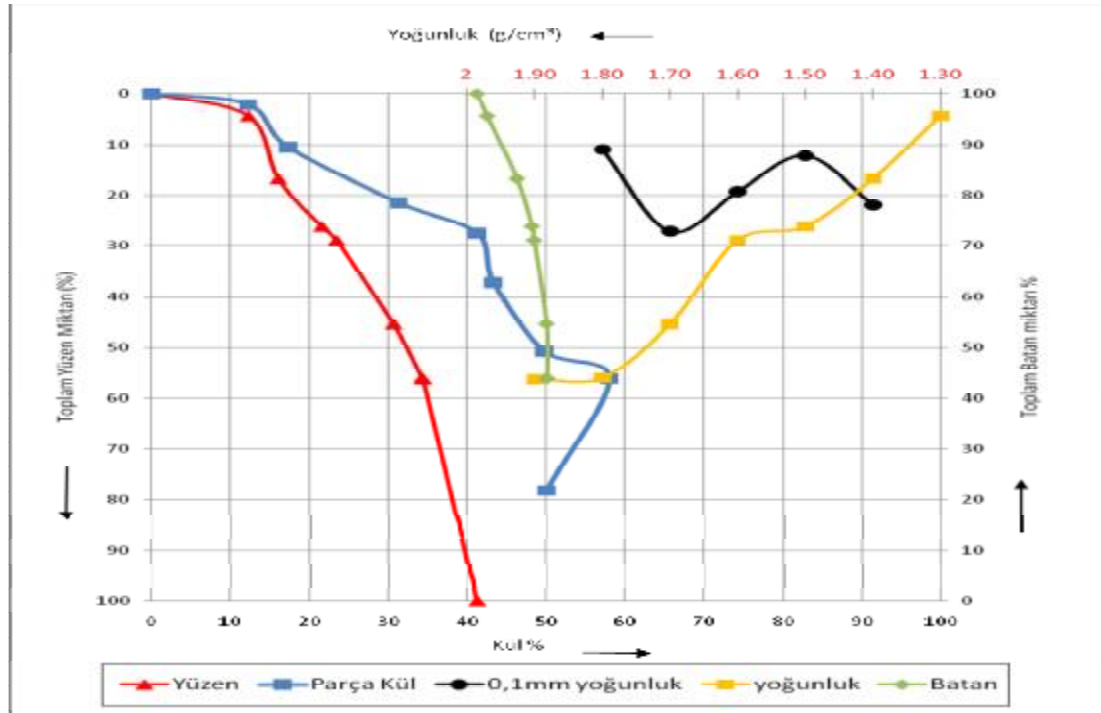
Şekil 4.18. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-10+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri

$\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ yakın yoğunluktaki malzeme değerlerine göre tüvanan kömür yıkanabilirliği yorumlandığında, kömürlerde $1,5-1,7 \text{ g/cm}^3$ arasında herhangi bir yıkama yoğunluğunda seçilebileceği ve bu yoğunlukta kömür yıkama sonuçları açısından bir sıkıntı olmayacağını söylemek mümkündür (Şekil 4.14).

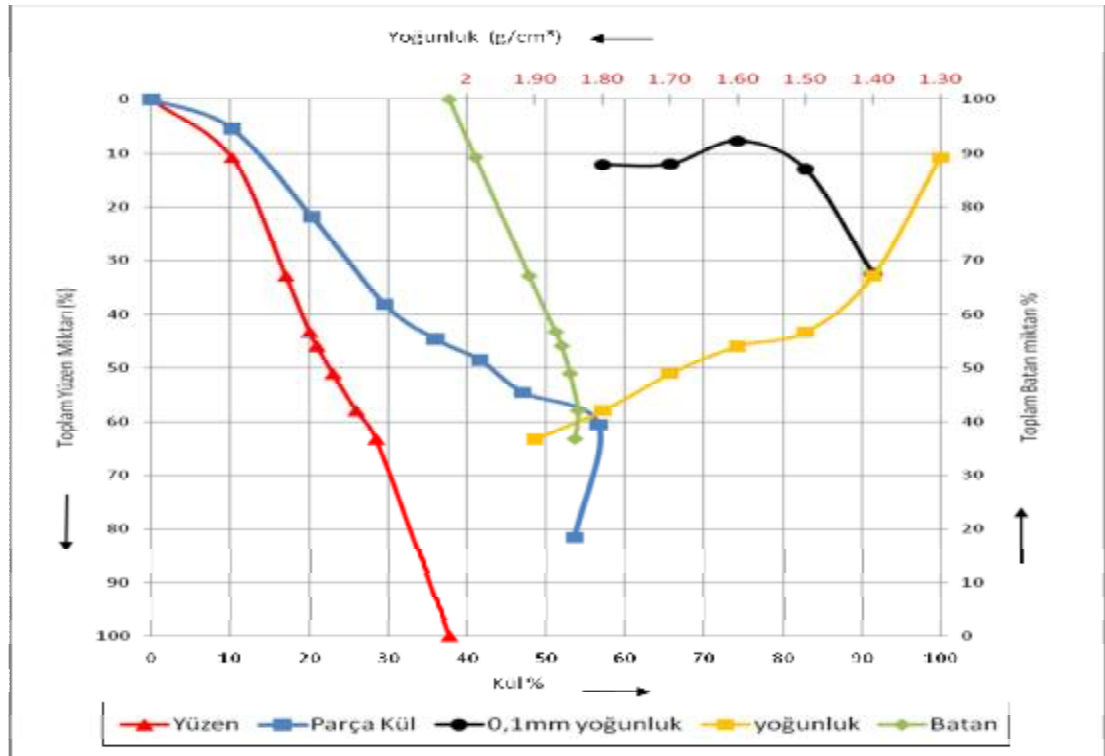
Yapılan yüzdürme-batırma deneyleri sonucunda, tüvanan kömürün kolay yıkanabilme yoğunluğu $1,6 \text{ g/cm}^3$ seçildiği takdirde, %54,37 yıkama verimi ile %22,09 küllü temiz kömür artık (şist) külünün ise %50,88 olacağı görülmektedir.

Birleştirilmiş yıkama eğrileri incelendiğinde ise, -80+18 mm fraksiyonunda $1,5-1,6 \text{ g/cm}^3$ yıkama yoğunluğunun uygun olacağını söylemek mümkündür (Şekil 4.16). -18+10 mm tane fraksiyonunda yıkanabilme özelliğinin ise -80+18mm fraksiyonuna göre daha iyi olduğu görülmektedir (Şekil 4.17). -10+0,5 mm fraksiyonunda ise yıkanabilme özelliğinin $1,6-1,9 \text{ g/cm}^3$ yıkama yoğunluğunda oldukça iyi olduğu görülmektedir (Şekil 4.18).

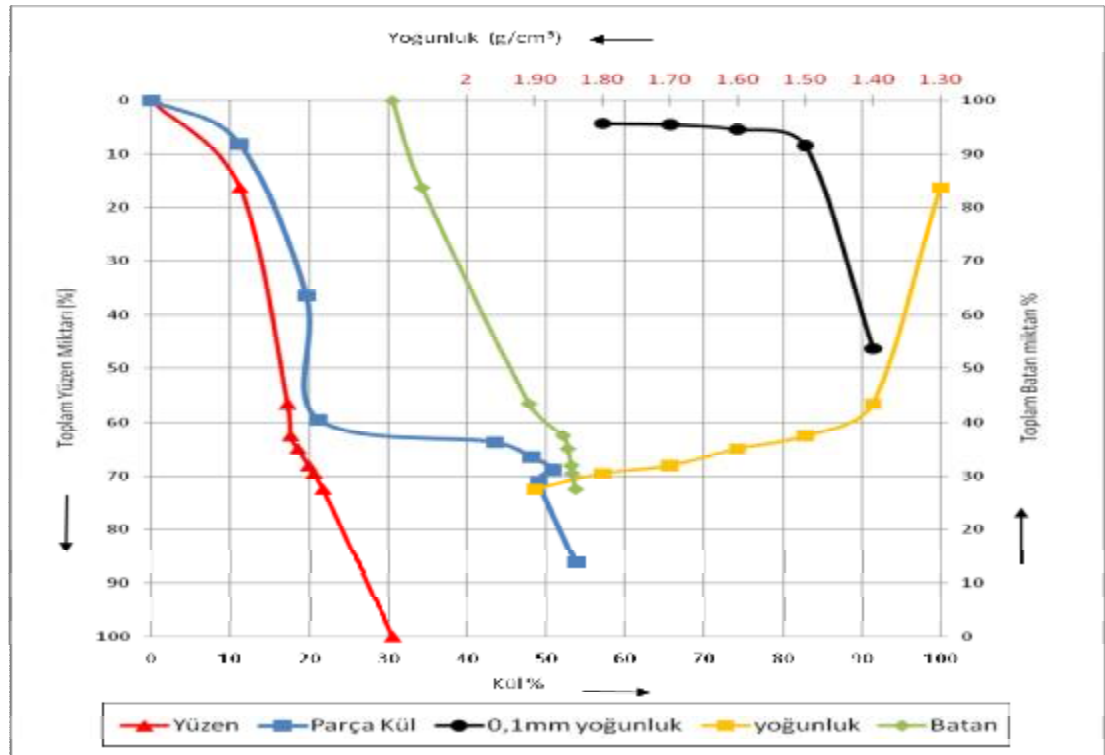
Drewboy cihazına beslenen kömürlerin her tane fraksiyonu için yıkanabilirlik özellikleri de ayrı ayrı incelenmiştir (Şekil 4.19-4.28). Ayrıca birleştirilmiş teorik yıkama eğrileri Şekil 4.29-4.32’ de verilmektedir.



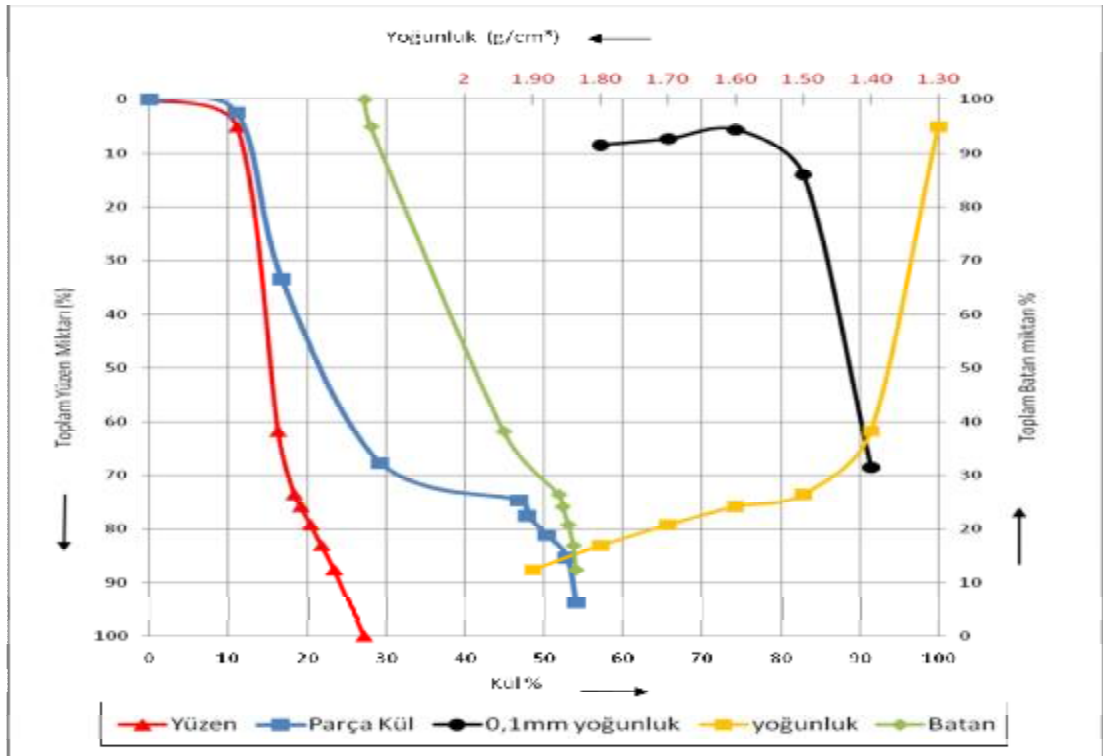
Şekil 4.19. Drewboy girişi (-80+50 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



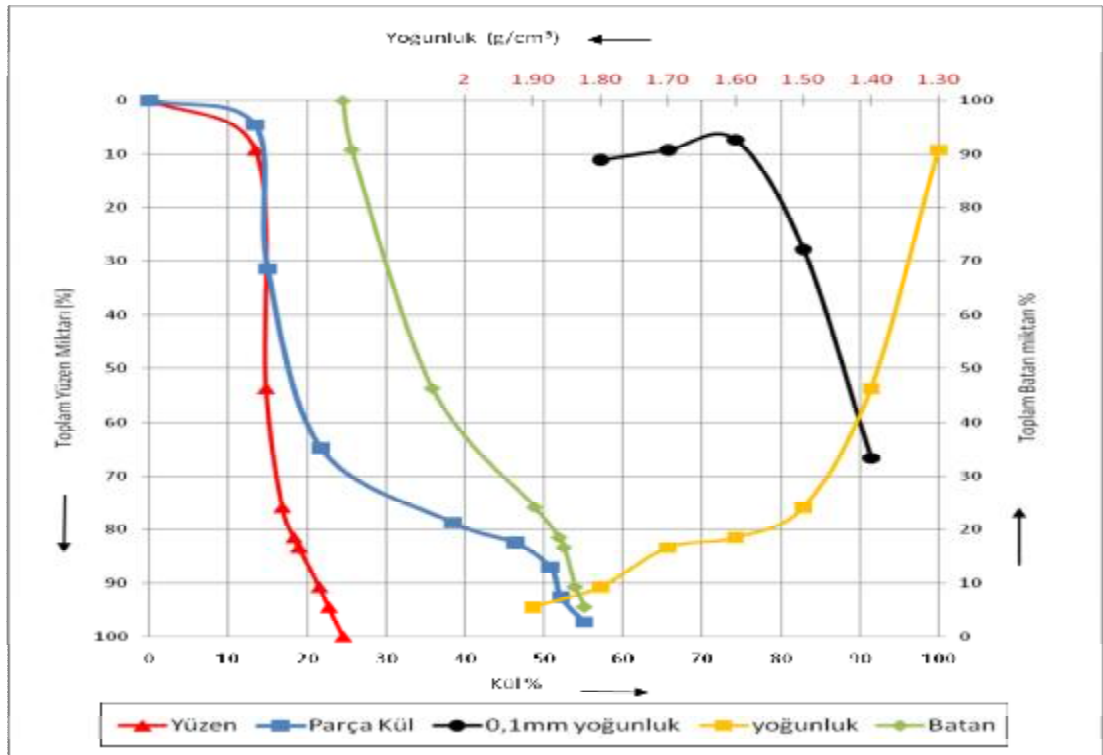
Şekil 4.20. Drewboy girişi (-50+31,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



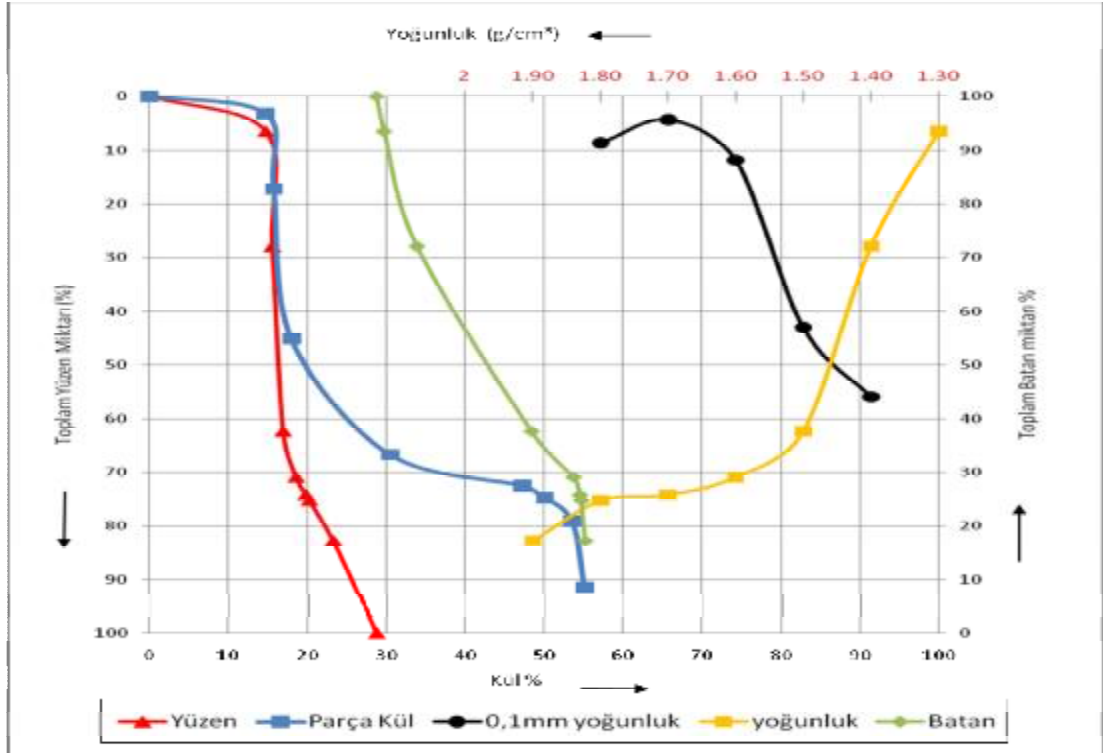
Şekil 4.21. Drewboy girişi (-31,5+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



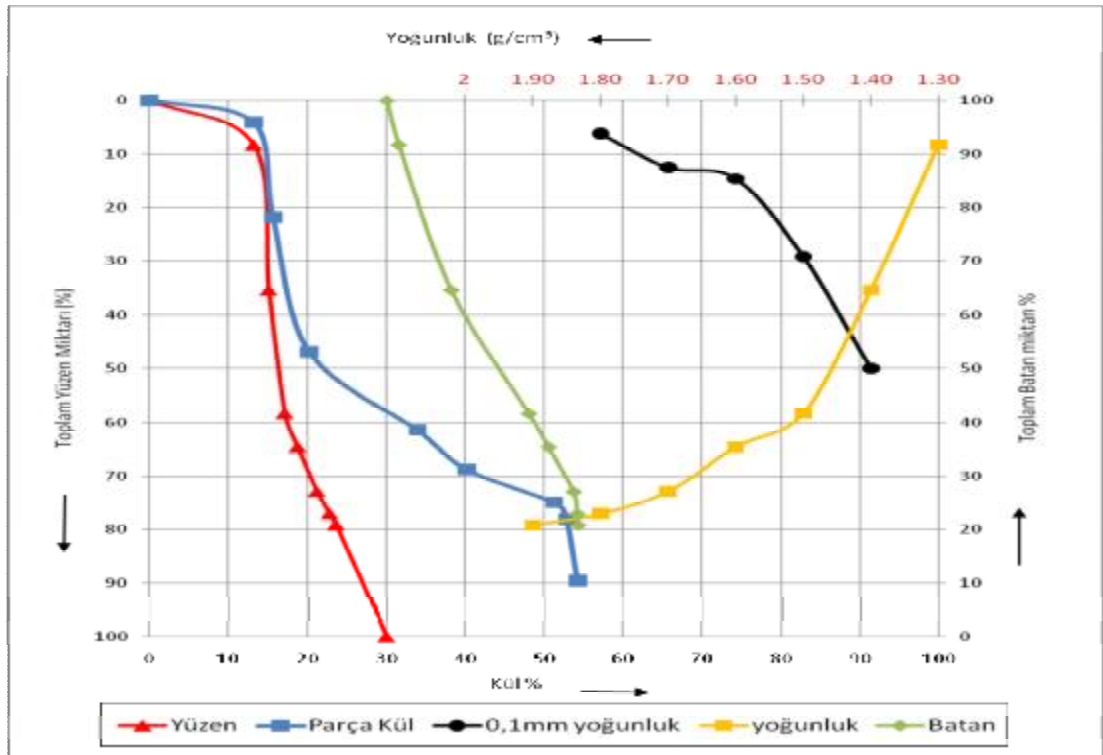
Şekil 4.22. Drewboy girişi (-18+12,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



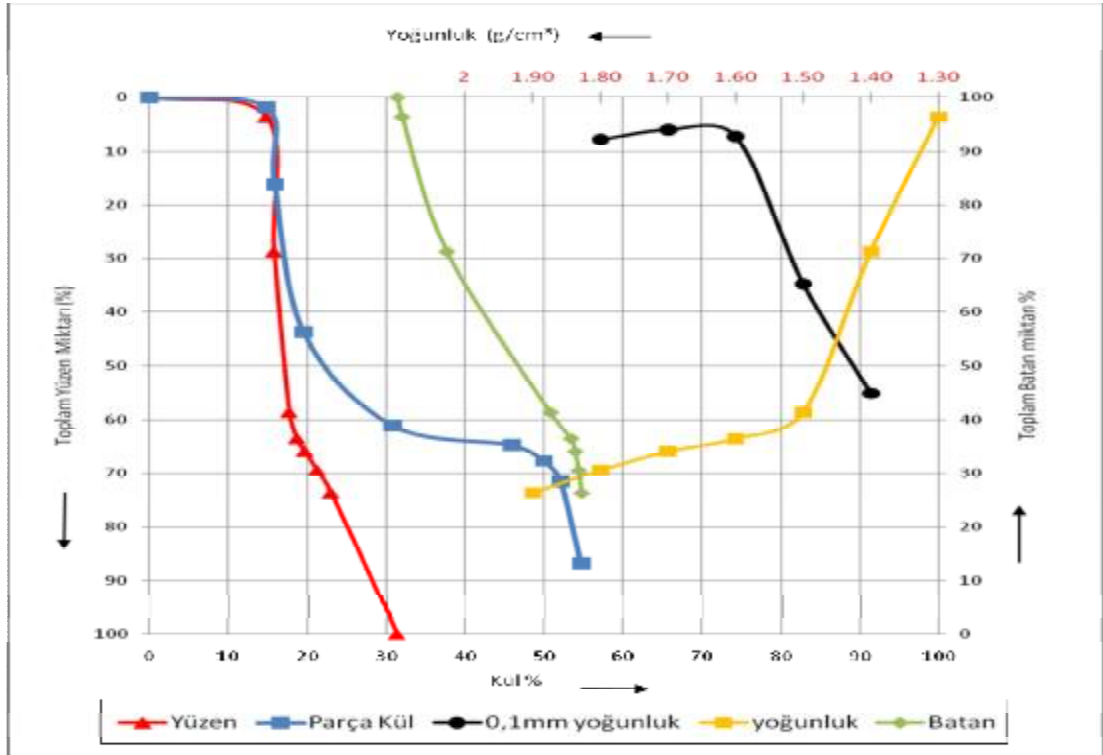
Şekil 4.23. Drewboy girişi (-12,5+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



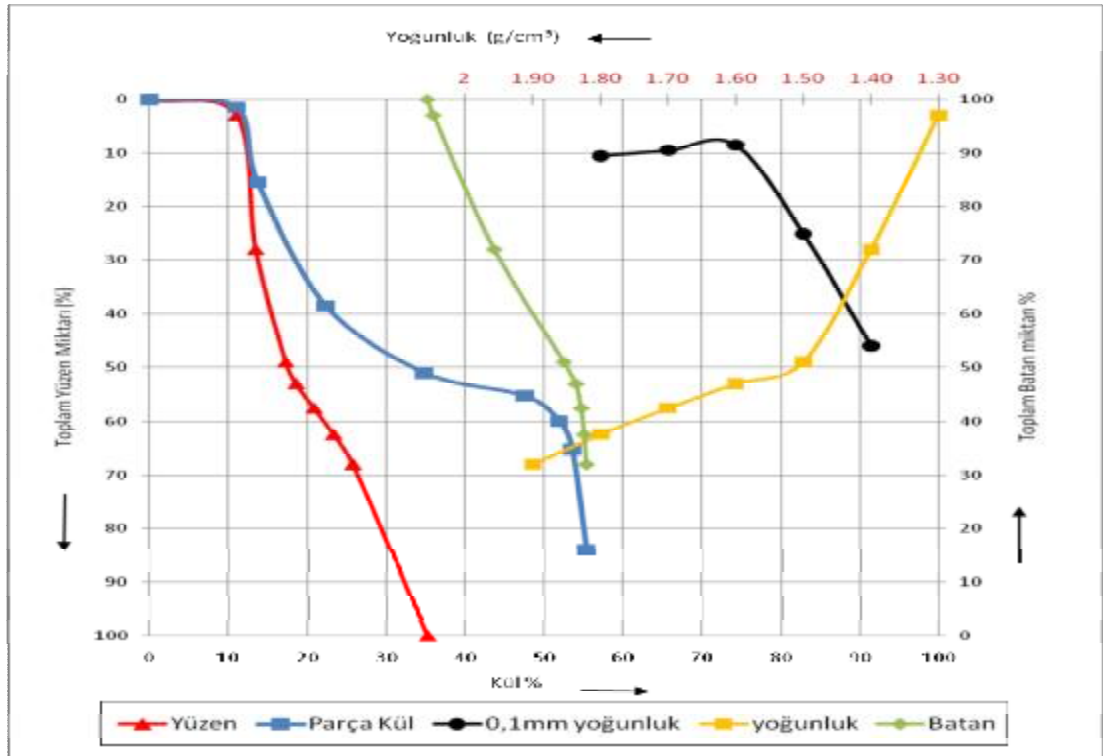
Şekil 4.24. Drewboy girişi (-10+6,3 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



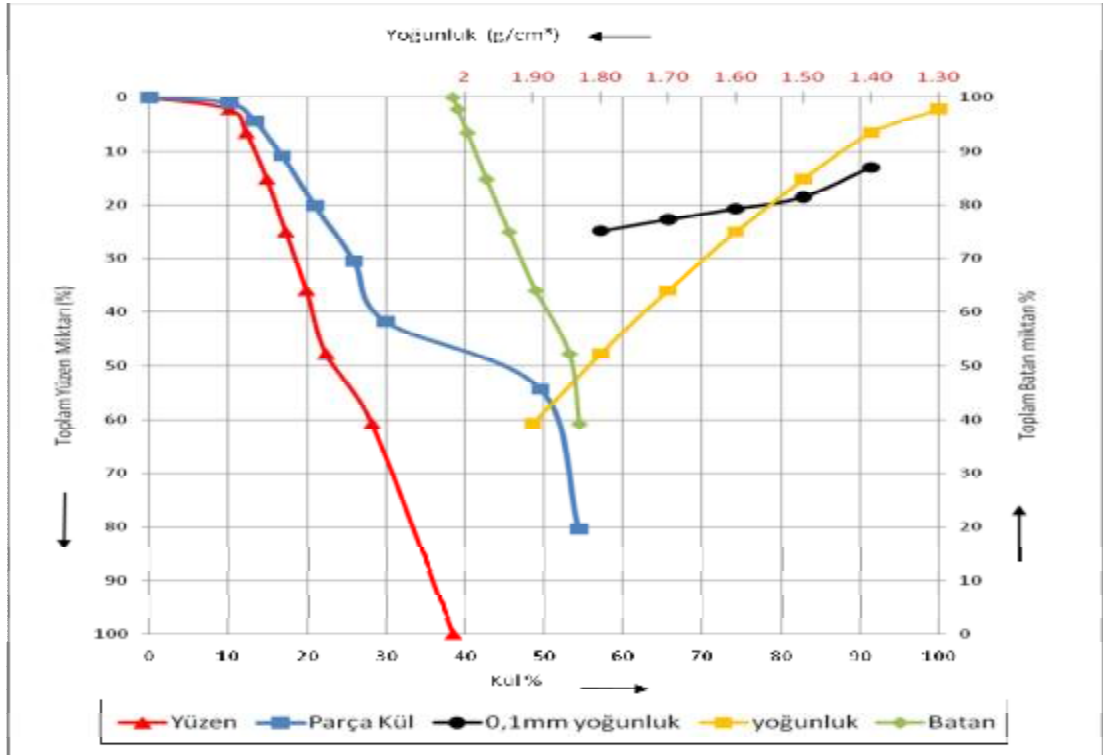
Şekil 4.25. Drewboy girişi (-6,3+4,75 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



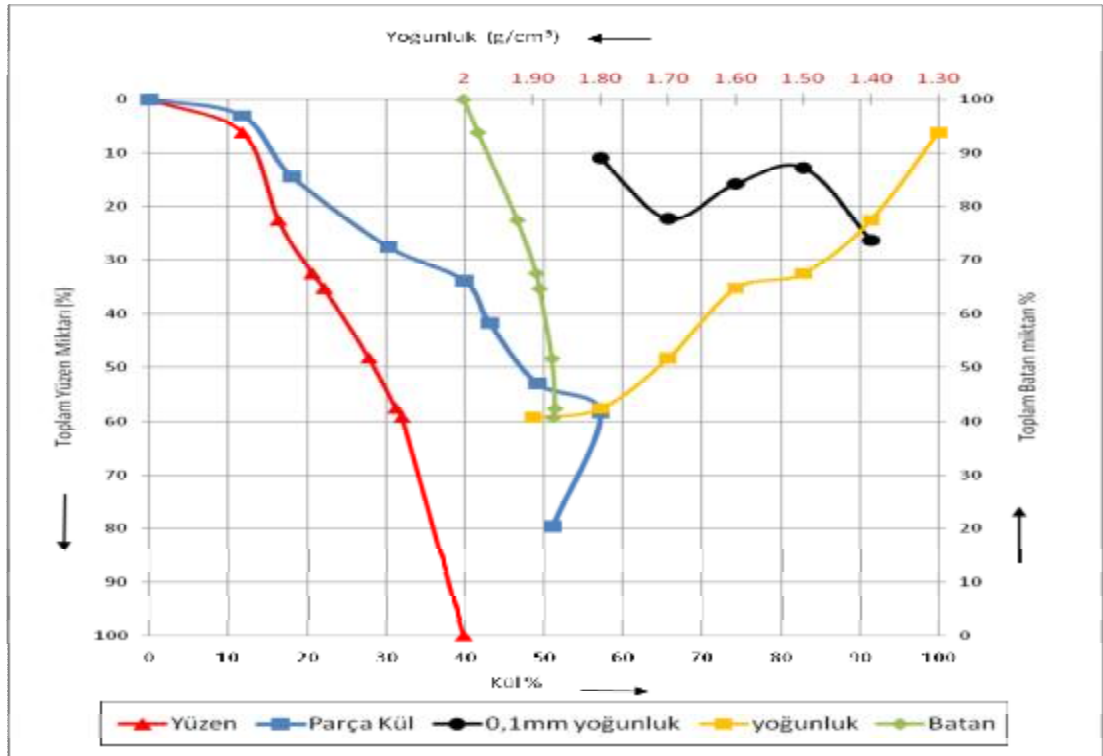
Şekil 4.26. Drewboy girişi (-4,75+2,80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



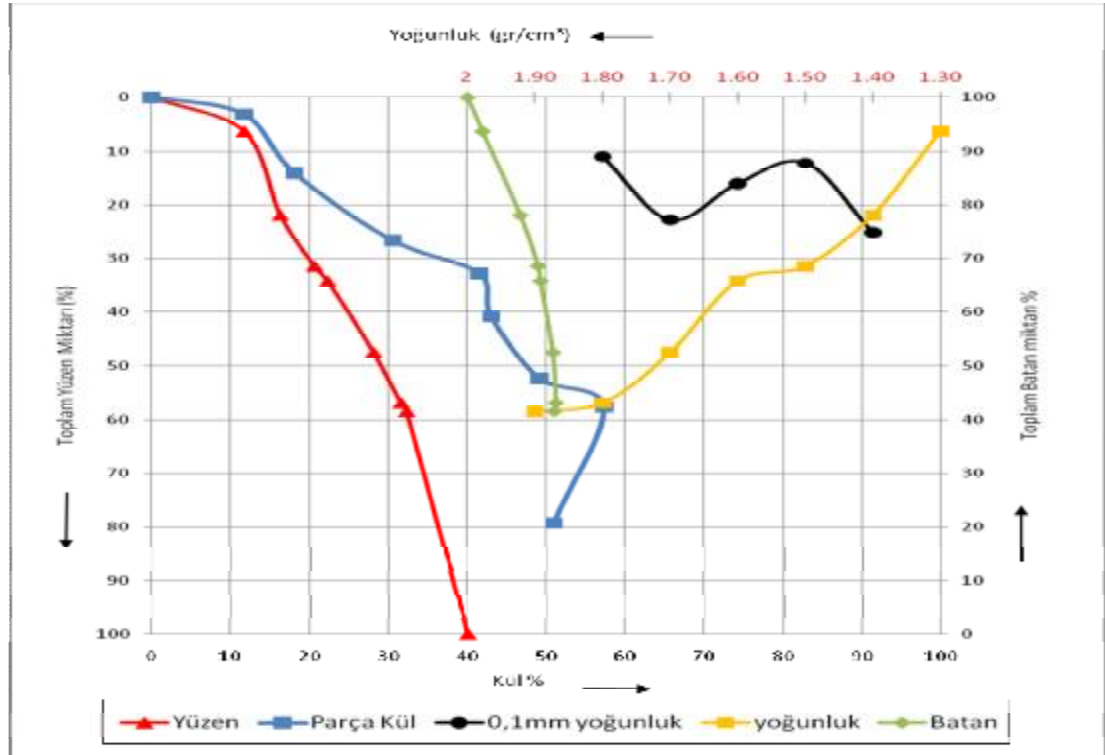
Şekil 4.27. Drewboy girişi (-2,80+1 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



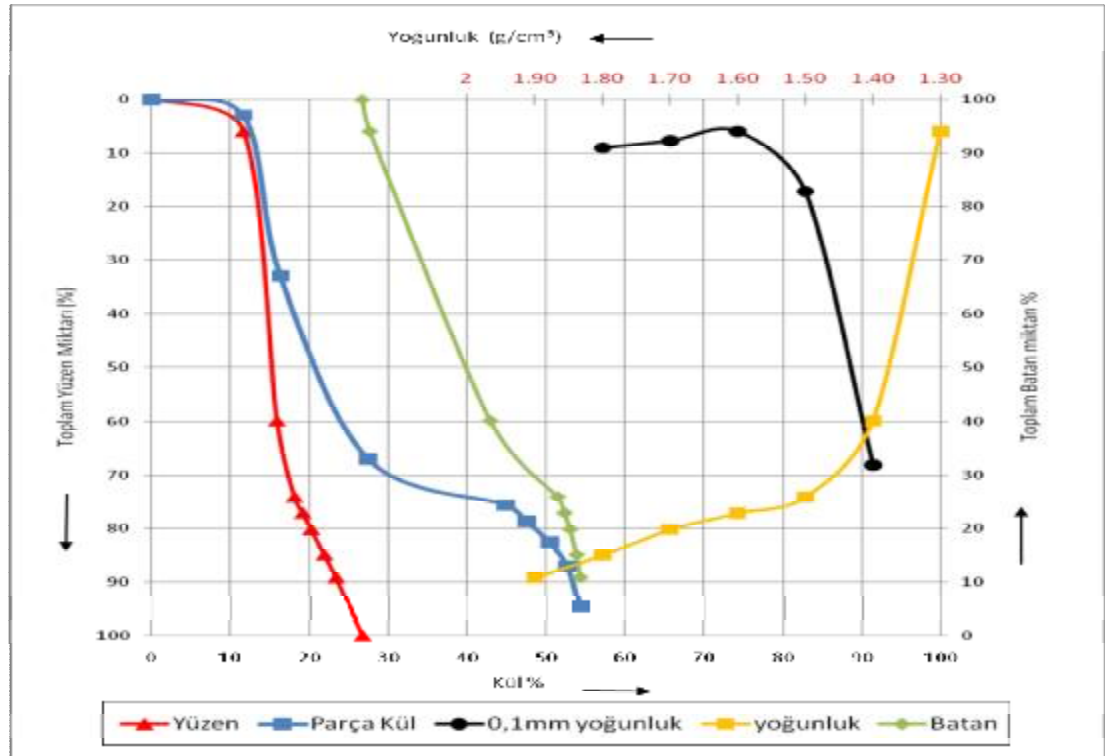
Şekil 4.28. Drewboy girişi (-1+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



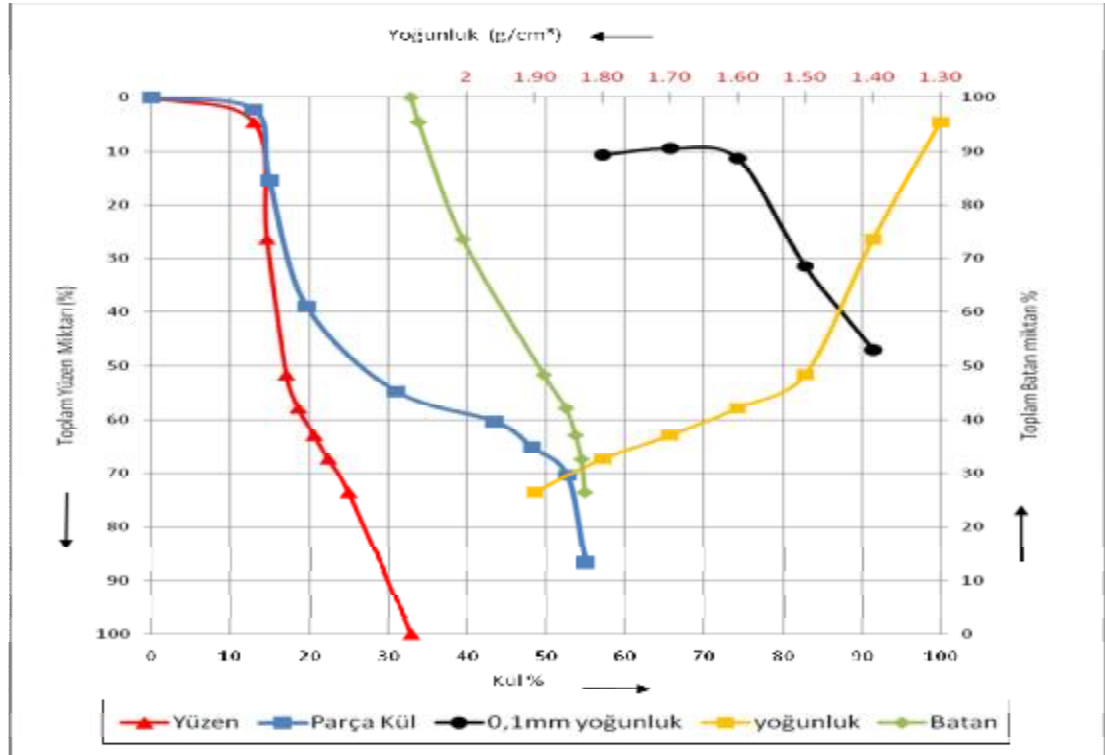
Şekil 4.29. Drewboy birleştirilmiş (-80+0,5) yüzdürme-batırma eğrileri



Şekil 4.30. Drewboy birleştirilmiş (-80+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



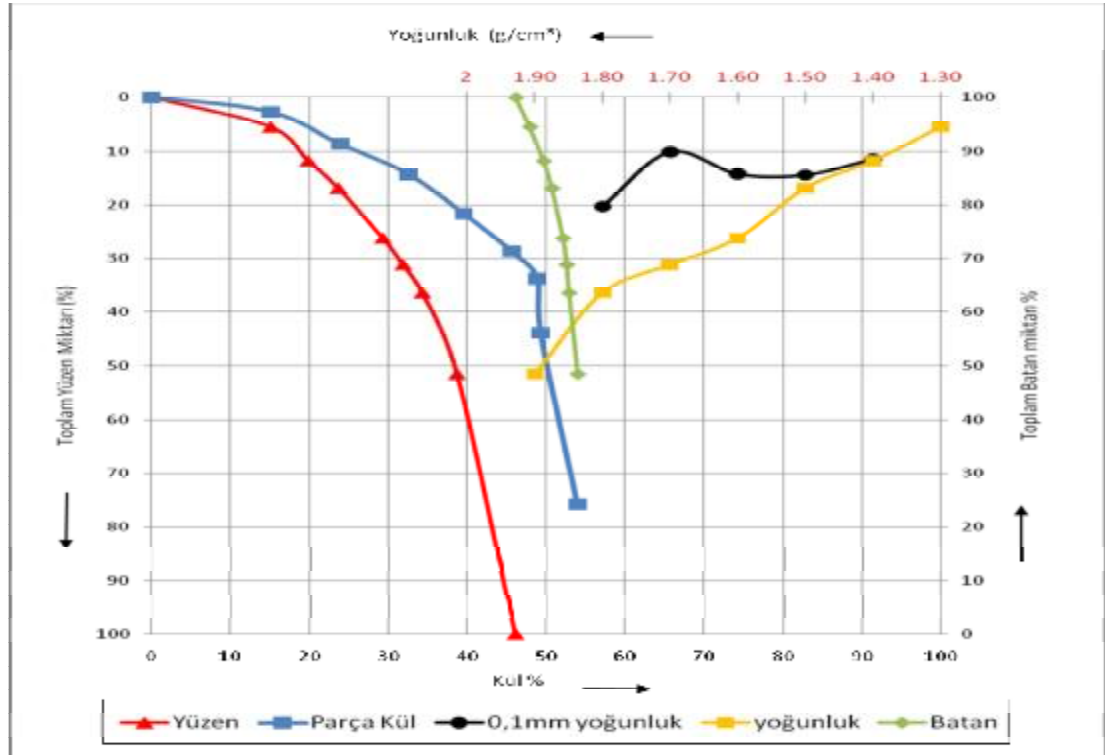
Şekil 4.31. Drewboy birleştirilmiş (-18+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



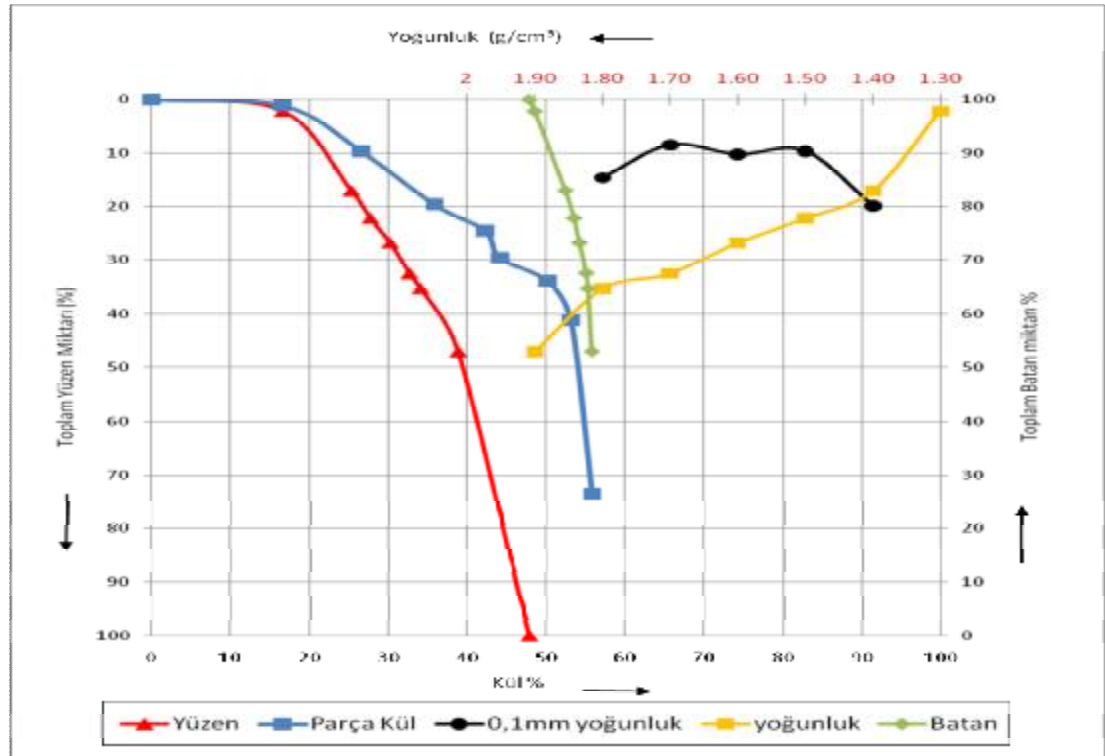
Şekil 4.32. Drewboy birleştirilmiş (-10+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri

$\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ yakın yoğunluktaki malzeme değerlerine göre Drewboy cihazına beslenen orijinal kömürün (-80+0,5) yıkanabilirliği yorumlandığında, $1,5-1,6 \text{ g/cm}^3$ arasında bir yıkama yoğunluğunda seçilebileceği ve bu yoğunlukta kömür yıkama sonuçları açısından bir sıkıntı olmayacağını söylemek mümkündür (Şekil 4.29).

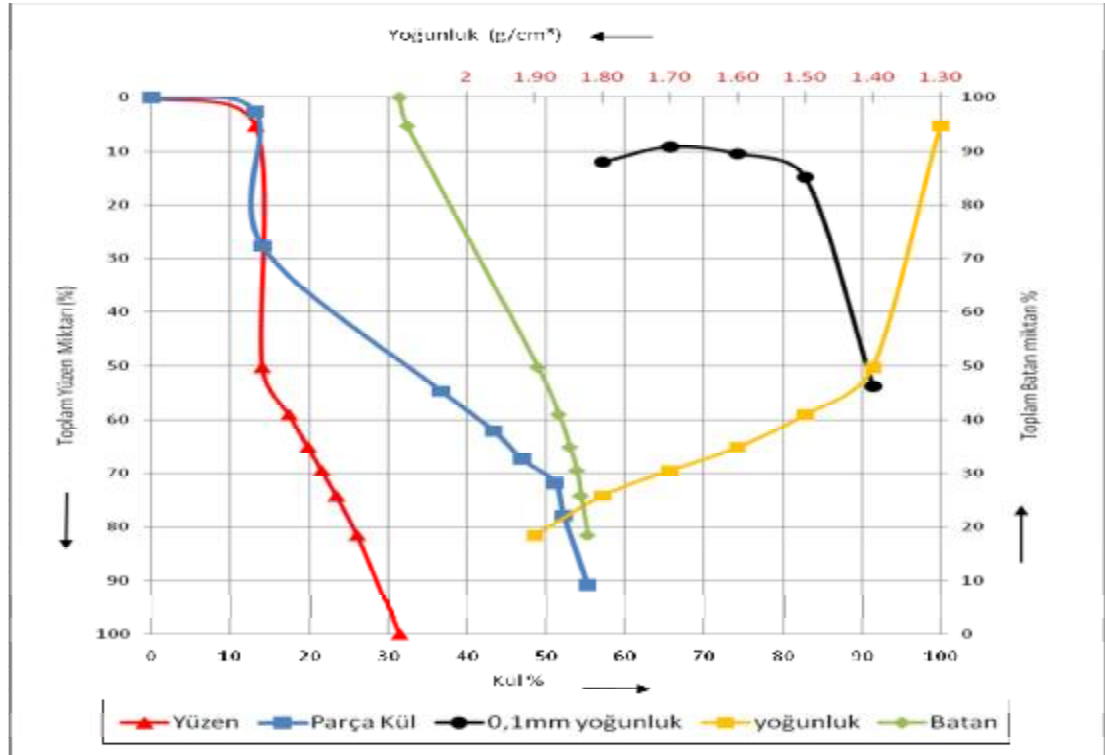
Larcodem cihazına beslenen kömürlerin her tane fraksiyonu için yıkanabilirlik özellikleri de ayrı ayrı incelenmiştir (Şekil 4.33-4.42). Ayrıca birleştirilmiş teorik yıkama eğrileri Şekil 4.43-4.46' da verilmektedir.



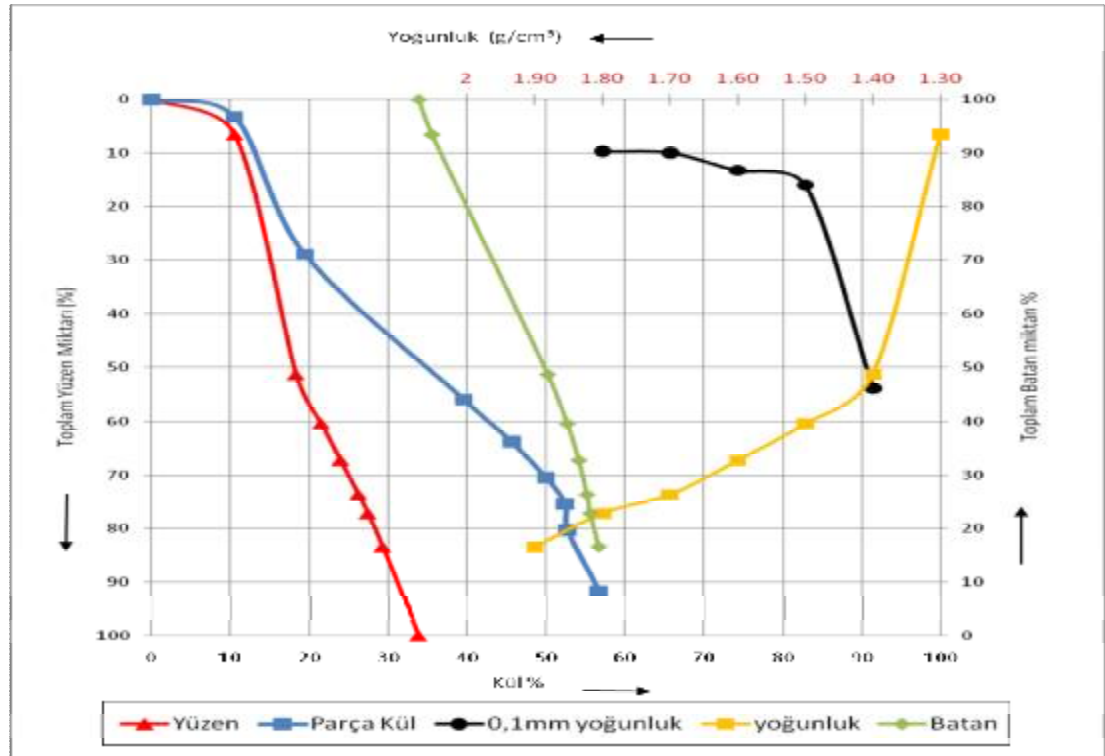
Şekil 4.33. Iarcodem girişi (-80+50 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



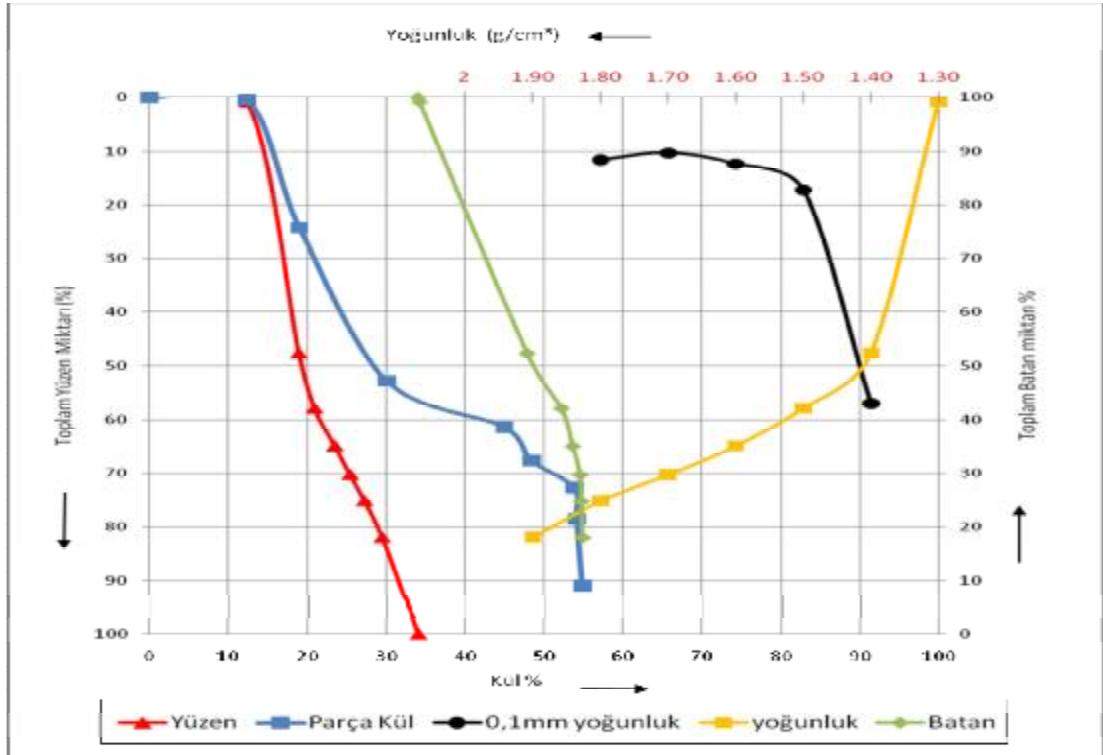
Şekil 4.34. Iarcodem girişi (-50+31,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



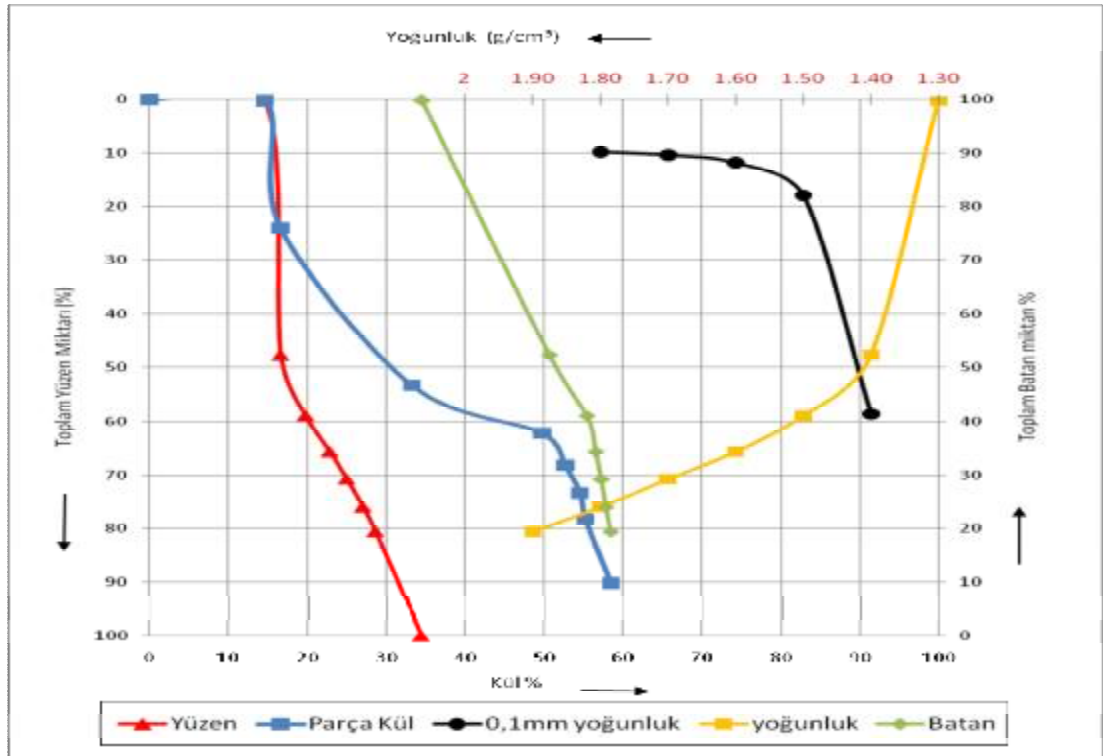
Şekil 4.35. Larcodem girişi (-31,5+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



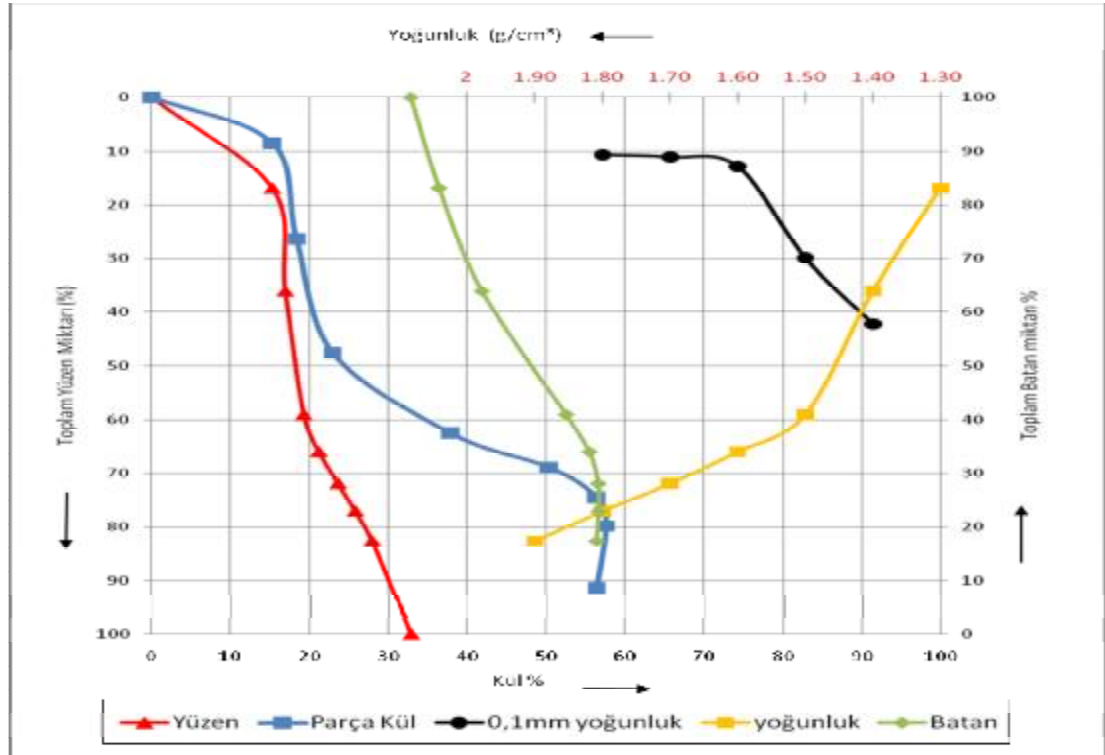
Şekil 4.36. Larcodem girişi (-18+12,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



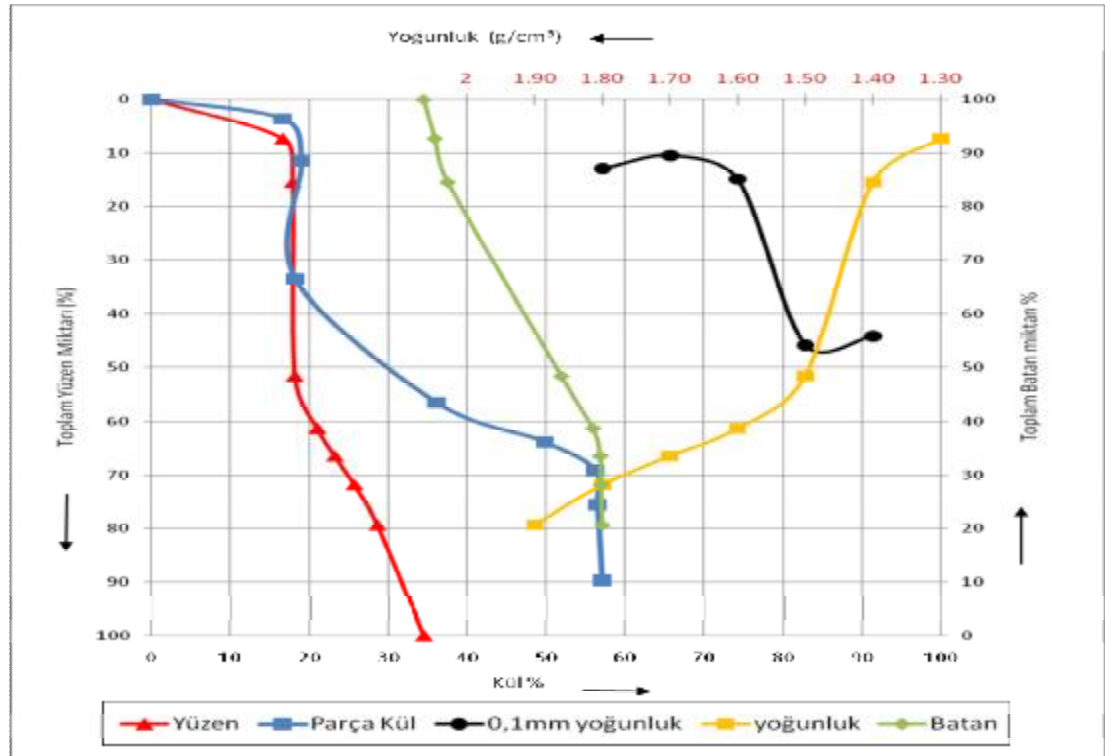
Şekil 4.37. Larcodem girişi (-12,5+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



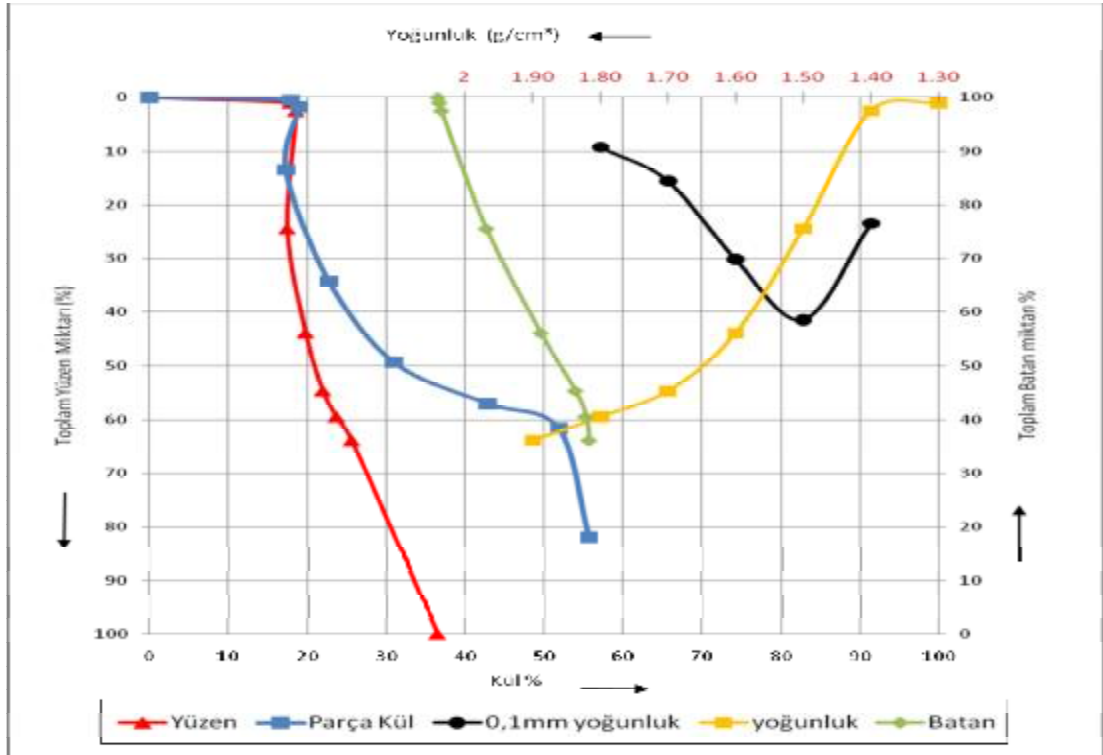
Şekil 4.38. Larcodem girişi (-10+6,3 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



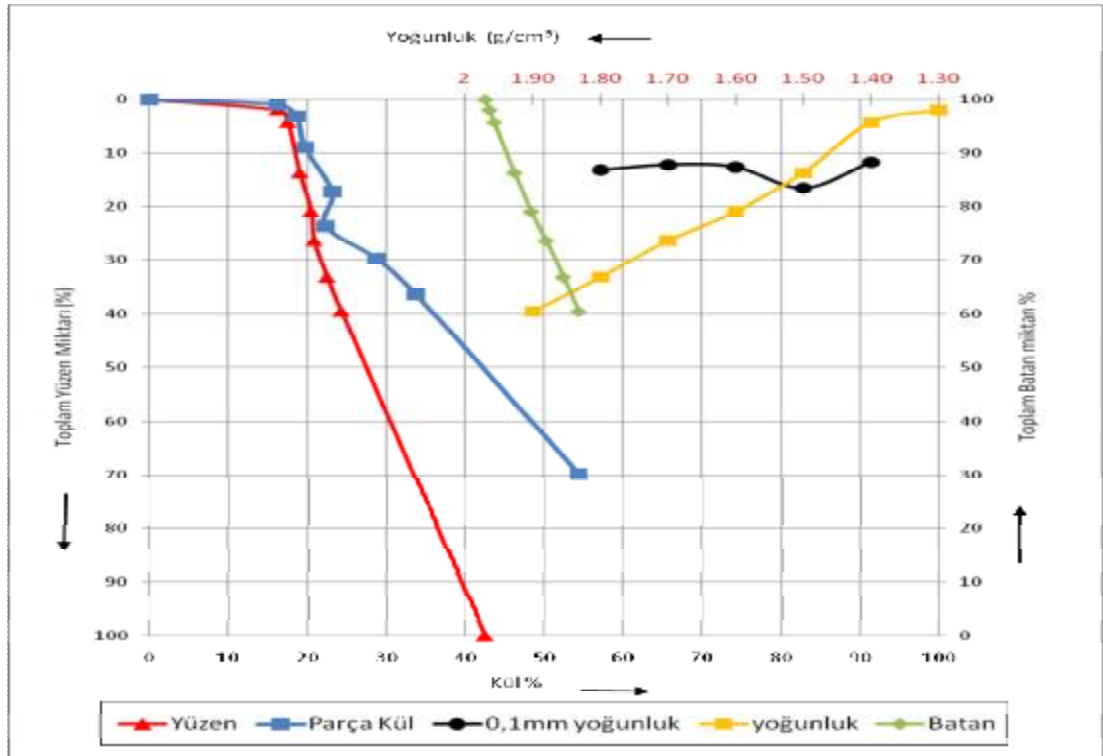
Şekil 4.39. Larcodem girişi (-6,3+4,75 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



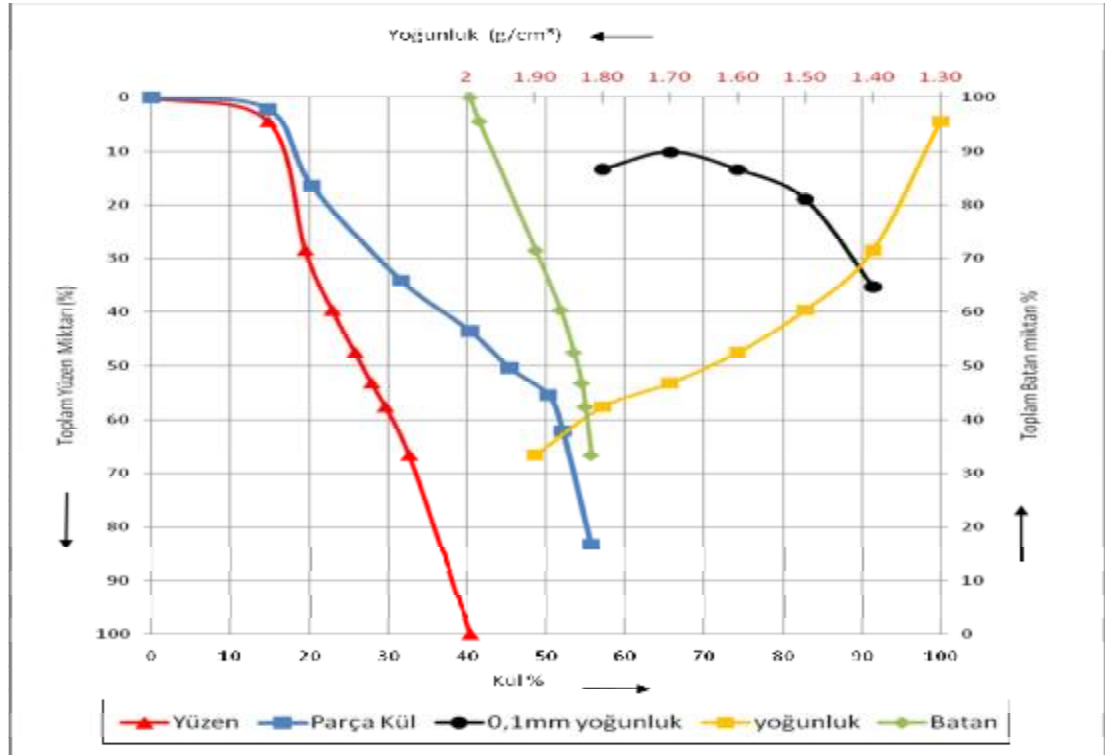
Şekil 4.40. Larcodem girişi (-4,75+2,80 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



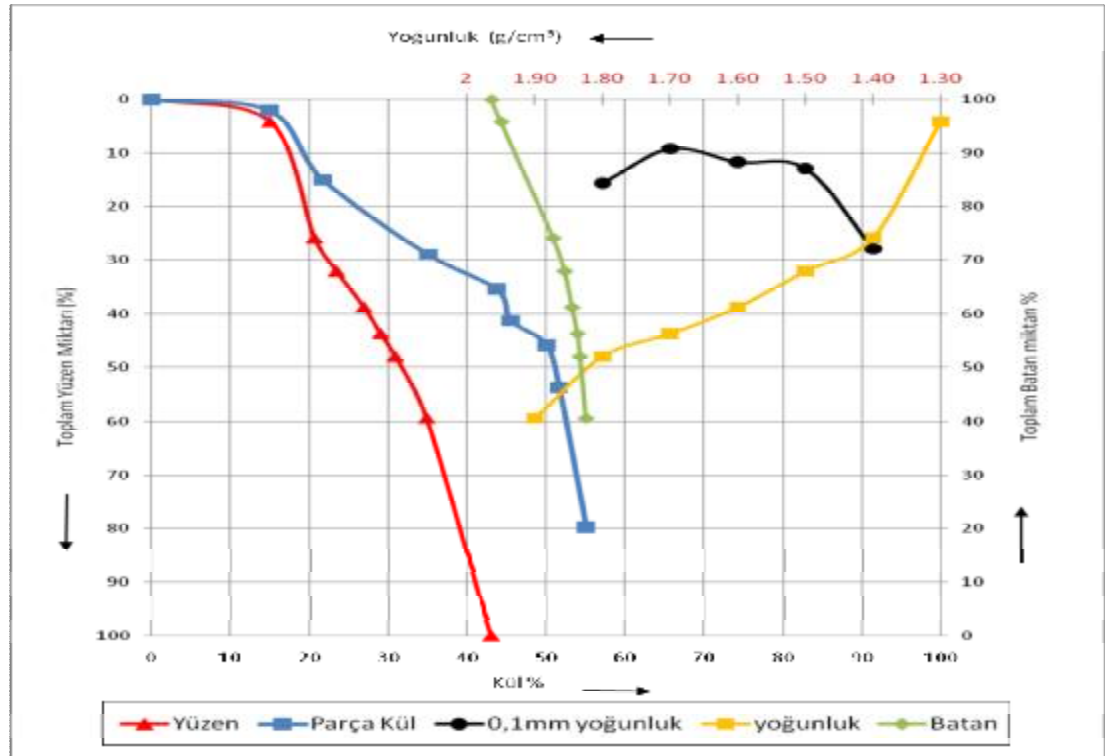
Şekil 4.41. Larco-dem girişi (-2,80+1 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



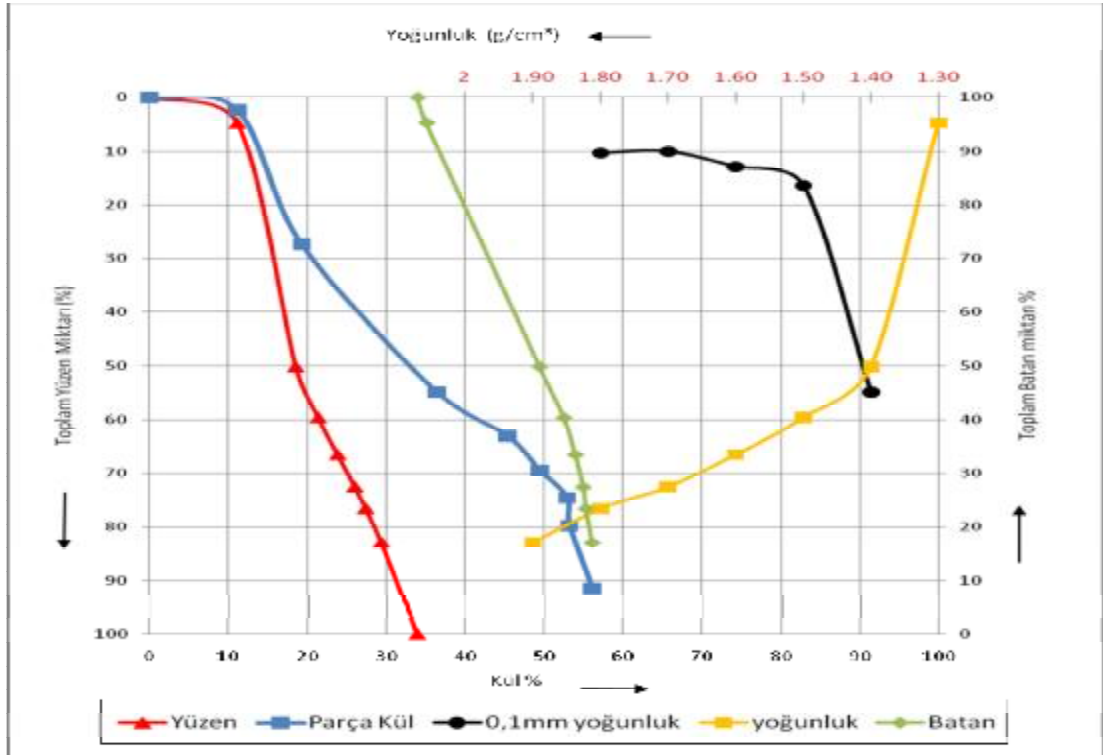
Şekil 4.42. Larco-dem girişi (-1+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



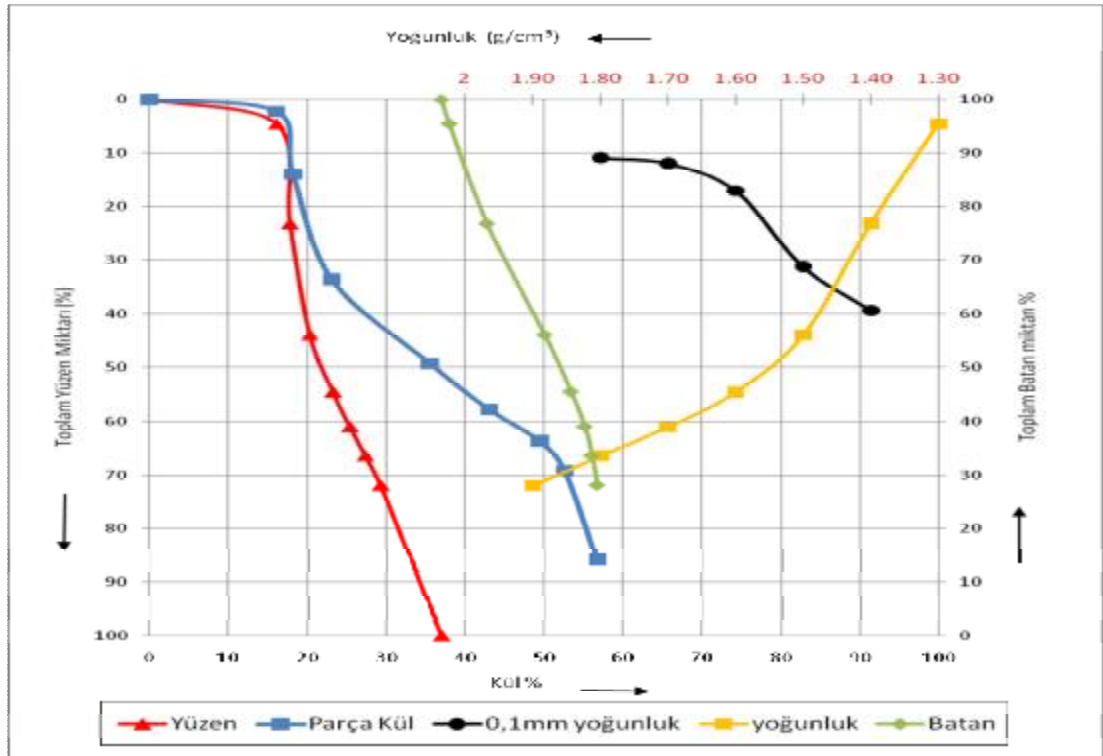
Şekil 4.43. Larcodem birleştirilmiş (-80+0,5) yüzdürme-batırma eğrileri



Şekil 4.44. Larcodem birleştirilmiş (-80+18 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



Şekil 4.45. Larcodem birleştirilmiş (-18+10 mm) yüzdürme-batırma eğrileri



Şekil 4.46. Larcodem birleştirilmiş (-10+0,5 mm) yüzdürme-batırma eğrileri

$\pm 0,1 \text{ g/cm}^3$ yakın yoğunluktaki malzeme değerlerine göre Larcodem cihazına beslenen orjinal kömürün (-80+0,5) yıkanabilirliği yorumlandığında, $1,6-1,7 \text{ g/cm}^3$ arasında herhangi bir yıkama yoğunluğunda seçilebileceğini söylemek mümkündür (Şekil 4.43). Yüzdürme-batırma testleri yıkanabilirlik çizelgeleri Ek 2-47' de verilmektedir.

4.2. Yıkama Ekipmanlarının Performans Ölçümleri

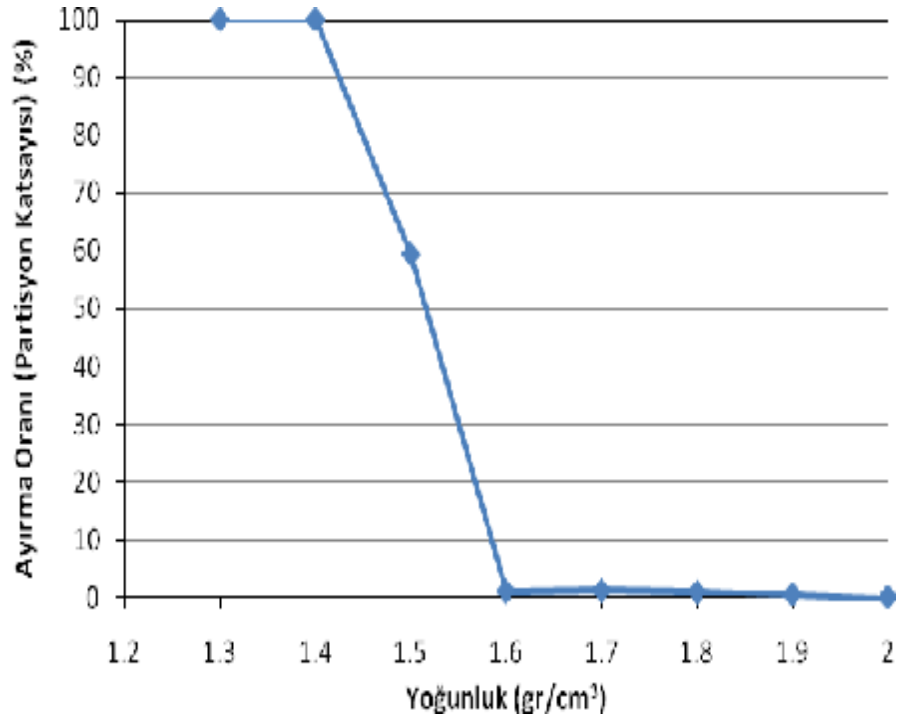
Lavvarda kömür yıkama cihazı olarak kullanılan Drewboy ve Larcodem ekipmanlarının her bir tane fraksiyonu için performans eğrileri çizilmiştir.

4.2.1. Drewboy Cihazı Performansı

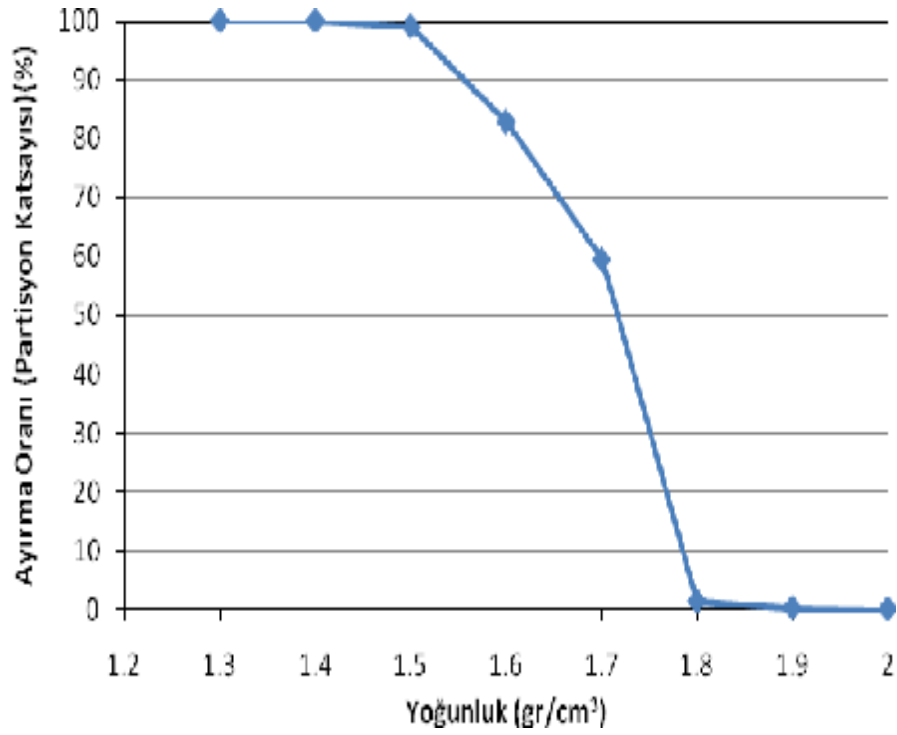
Drewboy cihazı fraksiyonel performans eğrileri Şekil 4.47-4.56' da verilmektedir ve tane fraksiyonları için hesaplanan ρ_{50} ve E_p değerleri Çizelge 4.1' de verilmektedir.

Çizelge 4.1. Drewboy cihazı için hesaplanan ρ_{50} ve E_p değerleri

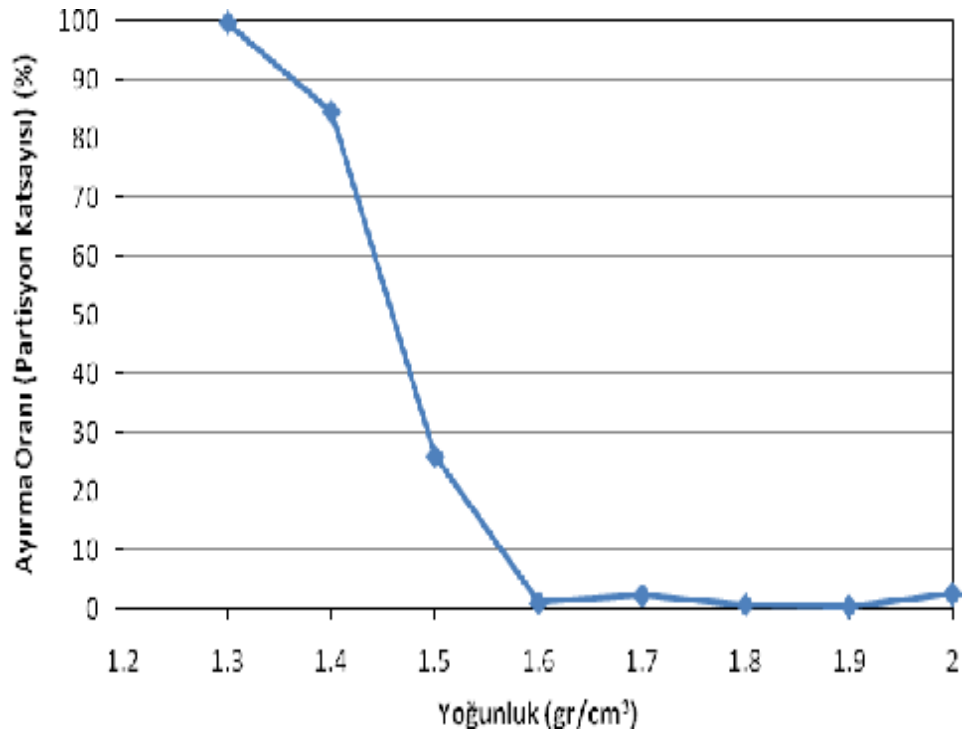
Ortalama Tane Boyutu (mm)	65,00	40,75	24,75	15,25	11,25	8,15	5,52	3,77	1,9	0,75
$\rho_{50} (\text{cm}^3)$	1,520	1,721	1,448	1,610	1,451	1,813	1,721	1,623	1,741	1,922
E_p	0,070	0,071	0,043	0,040	0,028	0,146	0,053	0,040	0,030	0,150



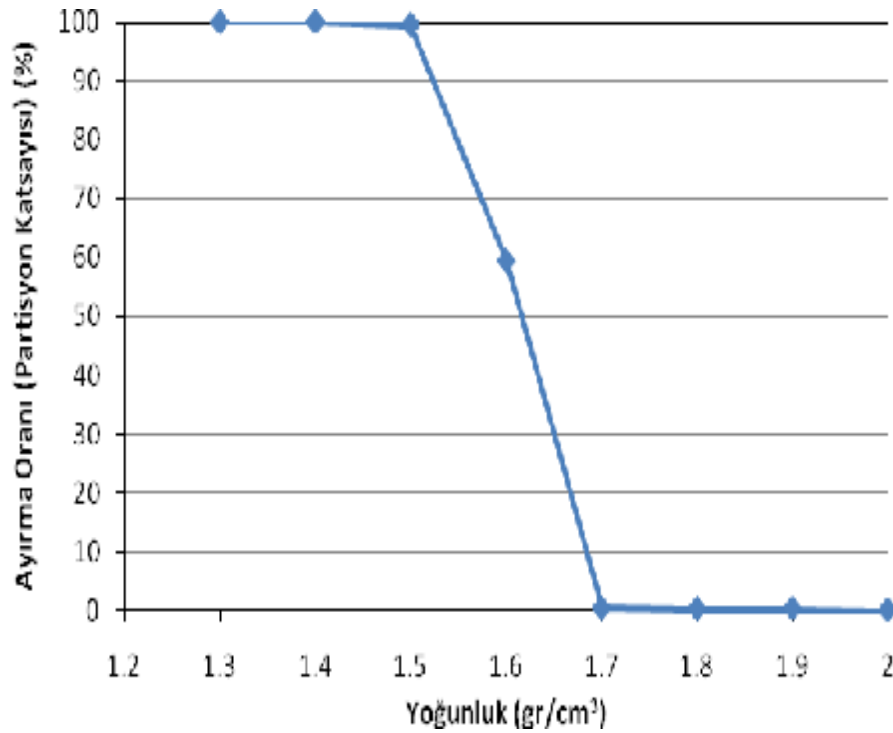
Şekil 4.47. Drewboy performans eğrisi (-80+50 mm)



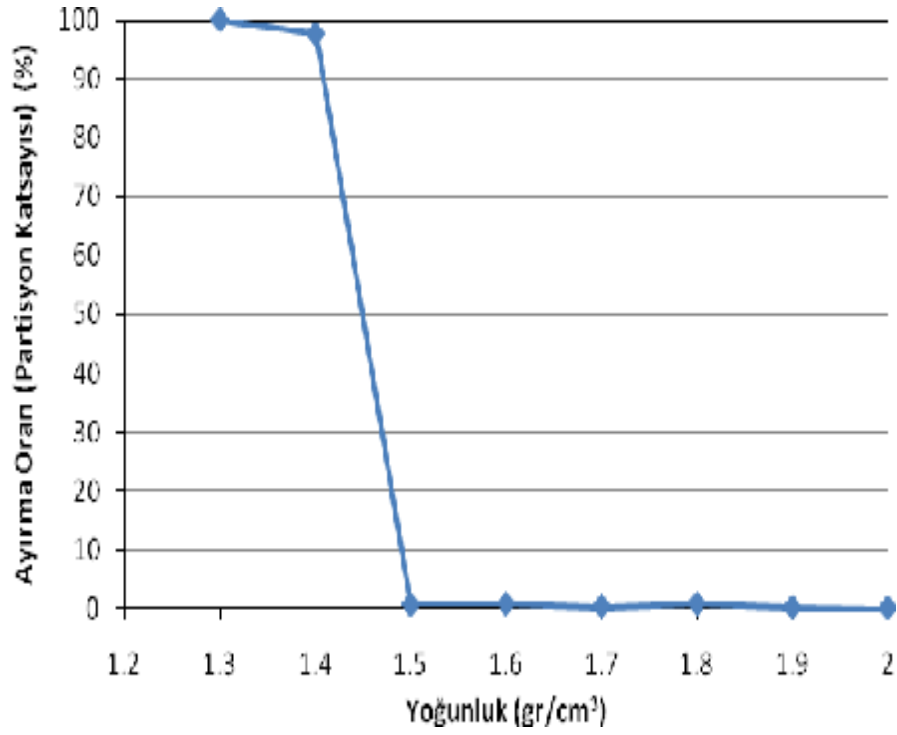
Şekil 4.48. Drewboy performans eğrisi (-50+31,5 mm)



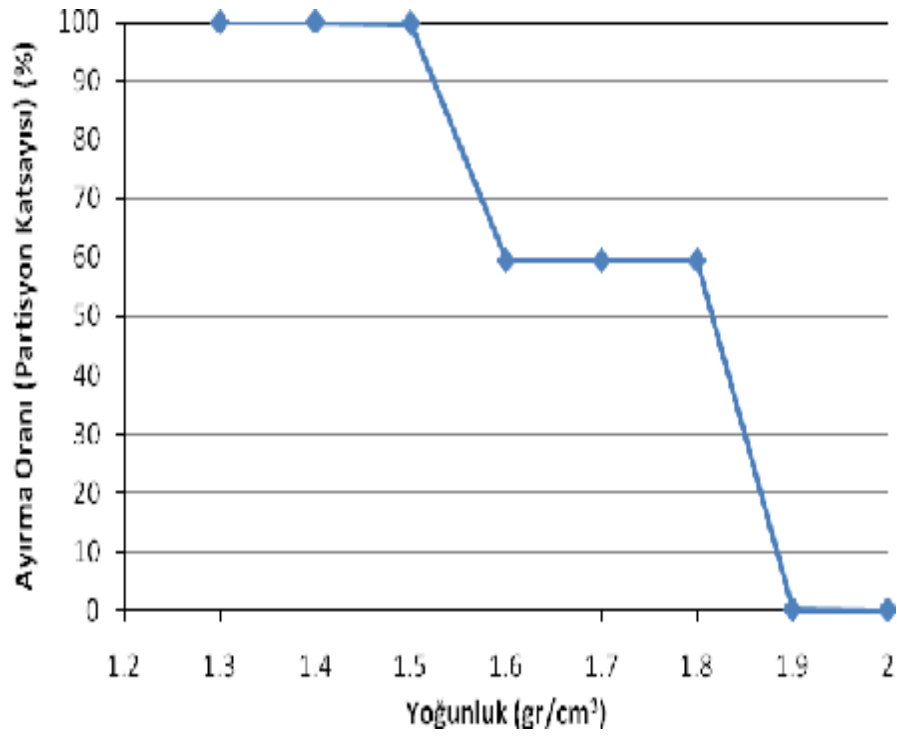
Şekil 4.49. Drewboy performans eğrisi (-31,5+18 mm)



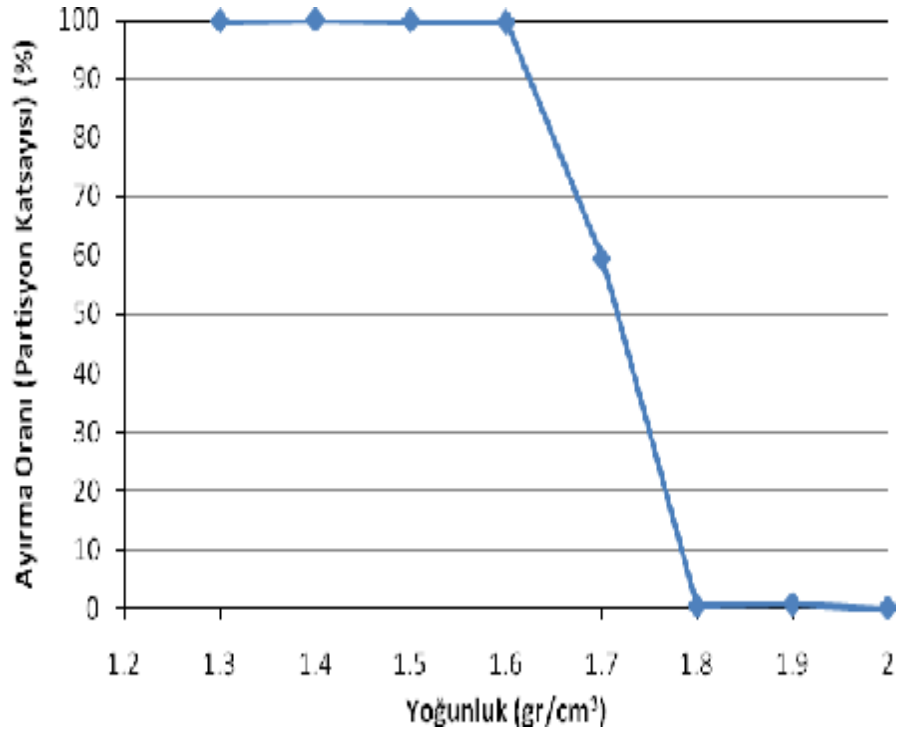
Şekil 4.50. Drewboy performans eğrisi (-18+12,5 mm)



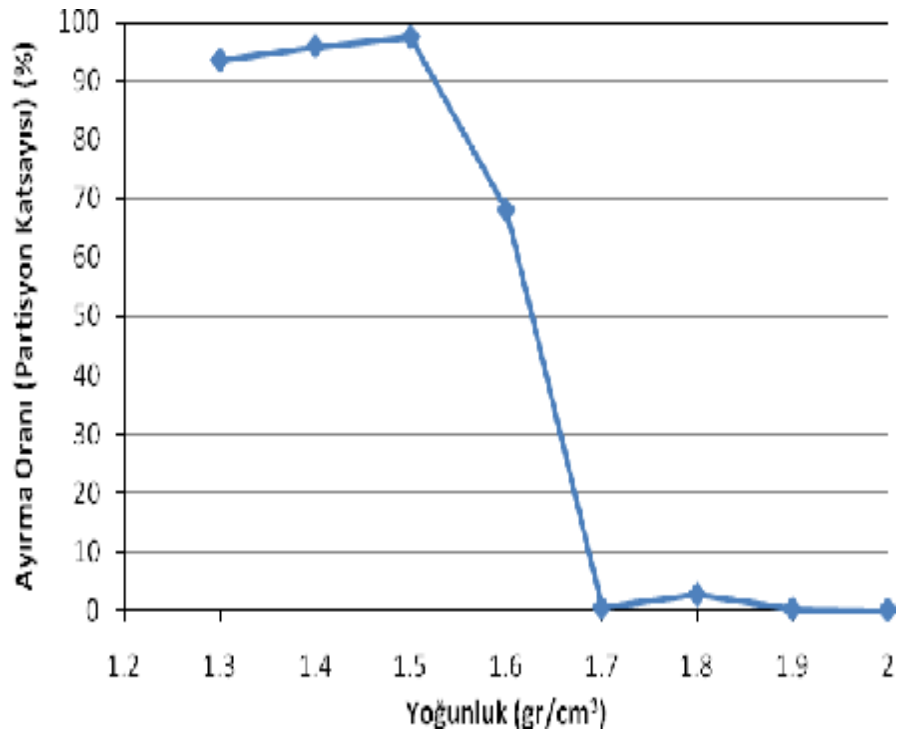
Şekil 4.51. Drewboy performans eğrisi (-12,5+10 mm)



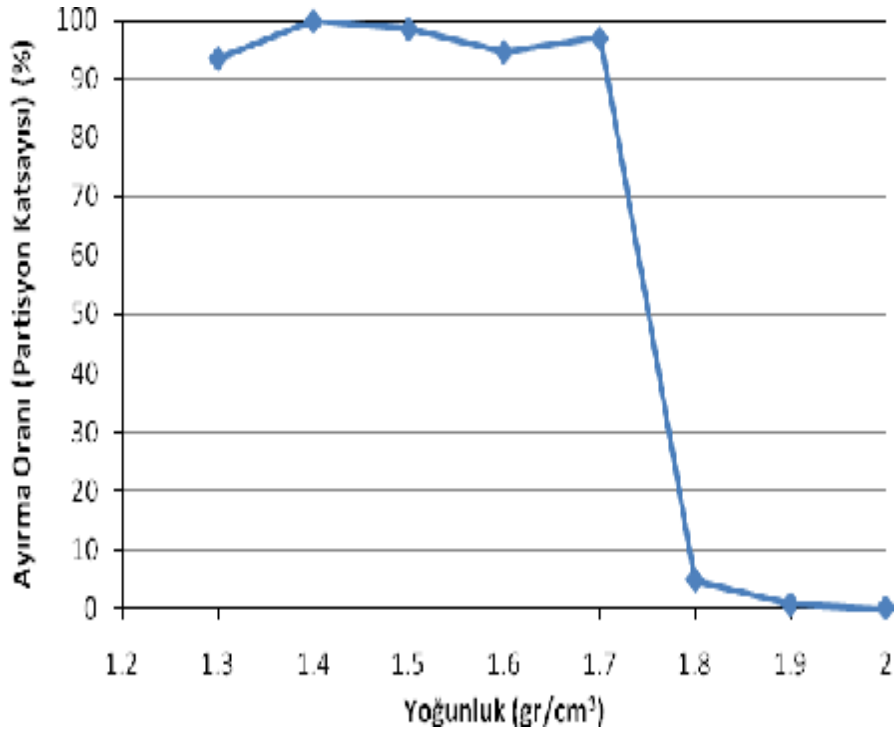
Şekil 4.52. Drewboy performans eğrisi (-10+6,3 mm)



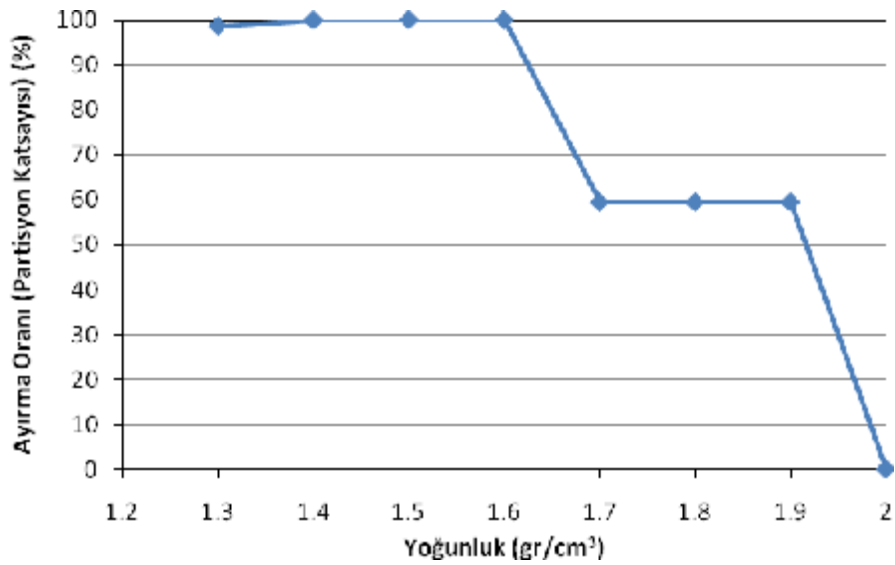
Şekil 4.53. Drewboy performans eğrisi (-6,3+4,75 mm)



Şekil 4.54. Drewboy performans eğrisi (-4,75+2,80 mm)



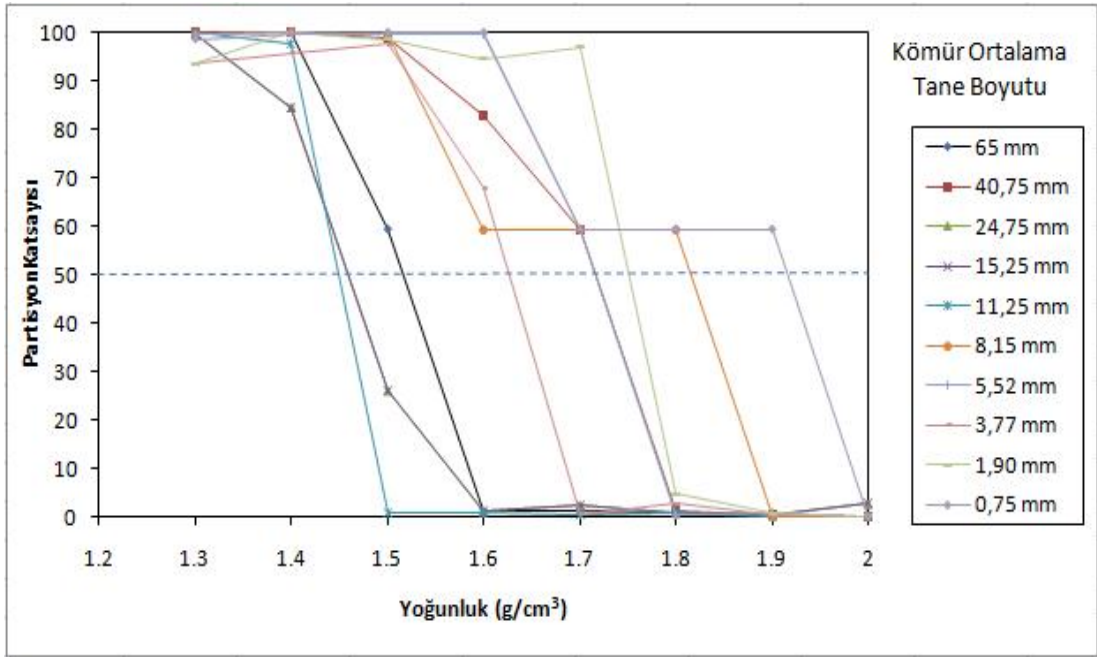
Şekil 4.55. Drewboy performans eğrisi (-2,80+1 mm)



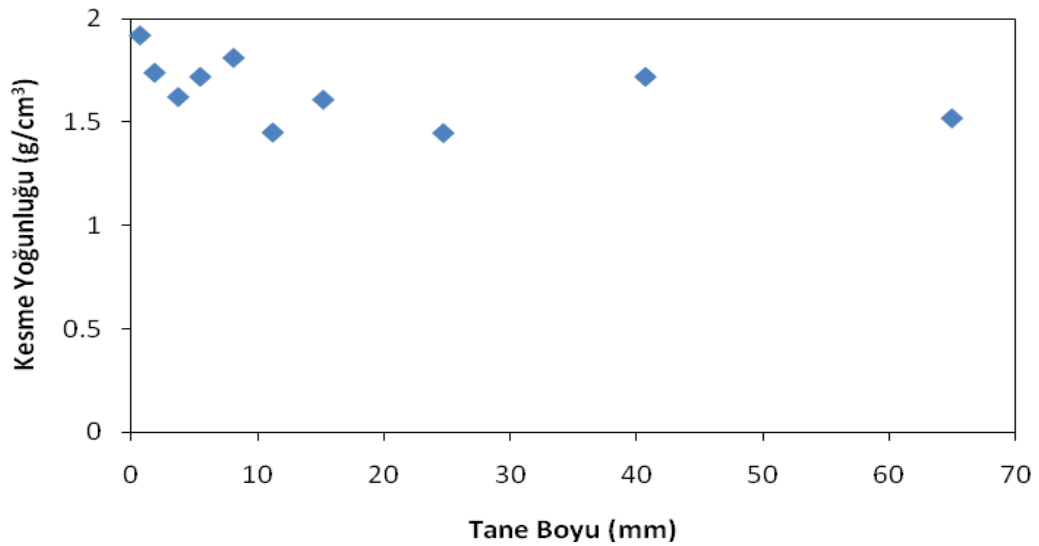
Şekil 4.56. Drewboy performans eğrisi (-1+0,5 mm)

Şekil 4.57 ve Şekil 4.58’ de ırasıyla Drewboy cihazına beslenen fraksiyonların partisyon eğrilerinin karşılaştırılması ve tane boyutu kesme yoğunluğu ilişkisi görülmektedir. Şekillere bakıldığında fraksiyonların kesme yoğunlukları

1,6-1,7 g/cm³ dolaylarında seyretmektedir. Bu durum Drewboy cihazında kesme noktasında büyük bir kayma olmadığını göstermektedir.



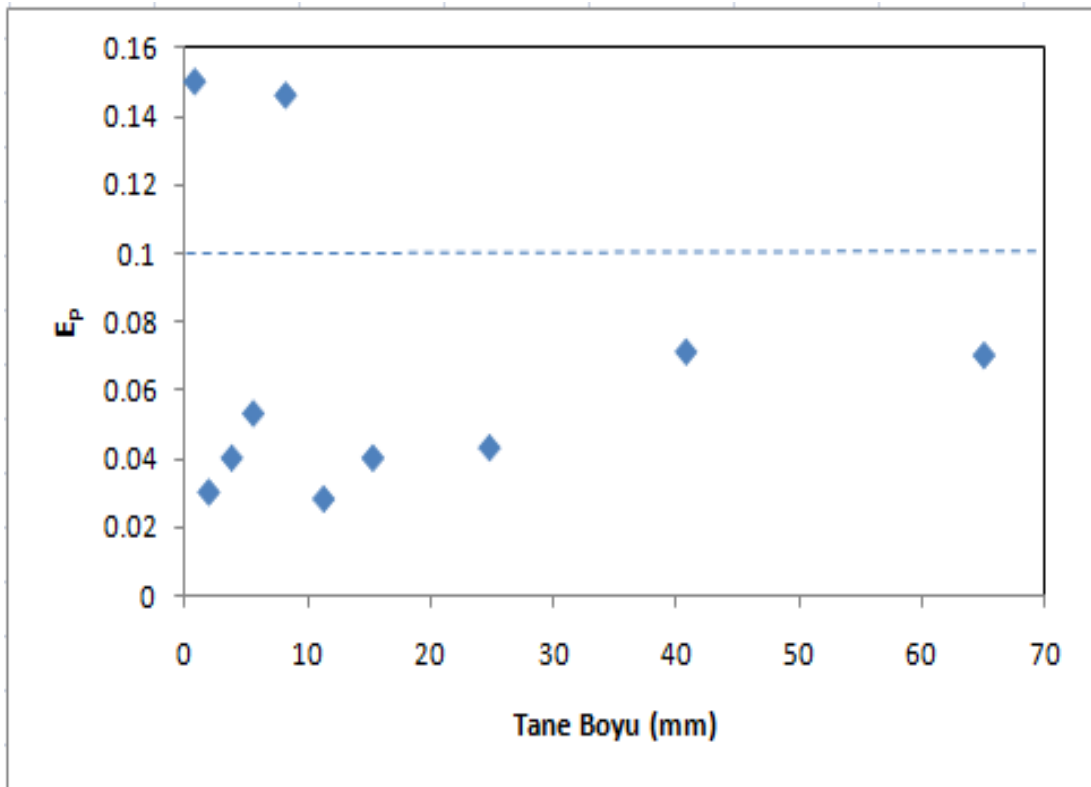
Şekil 4.57. Drewboy partiyon eğrilerinin karşılaştırılması



Şekil 4.58. Drewboy cihazı tane boyutu Kesme Yoğunluğu ilişkisi

Şekil 4.59' da Drewboy cihazına beslenen fraksiyonların tane boyutu E_p ilişkisi görülmektedir. İyi bir yıkama işlemi olması için E_p değerinin 0,1' in altında

olması gerekmektedir. E_p ' nin incelen tane boyutuyla yükselmesi beklenmektedir. -1+0,5 mm tane fraksiyonunda da gördüğümüz gibi performansı sayısal olarak ortaya koyan E_p değeri 0,15' dir ve diğer tane fraksiyonlarına göre yüksektir. -80+50 mm ve -50+31,5 mm fraksiyonlarının E_p değerlerine bakıldığında ise çok büyük bir fark görülmemektedir. Fakat artan tane boyutuyla ile numune alma ve ölçümlerin hassasiyetinin düşmesinden kaynaklanan ufak oynamalar, hesaplanan E_p değerlerinde bir miktar değişimlere sebep olmuştur. Bu sebeple iri tane boyutunda E_p değeri bir miktar yüksek gözükmemektedir. Elde edilen E_p değerleri 0,1' in altında hesaplanmıştır. Elde edilen verilerin tümü de göstermektedir ki Drewboy cihazında kömür yıkama işlemi oldukça yüksek bir performansla gerçekleştirilmiştir. Ayrıca tromp eğrilerinin dike yakın bir şekilde olması da ayırmanın iyi gerçekleştiğinin bir göstergesidir.



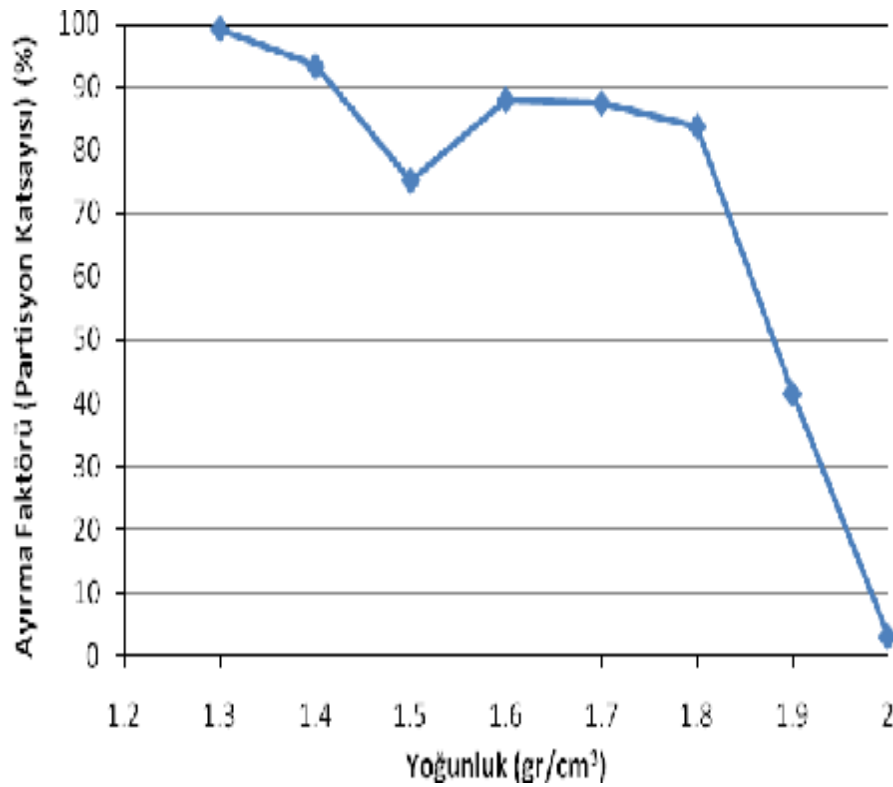
Şekil 4.59. Drewboy cihazı tane boyutu E_p ilişkisi

4.2.2. Larcodem Cihazı Performansı

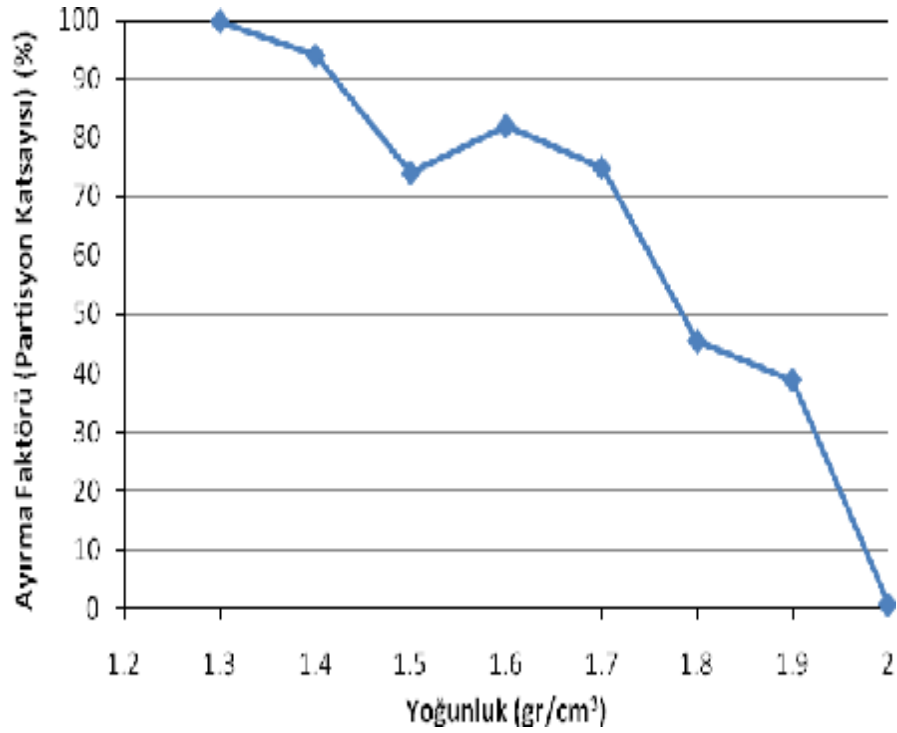
Larcodem cihazı fraksiyonel performans eğrileri Şekil 4.60-4.69 verilmektedir ve tane fraksiyonları için hesaplanan ρ_{50} ve E_p değerleri Çizelge 4.2' de verilmektedir.

Çizelge 4.2. Larcodem cihazı için hesaplanan ρ_{50} ve E_p değerleri

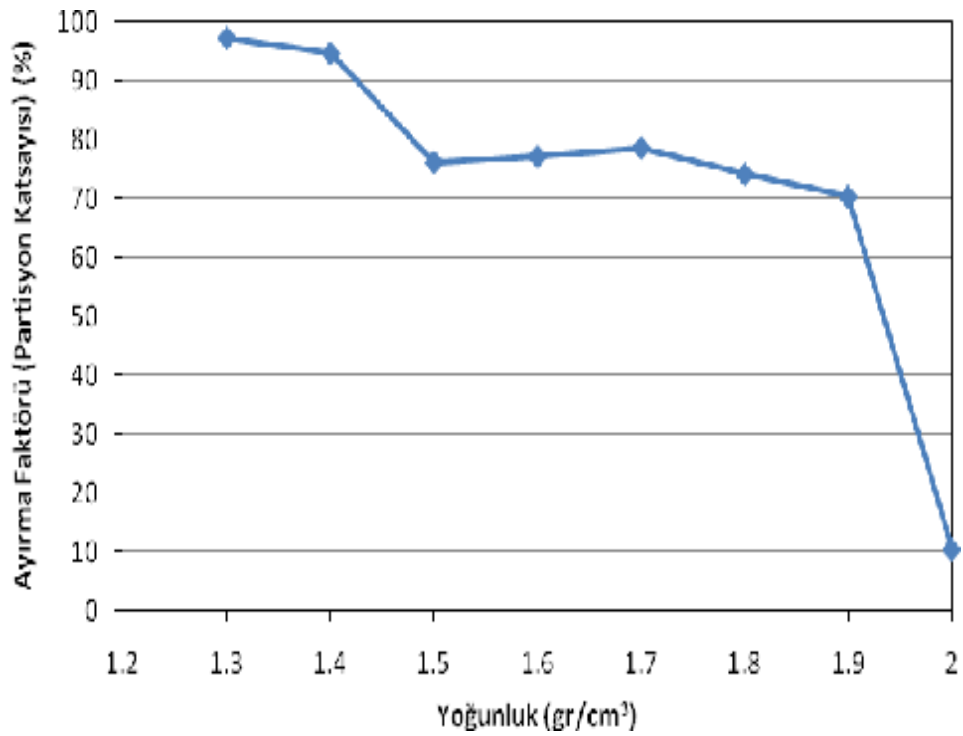
Ortalama Tane Boyutu (mm)	65,00	40,75	24,75	15,25	11,25	8,15	5,52	3,77	1,9	0,75
ρ_{50} (cm ³)	1,883	1,791	1,933	1,934	1,936	1,938	1,940	1,941	1,942	1,910
E_p	0,225	0,224	0,233	0,235	0,188	0,260	0,219	0,305	0,318	0,334



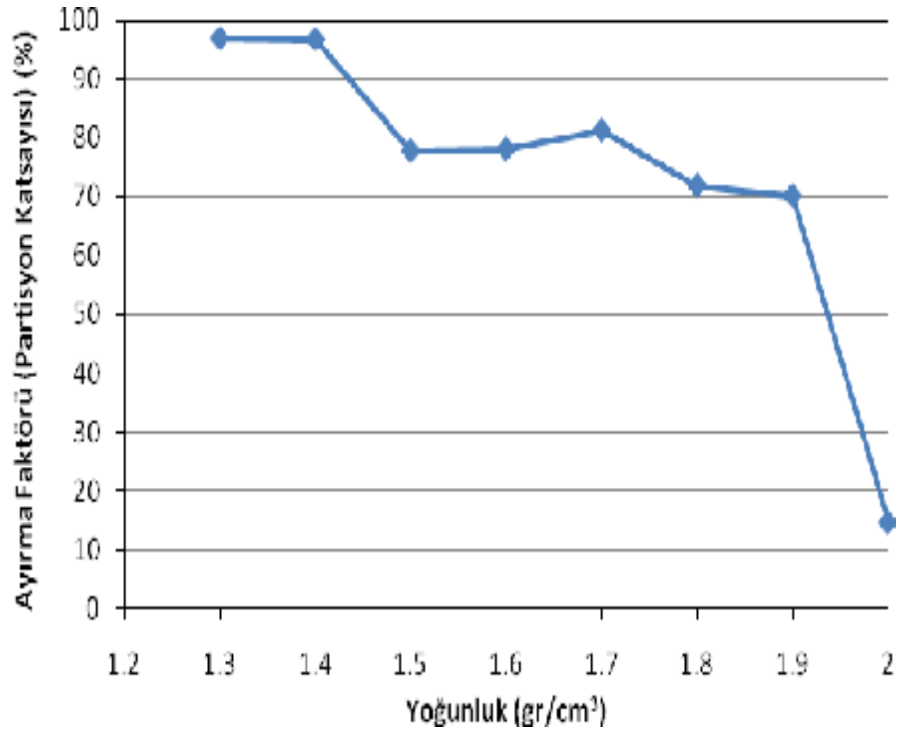
Şekil 4.60. Larcodem performans eğrisi (-80+50 mm)



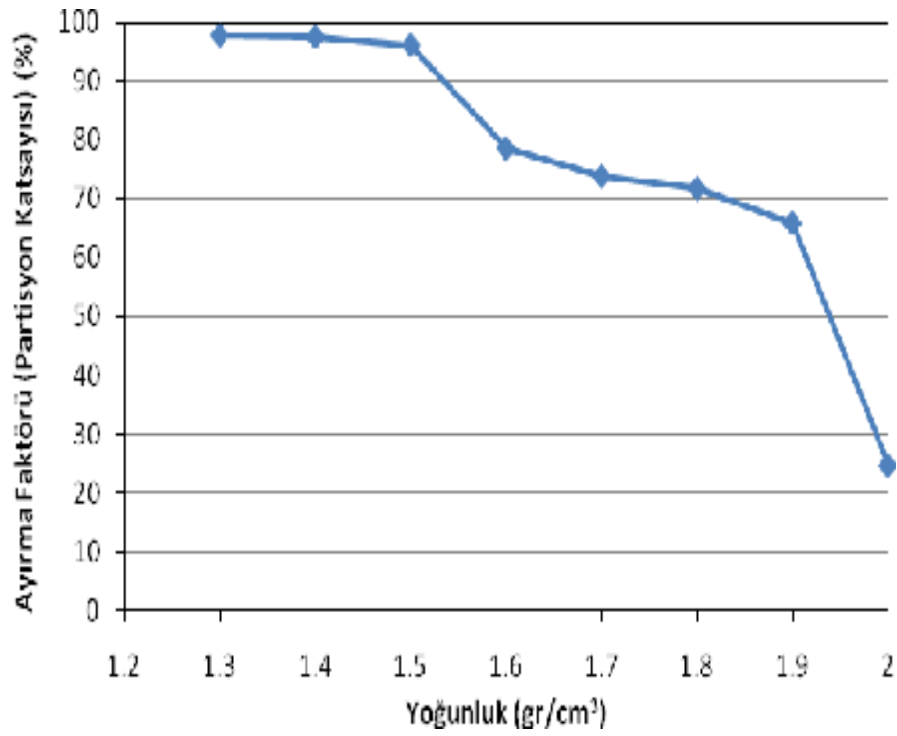
Şekil 4.61. Larco-dem performans eğrisi (-50+31,5 mm)



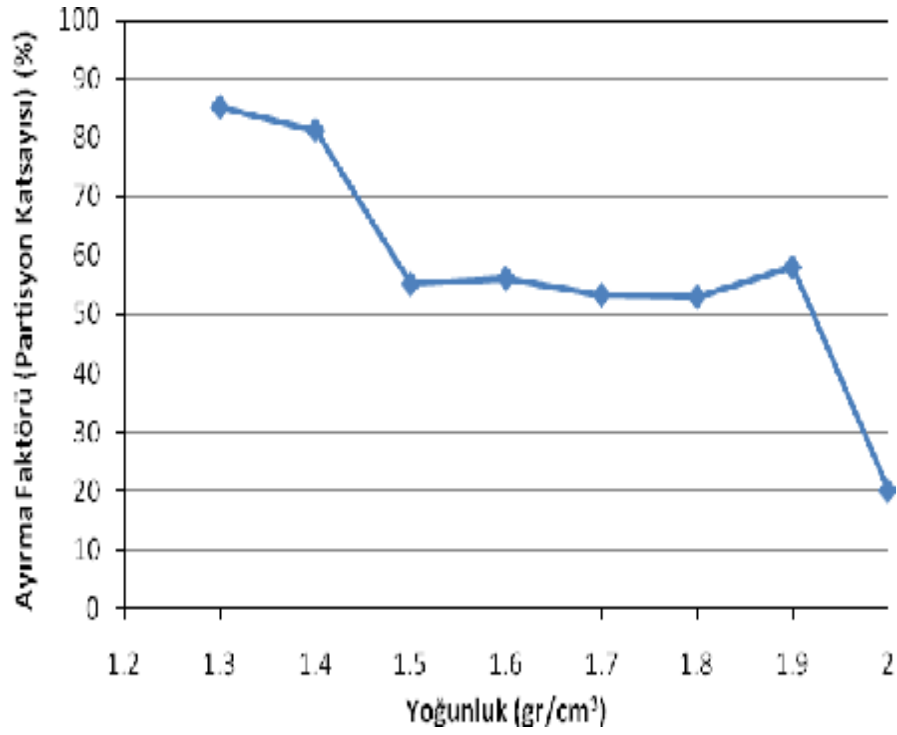
Şekil 4.62. Larco-dem performans eğrisi (-31,5+18 mm)



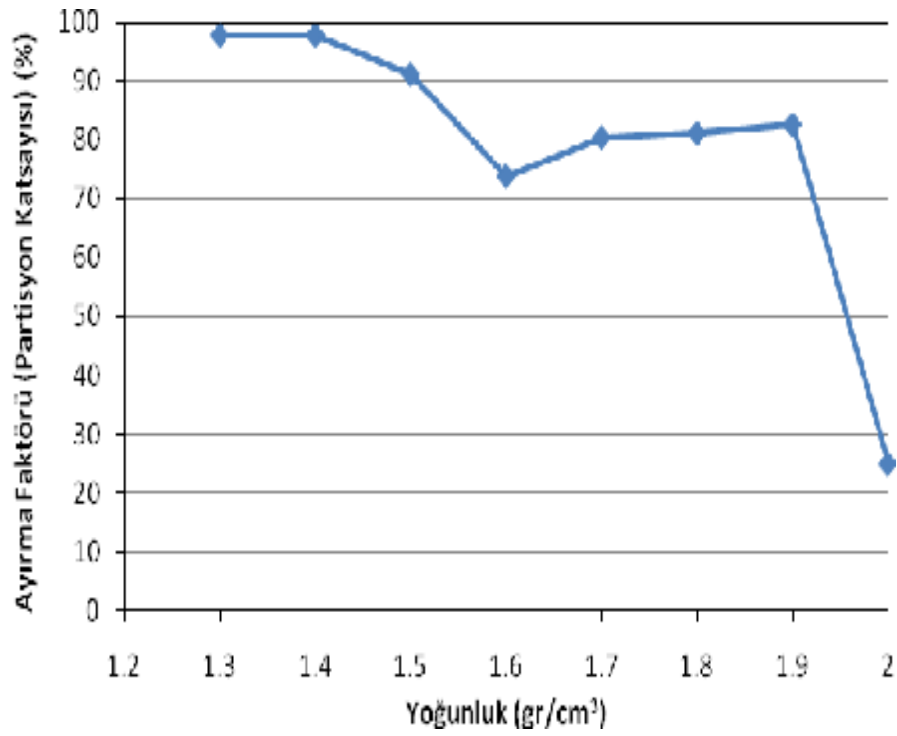
Şekil 4.63. Larco-dem performans eğrisi (-18+12,5 mm)



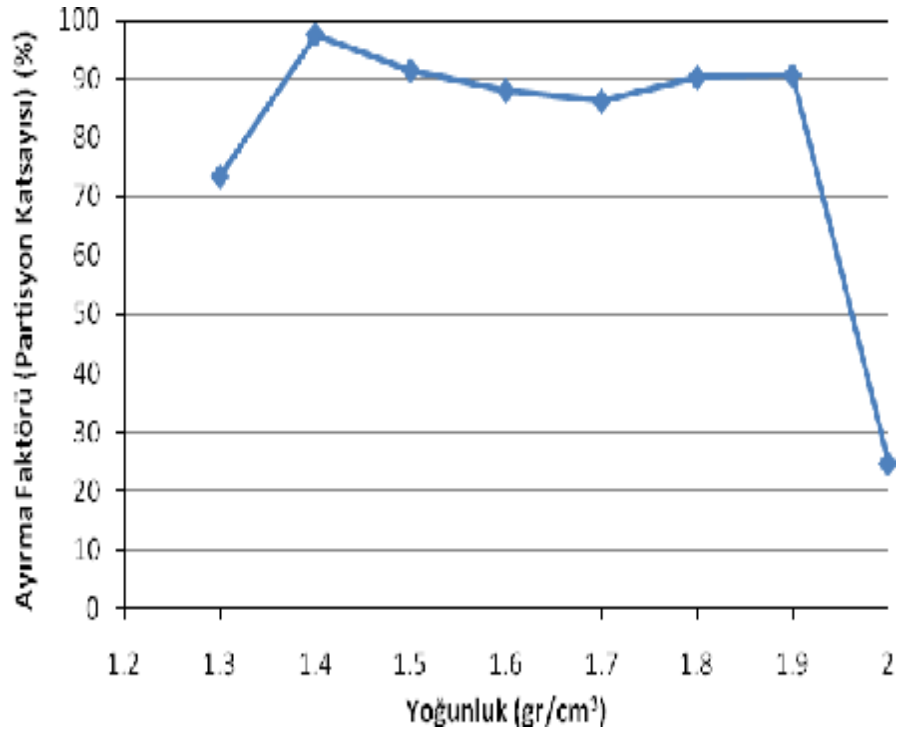
Şekil 4.64. Larco-dem performans eğrisi (-12,5+10 mm)



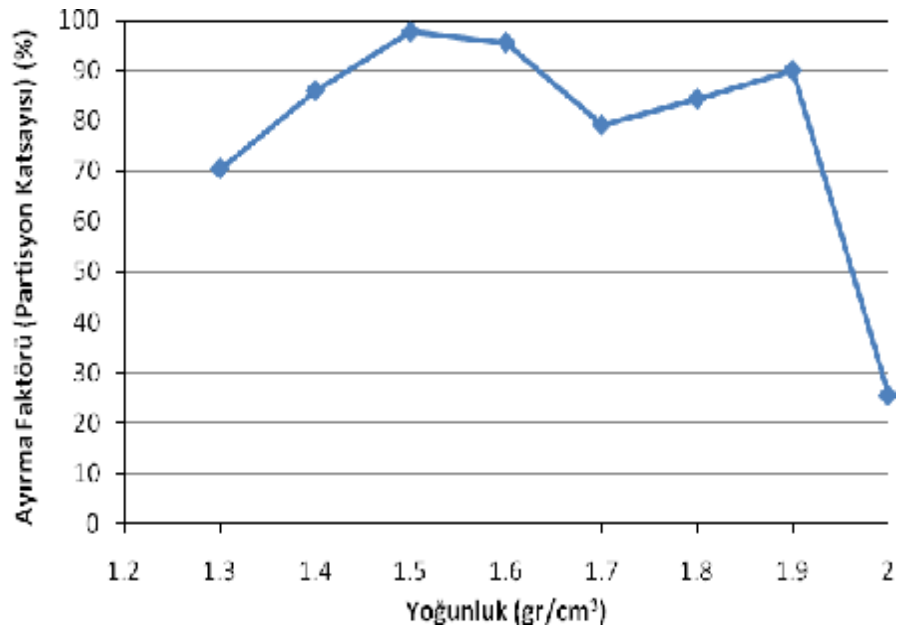
Şekil 4.65. Larco-dem performans eğrisi (-10+6,3 mm)



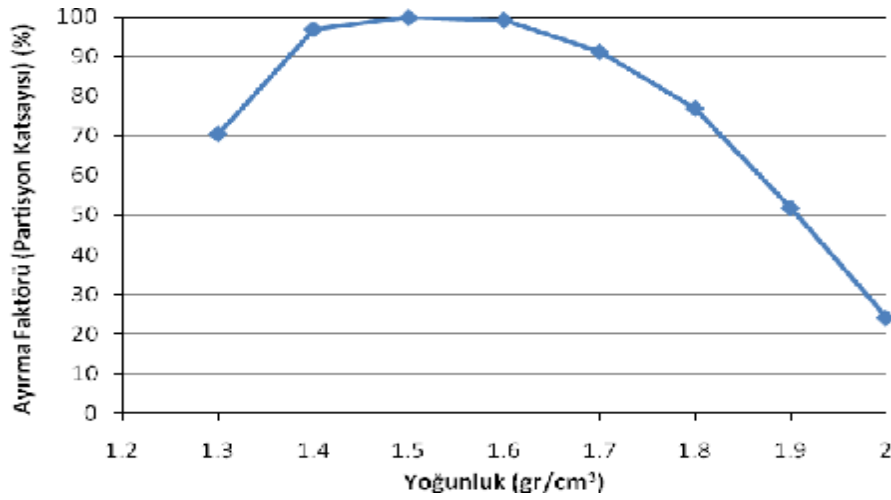
Şekil 4.66. Larco-dem performans eğrisi (-6,3+4,75 mm)



Şekil 4.67. Larco-dem performans eğrisi (-4,75+2,80 mm)

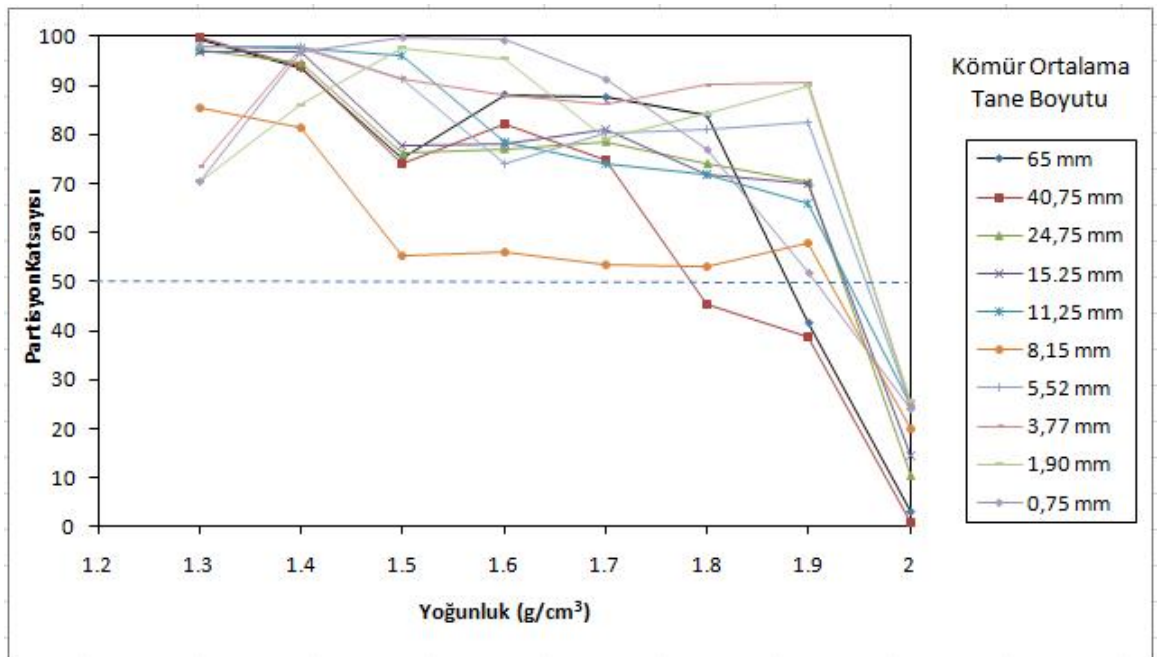


Şekil 4.68. Larco-dem performans eğrisi (-2,80+1 mm)

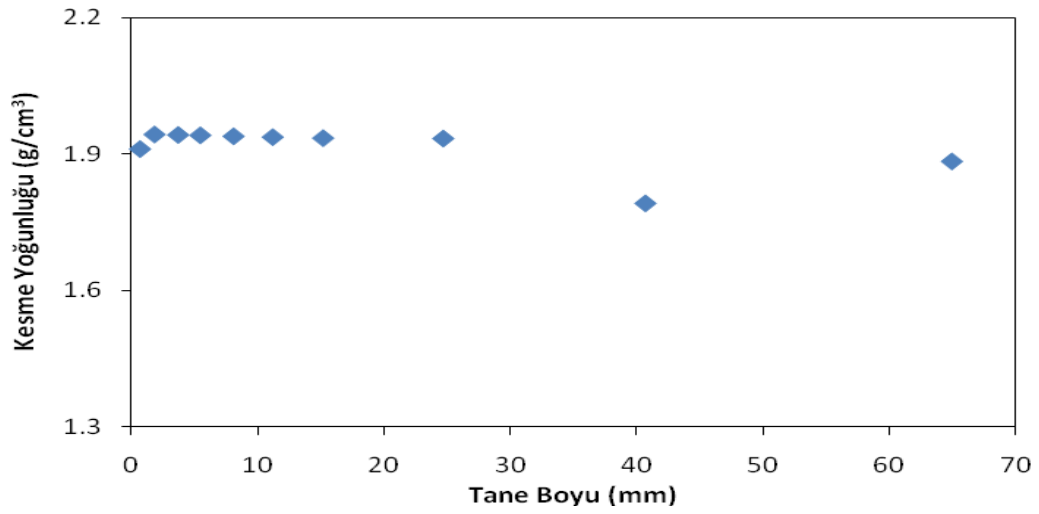


Şekil 4.69. Larcodem performans eğrisi (-1+0,5 mm)

Şekil 4.70 ve Şekil 4.71’ de 100 mm’lik Larcodem cihazına beslenen fraksiyonların partisyon eğrilerinin karşılaştırılması ve tane boyutu kesme yoğunluğu ilişkisi görülmektedir. Şekillere bakıldığında fraksiyonların kesme yoğunlukları 1,9 g/cm³ dolaylarında seyretmektedir. Bu durum Larcodem cihazında kesme noktasında büyük bir kayma olduğunu göstermektedir. Performans değerlerine ait çizelgeler Ek 48-67’ de verilmektedir.

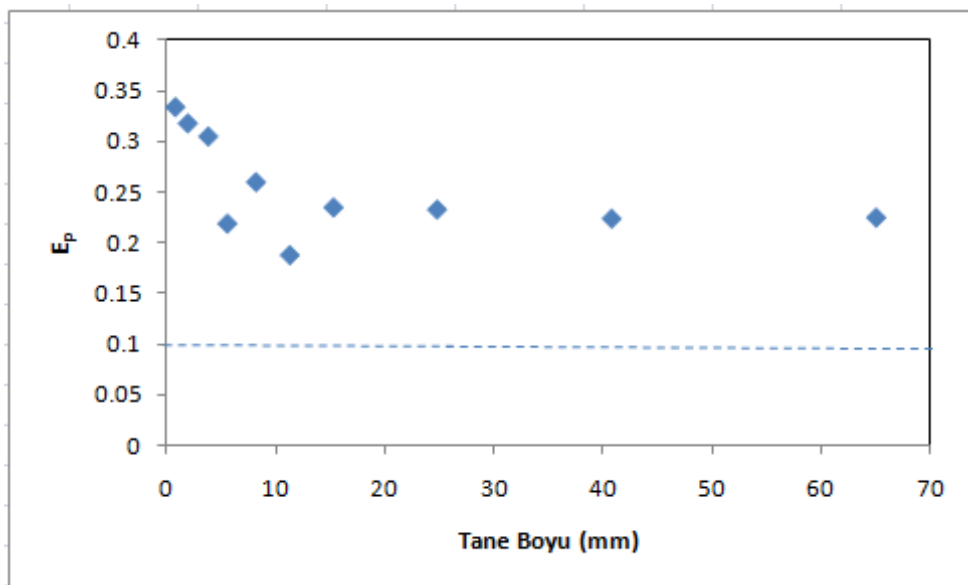


Şekil 4.70. Larcodem partisyon eğrilerinin karşılaştırılması



Şekil 4.71. Larcodem cihazı tane boyutu kesme yoğunluğu ilişkisi

Şekil 4.72' de Larcodem cihazına beslenen fraksiyonların tane boyutu E_p ilişkisi görülmektedir. İyi bir yıkama işlemi olması için 0,1' in altında olması gereken E_p değeri tüm fraksiyonlarda 0,1' in üzerindedir. Elde edilen verilerin tümü göstermektedir ki Larcodem cihazında kömür yıkama işlemi oldukça düşük bir performansla gerçekleştirilmektedir. Ayrıca tromp eğrilerinin de yatık olduğu görülmektedir. Ortaya çıkan bu durum performansta düşüş olduğunun bir göstergesidir.



Şekil 4.72. Larcodem cihazı tane boyutu E_p ilişkisi

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Bu tez çalışmasında, TKİ-GELİ Müessesesi Sekköy lavvarında mevcut çalışma durumunu da irdelemek amacı ile o anda tesise beslenen tüvanan kömür ile Drewboy ve Larcodem yıkama cihazlarından elde edilen lave kömürler ve şistlerden temsili numuneler alınmıştır. Bu numunelere yüzdürme-batırma testleri uygulanmıştır ve yıkanabilirlik çizelgeleri oluşturulmuştur. Drewboy ve Larcodem' in akışlarından alınan temsili numuneler ile lavvarın mevcut durumdaki kömür yıkama performansı değerlendirilmiş ve bazı önerilerde bulunulmuştur.

Deneysel çalışmalar sonucunda:

- Tüvanan kömürün tane iriliği fraksiyonel dağılımı ile kül değerleri incelendiğinde tüvanan kömürün kül değeri ortalama %38,46 civarında iken 0,5 mm' nin altındaki kömürde belirgin bir kül artışı (%43,22) görülmektedir.
- Drewboy cihazına beslenen kömürde ise tane iriliği fraksiyonel dağılımı ile kül değerleri incelendiğinde, kül değeri ortalama %34,81 civarında iken 1 mm' nin altındaki kömürde belirgin bir kül artışı görülmektedir. Dolayısıyla Drewboy cihazına beslenen kömürün -80+1 mm tane boyutunda beslenmesi daha uygun olacaktır. Yıkama tesisinde Drewboy cihazı lave kömüründen alınan temsili numunenin kimyasal analizi sonuçlarına göre (Çizelge 3.4) bu cihazdan %18,30 küllü temiz kömür elde edilir iken atılan artığın (şist) kül değeri ise %58,97' dir (Çizelge 3.5).
- Larcodem cihazına beslenen kömürün ise tane iriliği fraksiyonel dağılımı ile kül değerleri incelendiğinde kül değeri ortalama %35,77 civarında iken -80+31,5 mm tane fraksiyonu aralığında kömürde belirgin bir kül artışı görülmektedir. Ayrıca 1 mm altında bir miktar artış görülmektedir. Larcodem cihazına beslenen kömürün -31,5+1 mm tane boyutunda beslenmesi daha uygun olacaktır. Yıkama tesisinde Larcodem cihazı lave kömüründen alınan temsili numunenin kimyasal analizi sonuçlarına göre (Çizelge 3.7) bu cihazdan %27,89 küllü temiz kömür elde edilir iken atılan artığın (şist) kül değeri ise %54,59' dur (Çizelge 3.8).

- Yıkama tesisinde her iki cihazın hem lave hemde şist verileri incelendiğinde bu her iki cihaza da 1 mm' nin altında malzemenin verilmemesi gerektiği görülmektedir. Dolayısıyla bu cihazlara beslenen tüvanan kömürlerin yıkama eleklerinin 1 mm seçilmesi ve 1 mm altında kalan tüvanan kömürlerin ise kömür spirali veya ağır ortam siklonu gibi farklı cihazlarda yıkanması düşünülebilir. yıkama eleklerinin prosesinde 0,5 mm' nin altındaki kömürlerde ağır ortam siklonu kullanabilirler.
- Lavvarda ön yıkama eleklerinin (+1 mm) eleme verimlerinin düşük olduğu sonucuna varılmaktadır. Bu eleme sistemine mühendislik müdahalesi gerekmektedir.
- Drewboy ve Larcodem cihazından açığa çıkan şistlerin tane iriliği fraksiyonel dağılımları ile kül değerleri incelendiğinde kömür-mineral madde serbestleşmesi açısından önemli bir değişim görülmemektedir.
- Drewboy Lave kömürün toplam kükürt oranı %6,58' dir. Bu değer Drewboya beslenen kömürün toplam kükürt oranı (%0,94) ile mukayese edildiğinde beslenen kömür içindeki kükürt miktarının büyük bir oranda lave kömür içinde kaldığı yani kükürdün büyük çoğunluğunun kömür bünyesinde yer aldığı görülmektedir. Bu sonuç şistin toplam kükürt değeri (%0,04) incelendiğinde de görülmektedir.
- Larcodem Lave kömürün toplam kükürt oranı %3,28' dir. Bu değer Larcodeme beslenen kömürün toplam kükürt oranı (%1,15) ile mukayese edildiğinde beslenen kömür içindeki kükürt miktarının bir miktarda lave kömür içinde kaldığı yani kükürdün bir kısmının kömür bünyesinde yer aldığı görülmektedir. Bu sonuç şistin toplam kükürt değeri (%0,13) incelendiğinde de görülmektedir.
- Tüvanan kömürün 1,5-1,7 g/cm³ arasında kaldığı sürece, yıkama açısından bir sorun yaşanmayacağını söylemek mümkündür.
- Tüvanan kömürün 1,6 g/cm³ ortam yoğunluğunda yıkama sonucunda, %54,37,yıkama verimi ile %22,09 küllü temiz kömür ve artık (şist) külünün ise %50,88 olacağı belirlenmiştir.

- Drewboy cihazının yıkanmış kömür numunelerinin analizleri incelendiğinde, mevcut sistemde yıkama aygıtında birlikte yıkanan -80+18 mm, -18+10 mm ve -10+0,5 mm fraksiyonları aynı yoğunlukta yıkanmış olmalarına rağmen -10+0,5 mm’ de kömürün kül oramda artış olmuştur. Genelde aynı ortamda birlikte yıkanan iri kömüre nazaran ince boyutta kül oranı daha yüksek olmaktadır.
- Larcodem cihazının yıkanmış kömür numunelerinin analizleri incelendiğinde, mevcut sistemde yıkama aygıtında birlikte yıkanan -80+18 mm, -18+10 mm ve -10+0,5 mm fraksiyonları aynı yoğunlukta yıkanmaktadır. Ancak -80+18 mm’ de kömürün kül oramda artış olmuştur. Bu durum iri boyutlarda ayırımın iyi gerçekleşmediğini göstermektedir.
- Tromp’ a göre performans dğerlendirmesi, Drewboy yıkama aygıtında farklı fraksiyonların kesme yoğunlukları yaklaşık olarak $1,7 \text{ g/cm}^3$ tür ve farklı fraksiyonlarda kesme noktası kayması bulunmamaktadır.
- Drewboy yıkama aygıtında farklı fraksiyonların E_p dğerleri 0,030-0,070 arasında dğışmektedir. Bu ekipmana ait fraksiyonel E_p dğerleri, ekipmanların karakteristik E_p sınırları arasında bulunmakta ve ürün kalitelerine olumsuz yönde etki etmeyecek dğerlerdedir.
- Tromp’ a göre performans dğerlendirmesi, Larcodem yıkama cihazında farklı fraksiyonların kesme yoğunlukları yaklaşık olarak $1,9 \text{ g/cm}^3$ dolaylarında seyretmektedir. Bu durum Larcodem cihazında kesme noktasında büyük bir kayma olduğunu göstermektedir.
- Larcodem yıkama aygıtında farklı fraksiyonların E_p dğerleri 0,200-0,300 arasında dğışmektedir. Elde edilen E_p dğerleri sınırların üstünde bulunmakta ve bu durum ürün kalitesini olumsuz yönde etkilemektedir.
- Sonuç olarak bu tez kapsamında yapılan deneysel çalışma ve performans dğerleri incelendiğinde Larcodem cihazındaki yıkama veriminin (performansının) düşük olduğu görölmektedir. Bu cihazın daha fazla oranda işletme parametrelerindeki dğışimlerden etkilendiğı söylenebilir. Bu cihazın çalıştırma parametrelerinin yeniden gözden geçirilmesi önerilmektedir. Bu

cihaza beslenen kömürün tercihen $-31,5+1$ mm tane boyutunda olması daha iyi sonuç verecektir.

KAYNAKLAR

- AKALIN, M., ÖZ, Z., 1988. Hava Kirlisini Azaltmak Amacıyla Isınmada Kullanılan Linyitlerin Yıkanabilirliği, Türkiye 6. Kömür Kongresi, Zonguldak, 245-260.
- AL, Z., 2011. Adıyaman Gölbaşı Linyitinin Kömürlerinin Teknolojik Etüdü, İstanbul.
- ANAÇ, S., 2003. Enerji Politikalarında Kömürün Yeri, İstanbul.
- ARSLAN, V., 2010. Amasya İl Özel İdaresi Genel Sekreterliği Eski Çeltek Kömür Madeni İşletmesi Müdürlüğü Kömür Özelliklerinin Tespiti ve Değerlendirilmesi, İzmir.
- ARSLAN, V., TANRIVERDİ, M., ŞEN, S., ER, B., 2009. Türkiye’ de Kömür Hazırlama Tesisleri, Performans Ölçümünün Önemi ve Bir Örnek Uygulama, Türkiye 21. Uluslar Arası Madencilik Kongresi ve Sergisi, Antalya, 433-442.
- ASLAN, N., TAŞKIRAN, R., 2002. Kömür Yıkama Eğrilerinin Bilgisayar Programı İle Çizimi ve Kullanımı, Türkiye 13. Kömür Kongresi, Zonguldak, 91-98.
- ATEŞOK, G., 2009. Kömür Hazırlama ve Teknolojisi, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı Yayını, İstanbul.
- AYHAN, F.D., TEMEL, H.A., 2008. Eskişehir Mihalıççık Linyitinin Yıkanabilme Özelliğinin Araştırılması, Madencilik, 35-42.
- BAYAZIT, G., 2000. Soma İnce Ufalanmış Linyit Kömürlerinin Flotasyonla Zenginleştirilebilirliği, D.E.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama Anabilimdalı, İzmir, 12-16.
- BOYLU, F., ATEŞOK, G., 1999. Çevre Dostu Yeni Bir Enerji Hammaddesi: Kömür-Su Karışımları, Türkiye’ de Kömür Politikaları ve Temiz Kömür Sempozyumu, Ankara, 154-162.
- CEBECİ, Y., CANPOLAT, L., 2001. Ülkemizdeki Bazı Kömürlerin Yüzdürme-Batırma Test Sonuçlarının Matematiksel Olarak Değerlendirilmesi, Madencilik, 15-24.
- ÇELİK, H., 2006. İnce Kömürlerin Temizlenmesinde Köpük Flotasyonu ve Ağır Ortam Siklonlarının Entegrasyonu, Fen ve Mühendislik Dergisi, D.E.Ü. Mühendislik Fakültesi Yayını, Cilt:8, Sayı:2, 93-106.

- DEMİR, U., YAMİK, A., KELEBEK, S., OTEYAKA, B., UCAR, A., SAHBAZ, O., 2007. ; “ Characterization and Column Flotation of Bottom Ashes from Tuncbilek Power Plant” , Fuel (in press).
- DENİZ, V., UMUCU, Y., 2004. Soma Buruyar Şirketinin Ağır Ortam Tamburu ve Siklonunda Kömür Yıkama Performans Çalışması, Türkiye 14. Kömür Kongresi, Zonguldak, 161-170.
- DPT, 2001. Madencilik Özel İhtisas Komisyon Raporu Enerji Maddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu. Ankara, DPT: 2605 – ÖİK: 616.
- ERSOY, M., 2007. Dünya ve Türkiye Kömür Sektöründe Yaşanan Gelişmeler, Ankara.
- HACİFAZLIOĞLU, H., 2009. İnce ve İri Boyutlu Kömürü Aynı Anda Yıkayabilen Yeni Bir Kömür Yıkama Cihazının (ÇMS’ nin) Geliştirilmesi.
- HACİFAZLIOĞLU, H., 2013. 2013, Kömür Hazırlama Ders Notu, İstanbul.
- HORSFALL, D.W., 1980. Coal Preparation and Usage, Coal Publications Ltd., Johannesburg, South Africa.
- KURAL, O., 1991. Kömür, Kurtiş Matbaası, İstanbul, 17-49.
- KURAL, O., 1996. Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Enerji Hammaddeleri Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu Raporu.
- KURAL, O., 1998. Kömürün Suzlaştırılması ve Kurutulması, Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri, 142-149.
- ÖNAL, G., GÜNEY, A., 1998. Kömür Hazırlama Yöntemleri ve Tesisleri , Kömür Özellikleri, Teknolojisi ve Çevre İlişkileri, Ed. Kural, Özgün Ofset Matbaacılık, 269-295.
- ÖZBAYOĞLU, G., 1994. Kömür Zenginleştirme Yöntemleri, Cevher Hazırlama El Kitabı, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, Ed. Önal, G. ve Ateşok, G., İstanbul, 349-367.
- ÖZDAĞ, H., 1993. Cevher Hazırlama 1, Osmangazi Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Yayınları, Eskişehir, 151.
- SEMERKANT, O., MEVLÜT, K., 1988. Sert Linyit Tozlarının Su Siklonuyla Yıkabilirliğinin İncelenmesi, Türkiye 6. Kömür Kongresi, Zonguldak, 287-302.

- SÖNMEZ, B., 1999. Kömür Hazırlama Tesislerinin Simülasyonu İçin Bilgisayar Paket Programının Geliştirilmesi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, Ankara.
- ŞENGÜL, C.O., 2008. TKİ - GELİ Müessesesi Ömerler Kömür Hazırlama Tesisinin Performansının Değerlendirilmesi, H.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- TAMZOK, N., TORUN, M., 2005. Türkiye Enerji Politikaları İçerisinde Kömürün Önemi, TMMOB V. Enerji Sempozyumu, TMMOB, Ankara, 1-9.
- TEMEL, H.A., BOZKURT, V., 2008. Adıyaman Gölbaşı Linyitinin Yıkama Olanaklarının Araştırılması, Madencilik, 13-21.
- TUNCALI, E., ŞAHİN, N., CİVELEKOĞLU, S., 2002. Trakya Kömürlerinin Yıkama Çalışmaları, Türkiye 13. Kömür Kongresi, Zonguldak, 99-112.
- UMUCU, Y., DENİZ, V., GÖKSU, M. E., DİNÇ, T., 2002. Ağır Ortam Siklonu Performans Değişiminin Zamana Bağlı Olarak Simülasyon İle İncelenmesi, Türkiye 18. Kömür Kongresi, Zonguldak, 135-142.
- YILDIRIM, İ., KAYTAZ, Y., ÖNAL, G., 1995-b. Seramik Killerinin Zenginleştirilmesinde Siklon Parametrelerinin Araştırılması, Endüstriyel Hammaddeler Sempozyumu, Ed. Köse ve Kızıl, 21-22 Nisan, İzmir, 151-161.

ÖZGEÇMİŞ

30/10/1987 yılında Fatsa ilçesinde doğdu. İlk, orta ve lise öğrenimini Adana’ da tamamladı 2005 yılında Çukurova Üniversitesi, Mühendislik Mimarlık Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümünde başladığı Lisans eğitimini 2009 yılında tamamladı ve aynı yıl Fen Bilimleri Enstitüsü Maden Mühendisliği Anabilim dalında Yüksek Lisans eğitime başladı. 2011 yılından bu yana ise Çukurova Üniversitesi Mühendislik-Mimarlık Fakültesi Maden Mühendisliği Bölümünde araştırma görevlisi olarak görevine devam etmektedir.

EKLER

Ek 1. Sekköy lavvar akışlarının elek analizi sonuçları kümülatif % elekaltı değerleri

Tane Boyutu (mm)	Lavvar Besleme	Drewboy Beslemesi	Drewboy Yüzen �r�n�	Drewboy Batan �r�n�	Larcedem Beslemesi	Larcedem Yüzen �r�n�	Larcedem Batan ürünü
150	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
100	38,67	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
80	36,01	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
50	29,66	40,60	39,50	18,96	70,36	66,97	80,37
31,5	9,21	9,03	14,72	4,12	35,16	34,35	19,36
18	6,75	5,30	7,25	2,82	12,96	13,15	12,63
12,5	4,78	4,59	5,55	2,41	8,96	9,20	10,51
10	3,40	4,23	4,48	2,22	6,90	7,53	9,15
6,3	2,76	3,75	3,14	1,90	5,98	5,16	6,87
4,75	1,90	3,44	2,61	1,75	4,86	4,23	5,81
2,80	1,53	2,91	1,87	1,51	3,13	2,75	4,11
1	1,04	2,00	0,94	1,08	2,16	1,34	2,04
0,5	0,46	1,35	0,58	0,63	1,20	0,80	1,15

Ek 2. Tüvanan kömür +150 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	1,57	15,43	1,3	1,57	15,43	100	41,62	0,78	
1,3B-1,4Y	17,28	17,43	1,4	18,85	17,26	98,43	42,04	10,21	22,69
1,4B-1,5Y	5,40	25,81	1,5	24,25	19,17	81,15	47,28	21,55	23,89
1,5B-1,6Y	18,48	40,84	1,6	42,74	28,54	75,75	48,81	33,49	20,07
1,6B-1,7Y	1,58	45,65	1,7	44,32	29,15	57,26	51,38	43,53	38,14
1,7B-1,8Y	36,56	49,68	1,8	80,88	38,43	55,68	51,54	62,60	54,16
1,8B-1,9Y	17,60	55,02	1,9	98,48	41,40	19,12	55,11	89,68	19,12
1,9 Batan	1,52	56,09	2,0	100	41,62	1,52	56,09	99,24	
	100	41,62							

Ek 3. Tüvanan Kömür -150+100 mm Fraksiyonu Yıkanabilirlik Çizelgesi

Yoğunluk (gr/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	17,19	8,56	1,3	17,19	8,56	100	29,96	8,60	
1,3B-1,4Y	3,43	9,26	1,4	20,63	8,68	82,81	34,41	18,91	29,90
1,4B-1,5Y	26,47	15,68	1,5	47,09	12,61	79,37	35,49	33,86	38,79
1,5B-1,6Y	12,33	33,59	1,6	59,42	16,96	52,91	45,41	53,26	16,36
1,6B-1,7Y	4,03	35,89	1,7	63,45	18,17	40,58	49,00	61,44	13,32
1,7B-1,8Y	9,29	43,63	1,8	72,74	21,42	36,55	50,44	68,10	36,34
1,8B-1,9Y	27,05	52,76	1,9	99,79	29,91	27,26	52,76	86,26	27,26
1,9 Batan	0,21	53,19	2,0	100	29,96	0,21	53,19	99,89	
	100	29,96							

Ek 4. Tüvanan kömür -100+80 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,83	12,98	1,3	0,83	12,98	100	42,64	0,42	
1,3B-1,4Y	9,47	13,78	1,4	10,30	13,72	99,17	42,88	5,56	22,16
1,4B-1,5Y	12,70	24	1,5	22,99	19,39	89,70	45,96	16,65	23,44
1,5B-1,6Y	10,75	34,82	1,6	33,74	24,31	77,01	49,58	28,37	18,13
1,6B-1,7Y	7,39	42,15	1,7	41,13	27,51	66,26	51,97	37,43	20,72
1,7B-1,8Y	13,34	48,78	1,8	54,46	32,72	58,87	53,20	47,79	58,52
1,8B-1,9Y	45,19	54,48	1,9	99,65	42,59	45,54	54,49	77,05	45,54
1,9 Batan	0,35	56,31	2,0	100	42,64	0,35	56,31	99,82	
	100	42,64							

Ek 5. Tüvanan kömür -80+50 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	6,74	9,36	1,3	6,74	9,36	100	34,33	3,37	
1,3B-1,4Y	32,76	17,98	1,4	39,50	16,51	93,26	36,13	23,12	41,50
1,4B-1,5Y	8,74	30,25	1,5	48,24	19,00	60,50	45,96	43,87	15,15
1,5B-1,6Y	6,41	35,7	1,6	54,65	20,96	51,76	48,62	51,45	11,14
1,6B-1,7Y	4,73	43,91	1,7	59,38	22,79	45,35	50,44	57,02	32,59
1,7B-1,8Y	27,85	49,27	1,8	87,24	31,24	40,62	51,20	73,31	35,16
1,8B-1,9Y	7,31	53,59	1,9	94,55	32,97	12,76	55,42	90,89	12,76
1,9 Batan	5,45	57,87	2,0	100	34,33	5,45	57,87	97,27	
	100	34,33							

Ek 6. Tüvanan kömür -50+31,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	33,72	9,79	1,3	33,72	9,79	100,0 0	28,26	16,86	
1,3B-1,4Y	9,28	14,45	1,4	43,00	10,80	66,28	37,66	38,36	19,64
1,4B-1,5Y	10,36	22,16	1,5	53,36	13,00	57,00	41,44	48,18	19,47
1,5B-1,6Y	9,11	30,89	1,6	62,47	15,61	46,64	45,72	57,91	14,33
1,6B-1,7Y	5,22	35,6	1,7	67,69	17,15	37,53	49,32	65,08	20,22
1,7B-1,8Y	15,00	49,84	1,8	82,68	23,08	32,31	51,53	75,19	24,44
1,8B-1,9Y	9,44	51,63	1,9	92,13	26,01	17,32	53,00	87,41	17,32
1,9 Batan	7,87	54,65	2,0	100,00	28,26	7,87	54,65	96,06	
	100,0	28,26							

Ek 7. Tüvanan kömür -31,5+18 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,84	9,62	1,3	0,84	9,62	100	15,13	0,42	
1,3B-1,4Y	85,17	10,35	1,4	86,00	10,34	99,16	15,17	43,42	89,27
1,4B-1,5Y	4,11	32,81	1,5	90,11	11,37	14,00	44,52	88,06	7,06
1,5B-1,6Y	2,95	41,23	1,6	93,06	12,31	9,89	49,39	91,58	4,50
1,6B-1,7Y	1,55	47,68	1,7	94,61	12,89	6,94	52,85	93,83	4,30
1,7B-1,8Y	2,75	52,19	1,8	97,36	14,00	5,39	54,34	95,98	4,11
1,8B-1,9Y	1,36	55,38	1,9	98,71	14,57	2,64	56,58	98,04	2,64
1,9 Batan	1,29	57,85	2,0	100	15,13	1,29	57,85	99,36	
	100	15,13							

Ek 8. Tüvanan Kömür -18+12,5 mm Fraksiyonu Yıkanabilirlik Çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,20	12,32	1,3	0,20	12,32	100	17,55	0,10	
1,3B-1,4Y	85,24	12,37	1,4	85,44	12,37	99,80	17,56	42,82	87,81
1,4B-1,5Y	2,58	23,27	1,5	88,01	12,69	14,56	47,92	86,73	3,74
1,5B-1,6Y	1,16	43,27	1,6	89,18	13,09	11,99	53,23	88,60	2,15
1,6B-1,7Y	0,99	52,96	1,7	90,17	13,53	10,82	54,30	89,67	4,43
1,7B-1,8Y	3,44	53,37	1,8	93,61	14,99	9,83	54,43	91,89	7,00
1,8B-1,9Y	3,56	54,58	1,9	97,17	16,44	6,39	55,00	95,39	6,39
1,9 Batan	2,83	55,53	2,0	100,00	17,55	2,83	55,53	98,58	
	100	17,55							

Ek 9. Tüvanan kömür -12,5+10 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,33	12,11	1,3	0,33	12,11	100	17,31	0,17	
1,3B-1,4Y	88,28	13,6	1,4	88,61	13,59	99,67	17,32	44,47	90,72
1,4B-1,5Y	2,44	27,05	1,5	91,05	13,96	11,39	46,18	89,83	4,95
1,5B-1,6Y	2,51	42,35	1,6	93,56	14,72	8,95	51,40	92,30	3,30
1,6B-1,7Y	0,80	46,5	1,7	94,35	14,98	6,44	54,92	93,96	1,91
1,7B-1,8Y	1,11	53,17	1,8	95,47	15,43	5,65	56,11	94,91	2,91
1,8B-1,9Y	1,79	58,54	1,9	97,26	16,22	4,53	56,84	96,36	4,53
1,9 Batan	2,74	55,72	2,0	100	17,31	2,74	55,72	98,63	
	100	17,31							

Ek 10. Tüvanan kömür -10+6,3 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,21	13,62	1,3	0,21	13,62	100	19,03	0,11	
1,3B-1,4Y	75,98	13,87	1,4	76,19	13,87	99,79	19,05	38,20	88,12
1,4B-1,5Y	12,14	20,03	1,5	88,33	14,72	23,81	35,56	82,26	14,36
1,5B-1,6Y	2,22	42,81	1,6	90,54	15,40	11,67	51,70	89,43	3,35
1,6B-1,7Y	1,13	48,6	1,7	91,67	15,81	9,46	53,79	91,11	2,58
1,7B-1,8Y	1,45	52,3	1,8	93,12	16,38	8,33	54,49	92,40	4,40
1,8B-1,9Y	2,95	54,87	1,9	96,07	17,56	6,88	54,96	94,60	6,88
1,9 Batan	3,93	55,02	2,0	100	19,03	3,93	55,02	98,04	
	100	19,03							

Ek 11. Tüvanan kömür -6,3+4,75 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	6,04	12	1,3	6,04	12,00	100	21,34	3,02	
1,3B-1,4Y	18,33	14,24	1,4	24,37	13,68	93,96	21,94	15,21	76,52
1,4B-1,5Y	58,19	17,46	1,5	82,56	16,35	75,63	23,80	53,47	63,65
1,5B-1,6Y	5,46	25,92	1,6	88,02	16,94	17,44	44,96	85,29	7,63
1,6B-1,7Y	2,17	45,76	1,7	90,19	17,63	11,98	53,64	89,11	3,77
1,7B-1,8Y	1,59	50,77	1,8	91,79	18,21	9,81	55,39	90,99	4,20
1,8B-1,9Y	2,61	55,66	1,9	94,40	19,24	8,21	56,28	93,09	8,21
1,9 Batan	5,60	56,57	2,0	100	21,34	5,60	56,57	97,20	
	100	21,34							

Ek 12. Tüvanan kömür -4,75+2,80 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	3,98	13,45	1,3	3,98	13,45	100	22,02	1,99	
1,3B-1,4Y	15,24	15,42	1,4	19,22	15,01	96,02	22,37	11,60	71,85
1,4B-1,5Y	56,60	16,48	1,5	75,82	16,11	80,78	23,68	47,52	66,23
1,5B-1,6Y	9,63	22,06	1,6	85,45	16,78	24,18	40,54	80,64	12,07
1,6B-1,7Y	2,44	44,95	1,7	87,90	17,56	14,55	52,77	86,67	4,45
1,7B-1,8Y	2,00	52,39	1,8	89,90	18,34	12,10	54,35	88,90	3,06
1,8B-1,9Y	1,06	54,56	1,9	90,96	18,76	10,10	54,74	90,43	10,10
1,9 Batan	9,04	54,76	2,0	100	22,02	9,04	54,76	95,48	
	100	22,02							

Ek 13. Tüvanan kömür -2,80+1 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	1,34	13,22	1,3	1,34	13,22	100	26,57	0,67	
1,3B-1,4Y	1,83	15,96	1,4	3,17	14,80	98,66	26,75	2,25	41,01
1,4B-1,5Y	39,18	16,47	1,5	42,35	16,35	96,83	26,96	22,76	69,62
1,5B-1,6Y	30,43	19,35	1,6	72,78	17,60	57,65	34,08	57,57	35,41
1,6B-1,7Y	4,98	37,41	1,7	77,76	18,87	27,22	50,56	75,27	9,70
1,7B-1,8Y	4,73	49,13	1,8	82,49	20,60	22,24	53,50	80,12	11,18
1,8B-1,9Y	6,45	53,88	1,9	88,94	23,02	17,51	54,68	85,71	17,51
1,9 Batan	11,06	55,14	2,0	100	26,57	11,06	55,14	94,47	
	100	26,57							

Ek 14. Tüvanan kömür -1+0,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	1,13	12,01	1,3	1,13	12,01	100	27,36	0,56	
1,3B-1,4Y	1,88	13,45	1,4	3,01	12,91	98,87	27,53	2,07	4,52
1,4B-1,5Y	2,64	15,02	1,5	5,65	13,89	96,99	27,81	4,33	25,12
1,5B-1,6Y	22,49	15,37	1,6	28,14	15,07	94,35	28,16	16,89	58,49
1,6B-1,7Y	36,01	17,3	1,7	64,14	16,32	71,86	32,17	46,14	43,88
1,7B-1,8Y	7,87	19,77	1,8	72,02	16,70	35,86	47,10	68,08	27,19
1,8B-1,9Y	19,32	54,24	1,9	91,34	24,64	27,98	54,78	81,68	27,98
1,9 Batan	8,66	56	2,0	100	27,36	8,66	56,00	95,67	
	100	27,36							

Ek 15. Tüvanan kömürün (orijinal) birleştirilmiş yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	5,58	12,63	1,3	5,58	12,63	100	35,23	2,79	
1,3B-1,4Y	23,93	15,06	1,4	29,51	14,60	94,42	36,57	17,54	35,85
1,4B-1,5Y	11,91	24,03	1,5	41,42	17,31	70,49	43,87	35,47	24,87
1,5B-1,6Y	12,95	37,40	1,6	54,38	22,10	58,58	47,90	47,90	16,18
1,6B-1,7Y	3,23	42,89	1,7	57,61	23,27	45,62	50,88	55,99	25,85
1,7B-1,8Y	22,62	48,83	1,8	80,23	30,47	42,39	51,49	68,92	39,95
1,8B-1,9Y	17,33	54,36	1,9	97,56	34,72	19,77	54,53	88,90	19,77
1,9 Batan	2,44	55,80	2,0	100	35,23	2,44	55,80	98,78	
	100	35,23							

Ek 16. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-200+80) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	5,14	13,51	1,3	5,14	13,51	100	39,55	2,57	
1,3B-1,4Y	13,05	15,06	1,4	18,19	14,62	94,86	40,96	11,67	24,31
1,4B-1,5Y	11,26	23,21	1,5	29,45	17,90	81,81	45,10	23,82	27,33
1,5B-1,6Y	16,07	41,46	1,6	45,52	26,22	70,55	48,59	37,49	18,96
1,6B-1,7Y	2,89	42,92	1,7	48,41	27,21	54,48	50,69	46,97	30,13
1,7B-1,8Y	27,25	48,15	1,8	75,66	34,75	51,59	51,13	62,03	50,52
1,8B-1,9Y	23,28	54,42	1,9	98,93	39,38	24,34	54,47	87,29	24,34
1,9 Batan	1,07	55,44	2,0	100	39,55	1,07	55,44	99,47	
	100	39,55							

Ek 17. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-80+18) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	10,07	9,48	1,3	10,07	9,48	100	30,75	5,03	
1,3B-1,4Y	38,93	15,93	1,4	49,00	14,61	89,93	33,13	29,53	47,05
1,4B-1,5Y	8,12	29,40	1,5	57,12	16,71	51,00	46,26	53,06	14,31
1,5B-1,6Y	6,19	41,24	1,6	63,31	19,11	42,88	49,45	60,21	10,40
1,6B-1,7Y	4,20	43,26	1,7	67,51	20,61	36,69	50,84	65,41	25,11
1,7B-1,8Y	20,91	49,92	1,8	88,43	27,55	32,49	51,82	77,97	27,43
1,8B-1,9Y	6,52	53,61	1,9	94,95	29,33	11,57	55,24	91,69	11,57
1,9 Batan	5,05	57,33	2,0	100	30,75	5,05	57,33	97,47	
	100	30,75							

Ek 18. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-18+10) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,24	12,26	1,3	0,24	12,26	100	17,48	0,12	
1,3B-1,4Y	86,11	12,72	1,4	86,35	12,72	99,76	17,50	43,30	88,65
1,4B-1,5Y	2,54	24,36	1,5	88,89	13,06	13,65	47,61	87,62	4,09
1,5B-1,6Y	1,55	43,00	1,6	90,44	13,57	11,11	52,92	89,67	2,49
1,6B-1,7Y	0,93	51,10	1,7	91,38	13,95	9,56	54,53	90,91	3,70
1,7B-1,8Y	2,77	53,31	1,8	94,14	15,11	8,62	54,90	92,76	5,82
1,8B-1,9Y	3,05	55,72	1,9	97,19	16,38	5,86	55,66	95,67	5,86
1,9 Batan	2,81	55,58	2,0	100	17,48	2,81	55,58	98,60	
	100	17,48							

Ek 19. Tüvanan kömür birleştirilmiş (-10+0,5) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	2,11	13,15	1,3	2,11	13,15	100	24,40	1,06	
1,3B-1,4Y	34,31	14,63	1,4	36,42	14,54	97,89	24,65	19,26	66,75
1,4B-1,5Y	32,45	17,79	1,5	68,86	16,07	63,58	30,05	52,64	43,90
1,5B-1,6Y	11,45	29,13	1,6	80,32	17,93	31,14	42,83	74,59	16,74
1,6B-1,7Y	5,29	42,58	1,7	85,61	19,46	19,68	50,80	82,96	8,06
1,7B-1,8Y	2,77	48,71	1,8	88,38	20,37	14,39	53,82	86,99	7,34
1,8B-1,9Y	4,57	54,66	1,9	92,95	22,06	11,62	55,04	90,66	11,62
1,9 Batan	7,05	55,28	2,0	100	24,40	7,05	55,28	96,47	
	100	24,40							

Ek 20. Drewboy girişı -80+50 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	4,32	12,3	1,3	4,32	12,30	100	41,23	2,16	
1,3B-1,4Y	12,43	17,38	1,4	16,75	16,07	95,68	42,54	10,54	21,82
1,4B-1,5Y	9,40	31,36	1,5	26,15	21,56	83,25	46,29	21,45	12,16
1,5B-1,6Y	2,76	41,24	1,6	28,91	23,44	73,85	48,19	27,53	19,26
1,6B-1,7Y	16,50	43,32	1,7	45,41	30,66	71,09	48,46	37,16	27,09
1,7B-1,8Y	10,59	49,75	1,8	56,00	34,27	54,59	50,01	50,71	10,92
1,8B-1,9Y	0,32	57,95	1,9	56,32	34,41	44,00	50,08	56,16	44,00
1,9 Batan	43,68	50,02	2,0	100	41,23	43,68	50,02	78,16	
	100	41,23							

Ek 21. Drewboy girişı -50+31,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	10,80	10,2	1,3	10,80	10,20	100	37,71	5,40	-
1,3B-1,4Y	22,08	20,35	1,4	32,88	17,02	89,20	41,04	21,84	32,51
1,4B-1,5Y	10,44	29,57	1,5	43,32	20,04	67,12	47,84	38,10	13,05
1,5B-1,6Y	2,62	35,95	1,6	45,93	20,95	56,68	51,21	44,62	7,72
1,6B-1,7Y	5,10	41,6	1,7	51,03	23,01	54,07	51,94	48,48	12,08
1,7B-1,8Y	6,98	47,08	1,8	58,02	25,91	48,97	53,02	54,53	12,22
1,8B-1,9Y	5,23	56,68	1,9	63,25	28,45	41,98	54,01	60,63	41,98
1,9 Batan	36,75	53,63	2,0	100	37,71	36,75	53,63	81,62	-
	100	37,71							

Ek 22. Drewboy girişı -31,5+18 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	16,33	11,22	1,3	16,33	11,22	100	30,53	8,17	
1,3B-1,4Y	40,18	19,67	1,4	56,51	17,23	83,67	34,30	36,42	46,24
1,4B-1,5Y	6,06	21,18	1,5	62,57	17,61	43,49	47,82	59,54	8,44
1,5B-1,6Y	2,39	43,51	1,6	64,95	18,56	37,43	52,13	63,76	5,50
1,6B-1,7Y	3,12	48,19	1,7	68,07	19,92	35,05	52,71	66,51	4,59
1,7B-1,8Y	1,47	50,86	1,8	69,54	20,57	31,93	53,16	68,81	4,40
1,8B-1,9Y	2,94	49,11	1,9	72,48	21,73	30,46	53,27	71,01	30,46
1,9 Batan	27,52	53,71	2,0	100	30,53	27,52	53,71	86,24	
	100	30,53							

Ek 23. Drewboy girişı -18+12,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	5,06	11,13	1,3	5,06	11,13	100	27,24	2,53	
1,3B-1,4Y	56,74	16,79	1,4	61,80	16,33	94,94	28,10	33,43	68,54
1,4B-1,5Y	11,80	29,24	1,5	73,60	18,40	38,20	44,90	67,70	14,04
1,5B-1,6Y	2,25	46,86	1,6	75,84	19,24	26,40	51,90	74,72	5,62
1,6B-1,7Y	3,37	47,89	1,7	79,21	20,46	24,16	52,37	77,53	7,30
1,7B-1,8Y	3,93	50,36	1,8	83,15	21,87	20,79	53,10	81,18	8,43
1,8B-1,9Y	4,49	52,87	1,9	87,64	23,46	16,85	53,74	85,39	16,85
1,9 Batan	12,36	54,05	2,0	100	27,24	12,36	54,05	93,82	
	100	27,24							

Ek 24. Drewboy girişı -12,5+10 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	9,26	13,42	1,3	9,26	13,42	100	24,51	4,63	
1,3B-1,4Y	44,44	15,02	1,4	53,70	14,74	90,74	25,64	31,48	66,67
1,4B-1,5Y	22,22	21,76	1,5	75,93	16,80	46,30	35,83	64,81	27,78
1,5B-1,6Y	5,56	38,46	1,6	81,48	18,27	24,07	48,82	78,70	7,41
1,6B-1,7Y	1,85	46,39	1,7	83,33	18,90	18,52	51,93	82,41	9,26
1,7B-1,8Y	7,41	50,8	1,8	90,74	21,50	16,67	52,54	87,04	11,11
1,8B-1,9Y	3,70	52,16	1,9	94,44	22,71	9,26	53,94	92,59	9,26
1,9 Batan	5,56	55,12	2,0	100	24,51	5,56	55,12	97,22	
	100	24,51							

Ek 25. Drewboy girişı -10+6,3 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	6,45	14,74	1,3	6,45	14,74	100,	28,78	3,23	
1,3B-1,4Y	21,51	15,8	1,4	27,96	15,56	93,55	29,74	17,20	55,91
1,4B-1,5Y	34,41	18,04	1,5	62,37	16,93	72,04	33,91	45,16	43,01
1,5B-1,6Y	8,60	30,52	1,6	70,97	18,57	37,63	48,41	66,67	11,83
1,6B-1,7Y	3,23	47,28	1,7	74,19	19,82	29,03	53,71	72,58	4,30
1,7B-1,8Y	1,08	50,12	1,8	75,27	20,25	25,81	54,52	74,73	8,60
1,8B-1,9Y	7,53	53,61	1,9	82,80	23,29	24,73	54,71	79,03	24,73
1,9 Batan	17,20	55,19	2,0	100	28,78	17,20	55,19	91,40	
	100	28,78							

Ek 26. Drewboy girişı -6,3+4,75 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	8,33	13,21	1,3	8,33	13,21	100	30,04	4,17	
1,3B-1,4Y	27,08	15,7	1,4	35,42	15,11	91,67	31,57	21,88	50,00
1,4B-1,5Y	22,92	20,3	1,5	58,33	17,15	64,58	38,22	46,88	29,17
1,5B-1,6Y	6,25	33,99	1,6	64,58	18,78	41,67	48,08	61,46	14,58
1,6B-1,7Y	8,33	40,23	1,7	72,92	21,23	35,42	50,56	68,75	12,50
1,7B-1,8Y	4,17	51,31	1,8	77,08	22,86	27,08	53,74	75,00	6,25
1,8B-1,9Y	2,08	52,89	1,9	79,17	23,65	22,92	54,18	78,13	22,92
1,9 Batan	20,83	54,31	2,0	100	30,04	20,83	54,31	89,58	
	100	30,04							

Ek 27. Drewboy girişı -4,75+2,80 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	3,59	14,81	1,3	3,59	14,81	100	31,37	1,80	-
1,3B-1,4Y	25,15	15,92	1,4	28,74	15,78	96,41	31,98	16,17	55,09
1,4B-1,5Y	29,94	19,56	1,5	58,68	17,71	71,26	37,65	43,71	34,73
1,5B-1,6Y	4,79	30,81	1,6	63,47	18,70	41,32	50,76	61,08	7,19
1,6B-1,7Y	2,40	45,96	1,7	65,87	19,69	36,53	53,38	64,67	5,99
1,7B-1,8Y	3,59	49,96	1,8	69,46	21,26	34,13	53,90	67,66	7,78
1,8B-1,9Y	4,19	52,13	1,9	73,65	23,01	30,54	54,36	71,56	30,54
1,9 Batan	26,35	54,72	2,0	100	31,37	26,35	54,72	86,83	-
	100	31,37							

Ek 28. Drewboy girişı -2,80+1 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	3,00	11,02	1,3	3,00	11,02	100	35,25	1,50	
1,3B-1,4Y	25,00	13,75	1,4	28,00	13,46	97,00	36,00	15,50	46,00
1,4B-1,5Y	21,00	22,33	1,5	49,00	17,26	72,00	43,72	38,50	25,00
1,5B-1,6Y	4,00	34,84	1,6	53,00	18,59	51,00	52,53	51,00	8,50
1,6B-1,7Y	4,50	47,54	1,7	57,50	20,85	47,00	54,04	55,25	9,50
1,7B-1,8Y	5,00	51,9	1,8	62,50	23,34	42,50	54,72	60,00	10,50
1,8B-1,9Y	5,50	53,54	1,9	68,00	25,78	37,50	55,10	65,25	37,50
1,9 Batan	32,00	55,37	2,0	100	35,25	32,00	55,37	84,00	
	100	35,25							

Ek 29. Drewboy girişı -1+0,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	2,18	10,12	1,3	2,18	10,12	100	38,50	1,09	
1,3B-1,4Y	4,36	13,36	1,4	6,54	12,28	97,82	39,13	4,36	13,07
1,4B-1,5Y	8,71	16,84	1,5	15,25	14,89	93,46	40,33	10,89	18,52
1,5B-1,6Y	9,80	20,99	1,6	25,05	17,27	84,75	42,75	20,15	20,70
1,6B-1,7Y	10,89	25,94	1,7	35,95	19,90	74,95	45,59	30,50	22,66
1,7B-1,8Y	11,76	29,94	1,8	47,71	22,38	64,05	48,93	41,83	24,84
1,8B-1,9Y	13,07	49,54	1,9	60,78	28,22	52,29	53,21	54,25	52,29
1,9 Batan	39,22	54,43	2,0	100	38,50	39,22	54,43	80,39	
	100	38,50							

Ek 30. Drewboy birleştirilmiş (-80+0,5) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	6,22	11,79	1,3	6,22	11,79	100	39,79	3,11	
1,3B-1,4Y	16,32	18,07	1,4	22,54	16,33	93,78	41,64	14,38	26,26
1,4B-1,5Y	9,94	30,31	1,5	32,48	20,61	77,46	46,61	27,51	12,74
1,5B-1,6Y	2,80	39,93	1,6	35,28	22,14	67,52	49,01	33,88	15,82
1,6B-1,7Y	13,02	43,15	1,7	48,30	27,80	64,72	49,40	41,79	22,27
1,7B-1,8Y	9,25	49,15	1,8	57,55	31,24	51,70	50,98	52,93	10,97
1,8B-1,9Y	1,71	57,18	1,9	59,27	31,99	42,45	51,38	58,41	42,45
1,9 Batan	40,73	51,13	2,0	100	39,79	40,73	51,13	79,63	
	100	39,79							

Ek 31. Drewboy birleştirilmiş (-80+18) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	6,26	11,77	1,3	6,26	11,77	100	40,07	3,13	
1,3B-1,4Y	15,65	18,16	1,4	21,92	16,33	93,74	41,96	14,09	25,18
1,4B-1,5Y	9,53	30,59	1,5	31,45	20,65	78,08	46,73	26,68	12,24
1,5B-1,6Y	2,71	41,58	1,6	34,16	22,32	68,55	48,98	32,80	16,06
1,6B-1,7Y	13,35	43,08	1,7	47,51	28,15	65,84	49,28	40,83	22,78
1,7B-1,8Y	9,43	49,16	1,8	56,94	31,63	52,49	50,86	52,22	11,00
1,8B-1,9Y	1,57	57,35	1,9	58,51	32,32	43,06	51,23	57,72	43,06
1,9 Batan	41,49	51,00	2,0	100	40,07	41,49	51,00	79,26	
	100	40,07							

Ek 32. Drewboy birleştirilmiş (-18+10) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	6,03	11,66	1,3	6,03	11,66	100	26,74	3,02	
1,3B-1,4Y	53,88	16,38	1,4	59,91	15,90	93,97	27,71	32,97	68,10
1,4B-1,5Y	14,22	27,50	1,5	74,14	18,13	40,09	42,95	67,03	17,24
1,5B-1,6Y	3,02	44,90	1,6	77,16	19,18	25,86	51,45	75,65	6,03
1,6B-1,7Y	3,02	47,54	1,7	80,17	20,24	22,84	52,31	78,66	7,76
1,7B-1,8Y	4,74	50,46	1,8	84,91	21,93	19,83	53,04	82,54	9,05
1,8B-1,9Y	4,31	52,70	1,9	89,22	23,42	15,09	53,84	87,07	15,09
1,9 Batan	10,78	54,30	2,0	100	26,74	10,78	54,30	94,61	
	100	26,74							

Ek 33. Drewboy birleştirilmiş (-10+0,5) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	4,59	12,98	1,3	4,59	12,98	100	32,89	2,29	
1,3B-1,4Y	21,87	14,96	1,4	26,46	14,62	95,41	33,84	15,52	46,98
1,4B-1,5Y	25,11	19,69	1,5	51,57	17,08	73,54	39,46	39,01	31,45
1,5B-1,6Y	6,34	31,02	1,6	57,91	18,61	48,43	49,71	54,74	11,34
1,6B-1,7Y	4,99	43,49	1,7	62,90	20,59	42,09	52,53	60,41	9,42
1,7B-1,8Y	4,43	48,22	1,8	67,33	22,40	37,10	53,74	65,12	10,64
1,8B-1,9Y	6,21	52,66	1,9	73,54	24,96	32,67	54,49	70,44	32,67
1,9 Batan	26,46	54,92	2,0	100	32,89	26,46	54,92	86,77	
	100	32,89							

Ek 34. Larcodem girişı -80+50 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	5,43	15,12	1,3	5,43	15,12	100	46,14	2,71	
1,3B-1,4Y	6,40	23,93	1,4	11,83	19,89	94,57	47,92	8,63	11,46
1,4B-1,5Y	5,06	32,63	1,5	16,89	23,71	88,17	49,66	14,36	14,44
1,5B-1,6Y	9,38	39,54	1,6	26,27	29,36	83,11	50,70	21,58	14,26
1,6B-1,7Y	4,88	45,62	1,7	31,15	31,91	73,73	52,12	28,71	10,11
1,7B-1,8Y	5,23	48,92	1,8	36,38	34,35	68,85	52,58	33,77	20,28
1,8B-1,9Y	15,05	49,34	1,9	51,43	38,74	63,62	52,88	43,91	63,62
1,9 Batan	48,57	53,98	2,0	100	46,14	48,57	53,98	75,72	
	100	46,14							

Ek 35. Larcodem girişı -50+31,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	2,24	16,6	1,3	2,24	16,60	100	47,84	1,12	
1,3B-1,4Y	14,86	26,62	1,4	17,10	25,31	97,76	48,56	9,67	19,95
1,4B-1,5Y	5,09	35,87	1,5	22,19	27,73	82,90	52,49	19,64	9,67
1,5B-1,6Y	4,58	42,27	1,6	26,77	30,22	77,81	53,58	24,48	10,29
1,6B-1,7Y	5,71	44,16	1,7	32,48	32,67	73,23	54,29	29,62	8,55
1,7B-1,8Y	2,83	50,18	1,8	35,31	34,08	67,52	55,14	33,89	14,61
1,8B-1,9Y	11,78	53,16	1,9	47,09	38,85	64,69	55,36	41,20	64,69
1,9 Batan	52,91	55,85	2,0	100	47,84	52,91	55,85	73,54	
	100	47,84							

Ek 36. Larcodem girişı -31,5+18 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	5,30	13,19	1,3	5,30	13,19	100	31,42	2,65	-
1,3B-1,4Y	44,91	14,12	1,4	50,21	14,02	94,70	32,44	27,75	53,80
1,4B-1,5Y	8,89	36,73	1,5	59,10	17,44	49,79	48,96	54,65	14,90
1,5B-1,6Y	6,01	43,39	1,6	65,11	19,83	40,90	51,62	62,10	10,46
1,6B-1,7Y	4,44	46,95	1,7	69,55	21,57	34,89	53,04	67,33	9,11
1,7B-1,8Y	4,67	51,17	1,8	74,22	23,43	30,45	53,92	71,89	12,04
1,8B-1,9Y	7,37	52,28	1,9	81,59	26,03	25,78	54,42	77,91	25,78
1,9 Batan	18,41	55,28	2,0	100	31,42	18,41	55,28	90,79	-
	100	31,42							

Ek 37. Larcodem girişı -18+12,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	6,61	10,54	1,3	6,61	10,54	100	33,85	3,31	
1,3B-1,4Y	44,69	19,45	1,4	51,30	18,30	93,39	35,50	28,96	53,86
1,4B-1,5Y	9,18	39,55	1,5	60,48	21,53	48,70	50,22	55,89	16,00
1,5B-1,6Y	6,83	45,62	1,6	67,30	23,97	39,52	52,70	63,89	13,21
1,6B-1,7Y	6,39	49,98	1,7	73,69	26,22	32,70	54,18	70,50	9,94
1,7B-1,8Y	3,55	52,42	1,8	77,24	27,43	26,31	55,20	75,47	9,70
1,8B-1,9Y	6,15	52,74	1,9	83,39	29,29	22,76	55,63	80,32	22,76
1,9 Batan	16,61	56,7	2,0	100	33,85	16,61	56,70	91,70	
	100	33,85							

Ek 38. Larcodem girişı -12,5+10 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (gr/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (gr/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,88	12,38	1,3	0,88	12,38	100	34,07	0,44	-
1,3B-1,4Y	46,73	19,05	1,4	47,62	18,93	99,12	34,26	24,25	57,03
1,4B-1,5Y	10,30	30,12	1,5	57,91	20,92	52,38	47,83	52,76	17,22
1,5B-1,6Y	6,93	44,97	1,6	64,84	23,49	42,09	52,17	61,37	12,39
1,6B-1,7Y	5,46	48,42	1,7	70,30	25,42	35,16	53,58	67,57	10,31
1,7B-1,8Y	4,84	53,84	1,8	75,15	27,26	29,70	54,53	72,72	11,62
1,8B-1,9Y	6,78	54,16	1,9	81,93	29,48	24,85	54,67	78,54	24,85
1,9 Batan	18,07	54,86	2,0	100	34,07	18,07	54,86	90,96	-
	100	34,07							

Ek 39. Larcodem girişı -10+6,3 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	0,29	14,6	1,3	0,29	14,60	100	34,44	0,15	
1,3B-1,4Y	47,40	16,63	1,4	47,69	16,62	99,71	34,50	23,99	58,64
1,4B-1,5Y	11,24	33,27	1,5	58,93	19,79	52,31	50,70	53,31	17,96
1,5B-1,6Y	6,72	49,76	1,6	65,65	22,86	41,07	55,47	62,29	11,81
1,6B-1,7Y	5,09	52,66	1,7	70,74	25,01	34,35	56,58	68,20	10,38
1,7B-1,8Y	5,28	54,56	1,8	76,03	27,06	29,26	57,27	73,38	9,81
1,8B-1,9Y	4,52	55,26	1,9	80,55	28,64	23,97	57,86	78,29	23,97
1,9 Batan	19,45	58,47	2,0	100,00	34,44	19,45	58,47	90,27	
	100	34,44							

Ek 40. Larcodem girişı -6,3+4,75 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	16,85	15,32	1,3	16,85	15,32	100	32,93	8,43	
1,3B-1,4Y	19,20	18,42	1,4	36,06	16,97	83,15	36,50	26,46	42,24
1,4B-1,5Y	23,03	22,99	1,5	59,09	19,32	63,94	41,93	47,57	29,88
1,5B-1,6Y	6,84	37,86	1,6	65,93	21,24	40,91	52,59	62,51	12,87
1,6B-1,7Y	6,02	50,38	1,7	71,96	23,68	34,07	55,55	68,94	11,10
1,7B-1,8Y	5,08	56,39	1,8	77,03	25,84	28,04	56,65	74,49	10,67
1,8B-1,9Y	5,60	57,59	1,9	82,63	27,99	22,97	56,71	79,83	22,97
1,9 Batan	17,37	56,43	2,0	100	32,93	17,37	56,43	91,31	
	100	32,93							

Ek 41. Larcodem girişı -4,75+2,80 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	7,34	16,63	1,3	7,34	16,63	100	34,48	3,67	
1,3B-1,4Y	8,14	19,02	1,4	15,48	17,89	92,66	35,90	11,41	44,23
1,4B-1,5Y	36,09	18,25	1,5	51,57	18,14	84,52	37,52	33,53	45,89
1,5B-1,6Y	9,80	36,1	1,6	61,37	21,01	48,43	51,89	56,47	14,90
1,6B-1,7Y	5,10	49,84	1,7	66,48	23,22	38,63	55,89	63,92	10,44
1,7B-1,8Y	5,34	56,24	1,8	71,81	25,68	33,52	56,81	69,14	12,88
1,8B-1,9Y	7,54	56,51	1,9	79,35	28,61	28,19	56,92	75,58	28,19
1,9 Batan	20,65	57,07	2,0	100	34,48	20,65	57,07	89,68	
	100	34,48							

Ek 42. Larcodem girişı -2,80+1 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	1,04	17,89	1,3	1,04	17,89	100	36,49	0,52	
1,3B-1,4Y	1,45	19,03	1,4	2,49	18,55	98,96	36,69	1,77	23,44
1,4B-1,5Y	21,99	17,32	1,5	24,48	17,45	97,51	36,95	13,49	41,45
1,5B-1,6Y	19,46	22,74	1,6	43,94	19,79	75,52	42,66	34,21	30,15
1,6B-1,7Y	10,69	30,97	1,7	54,63	21,98	56,06	49,58	49,29	15,56
1,7B-1,8Y	4,87	42,85	1,8	59,50	23,69	45,37	53,97	57,07	9,24
1,8B-1,9Y	4,37	51,87	1,9	63,87	25,62	40,50	55,30	61,69	40,50
1,9 Batan	36,13	55,72	2,0	100	36,49	36,13	55,72	81,94	
	100	36,49							

Ek 43. Larcodem girişı -1+0,5 mm fraksiyonu yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	1,99	16,21	1,3	1,99	16,21	100	42,50	1,00	-
1,3B-1,4Y	2,36	18,63	1,4	4,35	17,52	98,01	43,04	3,17	11,70
1,4B-1,5Y	9,34	19,75	1,5	13,69	19,04	95,65	43,64	9,02	16,62
1,5B-1,6Y	7,29	23,2	1,6	20,98	20,49	86,31	46,22	17,33	12,64
1,6B-1,7Y	5,35	22,36	1,7	26,33	20,87	79,02	48,35	23,65	12,21
1,7B-1,8Y	6,86	28,81	1,8	33,19	22,51	73,67	50,23	29,76	13,19
1,8B-1,9Y	6,33	33,74	1,9	39,52	24,31	66,81	52,43	36,35	66,81
1,9 Batan	60,48	54,39	2,0	100	42,50	60,48	54,39	69,76	-
	100	42,50							

Ek 44. Larcodem birleştirilmiş (-80+0,5) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	4,44	14,80	1,3	4,44	14,80	100	40,35	2,22	
1,3B-1,4Y	24,08	20,35	1,4	28,52	19,49	95,56	41,54	16,48	35,23
1,4B-1,5Y	11,15	31,65	1,5	39,67	22,90	71,48	48,68	34,09	18,97
1,5B-1,6Y	7,82	40,39	1,6	47,49	25,78	60,33	51,83	43,58	13,47
1,6B-1,7Y	5,65	45,36	1,7	53,14	27,87	52,51	53,53	50,31	10,17
1,7B-1,8Y	4,52	50,30	1,8	57,66	29,63	46,86	54,51	55,40	13,45
1,8B-1,9Y	8,93	52,15	1,9	66,59	32,65	42,34	54,96	62,12	42,34
1,9 Batan	33,41	55,1	2,0	100	40,35	33,41	55,71	83,29	
	100	40,35							

Ek 45. Larcodem birleştirilmiş (-80+18) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	4,26	15,03	1,3	4,26	15,03	100	43,09	2,13	
1,3B-1,4Y	21,57	21,78	1,4	25,83	20,67	95,74	44,33	15,04	27,85
1,4B-1,5Y	6,28	35,07	1,5	32,11	23,49	74,17	50,89	28,97	12,90
1,5B-1,6Y	6,61	43,73	1,6	38,72	26,95	67,89	52,36	35,41	11,65
1,6B-1,7Y	5,04	45,52	1,7	43,76	29,08	61,28	53,29	41,24	9,24
1,7B-1,8Y	4,20	50,08	1,8	47,96	30,92	56,24	53,98	45,86	15,67
1,8B-1,9Y	11,46	51,62	1,9	59,42	34,92	52,04	54,30	53,69	52,04
1,9 Batan	40,58	55,05	2,0	100	43,09	40,58	55,05	79,71	
	100	43,09							

Ek 46. Larcodem birleştirilmiş (-18+10) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	4,71	11,15	1,3	4,71	11,15	100	33,97	2,36	
1,3B-1,4Y	45,37	19,32	1,4	50,08	18,55	95,29	35,09	27,39	54,92
1,4B-1,5Y	9,55	36,42	1,5	59,63	21,41	49,92	49,43	54,85	16,41
1,5B-1,6Y	6,86	45,40	1,6	66,48	23,89	40,37	52,51	63,05	12,94
1,6B-1,7Y	6,08	49,46	1,7	72,56	26,03	33,52	53,96	69,52	10,06
1,7B-1,8Y	3,98	52,89	1,8	76,55	27,43	27,44	54,96	74,55	10,34
1,8B-1,9Y	6,36	53,21	1,9	82,90	29,40	23,45	55,31	79,72	23,45
1,9 Batan	17,10	56,09	2,0	100	33,97	17,10	56,09	91,45	
	100	33,97							

Ek 47. Larcodem birleştirilmiş (-10+0,5) yıkanabilirlik çizelgesi

Yoğunluk (g/cm ³)	Ağırlık (%)	Kül (%)	Yoğunluk (g/cm ³)	Birikimli Yüzen		Birikimli Batan		Parça Kül	±0,1 Yoğunluk
				Ağırlık (%)	Kül (%)	Ağırlık (%)	Kül (%)		
1,3 Yüzen	4,65	16,12	1,3	4,65	16,12	100	36,98	2,32	
1,3B-1,4Y	18,56	18,22	1,4	23,20	17,80	95,35	37,99	13,93	39,36
1,4B-1,5Y	20,81	23,12	1,5	44,01	20,31	76,80	42,77	33,61	31,29
1,5B-1,6Y	10,48	35,57	1,6	54,49	23,25	55,99	50,08	49,25	17,06
1,6B-1,7Y	6,58	43,11	1,7	61,07	25,39	45,51	53,42	57,78	11,93
1,7B-1,8Y	5,35	49,49	1,8	66,42	27,33	38,93	55,16	63,75	10,87
1,8B-1,9Y	5,52	52,61	1,9	71,95	29,27	33,58	56,06	69,18	33,58
1,9 Batan	28,05	56,74	2,0	100	36,98	28,05	56,74	85,97	
	100	36,98							

Ek 48. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-80+50)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	81,34	48,32	99,99	0,01	0,00	0,01	48,32
1,3B-1,4Y	18,60	11,05	99,96	0,01	0,00	0,04	11,05
1,4B-1,5Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,5B-1,6Y	0,01	0,01	1,02	1,42	0,58	98,98	0,58
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	1,18	1,23	0,50	98,82	0,51
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	0,88	1,65	0,67	99,12	0,68
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,52	2,80	1,14	99,48	1,14
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	92,86	37,70	99,98	37,71
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 49. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (50+31,5)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	72,48	43,05	99,99	0,01	0,00	0,01	43,06
1,3B-1,4Y	25,77	15,31	99,97	0,01	0,00	0,03	15,31
1,4B-1,5Y	0,72	0,43	99,06	0,01	0,00	0,94	0,43
1,5B-1,6Y	0,99	0,59	82,84	0,30	0,12	17,16	0,71
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	1,34	1,08	0,44	98,66	0,44
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,22	6,75	2,74	99,78	2,75
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	91,83	37,28	99,98	37,29
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 50. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-31,5+18)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	17,05	10,13	99,60	0,10	0,04	0,40	10,17
1,3B-1,4Y	81,49	48,41	84,48	21,91	8,90	15,52	57,30
1,4B-1,5Y	0,96	0,57	25,99	4,00	1,62	74,01	2,19
1,5B-1,6Y	0,10	0,06	1,10	13,14	5,33	98,90	5,39
1,6B-1,7Y	0,10	0,06	2,38	6,00	2,44	97,62	2,50
1,7B-1,8Y	0,10	0,06	0,77	18,78	7,62	99,23	7,68
1,8B-1,9Y	0,10	0,06	0,48	30,62	12,43	99,52	12,49
1,9 Batan	0,10	0,06	2,62	5,44	2,21	97,38	2,27
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 51. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-18+12,5)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	11,82	7,02	99,94	0,01	0,00	0,06	7,03
1,3B-1,4Y	86,58	51,43	99,99	0,01	0,00	0,01	51,43
1,4B-1,5Y	1,55	0,92	99,56	0,01	0,00	0,44	0,92
1,5B-1,6Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	0,35	4,16	1,69	99,65	1,69
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	0,23	6,47	2,63	99,77	2,63
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,29	5,10	2,07	99,71	2,08
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	84,13	34,16	99,98	34,16
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 52. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-12,5+10)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	17,35	10,31	99,96	0,01	0,00	0,04	10,31
1,3B-1,4Y	82,59	49,06	97,63	2,93	1,19	2,37	50,25
1,4B-1,5Y	0,01	0,01	0,60	2,44	0,99	99,40	1,00
1,5B-1,6Y	0,01	0,01	0,73	2,00	0,81	99,27	0,82
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	0,30	4,88	1,98	99,70	1,99
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	0,74	1,95	0,79	99,26	0,80
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,12	12,19	4,95	99,88	4,96
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	73,50	29,84	99,98	29,85
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 53. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-10+6,3)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	6,74	4,00	99,90	0,01	0,00	0,10	4,01
1,3B-1,4Y	90,16	53,56	99,99	0,01	0,00	0,01	53,56
1,4B-1,5Y	3,05	1,81	99,78	0,01	0,00	0,22	1,82
1,5B-1,6Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,15	9,44	3,83	99,85	3,84
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	90,50	36,74	99,98	36,75
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 54. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-6,3+4,75)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	3,49	2,07	99,80	0,01	0,00	0,20	2,08
1,3B-1,4Y	89,74	53,31	99,99	0,01	0,00	0,01	53,31
1,4B-1,5Y	4,82	2,86	99,86	0,01	0,00	0,14	2,87
1,5B-1,6Y	1,91	1,13	99,64	0,01	0,00	0,36	1,14
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	0,35	4,11	1,67	99,65	1,67
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,70	2,09	0,85	99,30	0,85
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	93,74	38,06	99,98	38,06
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 55. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-4,75+2,80)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	0,10	0,06	93,60	0,01	0,00	6,40	0,06
1,3B-1,4Y	74,32	44,15	95,90	4,65	1,89	4,10	46,03
1,4B-1,5Y	23,98	14,24	97,53	0,89	0,36	2,47	14,61
1,5B-1,6Y	1,56	0,93	68,08	1,07	0,43	31,92	1,36
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	0,43	3,40	1,38	99,57	1,39
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	2,64	0,54	0,22	97,36	0,23
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,20	7,15	2,90	99,80	2,91
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	82,29	33,41	99,98	33,42
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 56. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-2,80+1)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	0,10	0,06	93,60	0,01	0,00	6,40	0,06
1,3B-1,4Y	13,21	7,85	99,95	0,01	0,00	0,05	7,85
1,4B-1,5Y	78,14	46,42	98,63	1,59	0,65	1,37	47,06
1,5B-1,6Y	5,38	3,20	94,71	0,44	0,18	5,29	3,37
1,6B-1,7Y	3,14	1,87	97,04	0,14	0,06	2,96	1,92
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	4,80	0,29	0,12	95,20	0,12
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	0,67	2,17	0,88	99,33	0,89
1,9 Batan	0,01	0,01	0,02	95,36	38,72	99,98	38,72
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 57. Drewboy performans değerleri ve ayırma faktörleri (-1+0,5)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	0,50	0,30	98,65	0,01	0,00	1,35	0,30
1,3B-1,4Y	7,60	4,51	99,91	0,01	0,00	0,09	4,52
1,4B-1,5Y	62,87	37,34	99,99	0,01	0,00	0,01	37,35
1,5B-1,6Y	28,99	17,22	99,98	0,01	0,00	0,02	17,22
1,6B-1,7Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,7B-1,8Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,8B-1,9Y	0,01	0,01	59,40	0,01	0,00	40,60	0,01
1,9 Batan	0,01	0,01	0,01	99,93	40,57	99,99	40,58
	100,00	59,40		100,00	40,60		100,00

Ek 58. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-80+50)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	15,81	11,14	99,26	0,28	0,08	0,74	11,22
1,3B-1,4Y	43,45	30,62	93,36	7,37	2,18	6,64	32,80
1,4B-1,5Y	8,00	5,64	75,26	6,28	1,85	24,74	7,49
1,5B-1,6Y	9,89	6,97	88,04	3,21	0,95	11,96	7,92
1,6B-1,7Y	8,59	6,05	87,48	2,93	0,87	12,52	6,92
1,7B-1,8Y	12,00	8,46	83,81	5,53	1,63	16,19	10,09
1,8B-1,9Y	1,35	0,95	41,49	4,56	1,35	58,51	2,30
1,9 Batan	0,90	0,64	3,00	69,83	20,61	97,00	21,25
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 59. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-50+31,5)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	46,72	32,93	99,78	0,24	0,07	0,22	33,00
1,3B-1,4Y	23,74	16,73	93,99	3,63	1,07	6,01	17,80
1,4B-1,5Y	11,26	7,93	74,00	7,32	2,16	21,41	10,10
1,5B-1,6Y	9,25	6,52	82,00	3,04	0,90	12,08	7,42
1,6B-1,7Y	4,63	3,26	74,87	3,71	1,10	25,13	4,36
1,7B-1,8Y	2,36	1,66	45,47	6,76	1,99	54,53	3,66
1,8B-1,9Y	1,86	1,31	38,79	7,00	2,07	61,21	3,38
1,9 Batan	0,19	0,13	0,65	68,32	20,17	99,35	20,30
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,01

Ek 60. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-31,5+18)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	41,56	29,29	97,27	2,79	0,82	2,73	30,11
1,3B-1,4Y	32,98	23,24	94,66	4,44	1,31	5,34	24,55
1,4B-1,5Y	7,98	5,62	76,14	5,97	1,76	23,86	7,39
1,5B-1,6Y	5,00	3,52	77,12	9,60	2,83	44,57	6,36
1,6B-1,7Y	4,00	2,82	78,60	2,60	0,77	21,40	3,59
1,7B-1,8Y	3,00	2,11	74,13	2,50	0,74	25,87	2,85
1,8B-1,9Y	2,08	1,47	70,30	2,10	0,62	29,70	2,09
1,9 Batan	3,40	2,39	10,38	70,00	20,66	89,62	23,06
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 61. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-18+12,5)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	36,61	25,80	96,82	2,87	0,85	3,18	26,65
1,3B-1,4Y	42,67	30,07	96,67	3,51	1,04	3,33	31,11
1,4B-1,5Y	3,88	2,73	77,70	2,66	0,78	22,30	3,52
1,5B-1,6Y	1,57	1,11	78,00	2,82	0,83	42,87	1,94
1,6B-1,7Y	3,48	2,45	81,16	1,17	0,35	12,34	2,80
1,7B-1,8Y	3,35	2,36	71,84	3,14	0,93	28,16	3,29
1,8B-1,9Y	2,58	1,82	70,12	1,97	0,58	24,22	2,40
1,9 Batan	5,85	4,13	14,58	81,87	24,17	85,42	28,29
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 62. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-12,5+10)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	29,66	20,90	97,84	1,56	0,46	2,16	21,36
1,3B-1,4Y	38,70	27,27	97,58	2,29	0,68	2,42	27,95
1,4B-1,5Y	8,14	5,74	96,14	0,78	0,23	3,86	5,97
1,5B-1,6Y	3,07	2,17	78,58	2,00	0,59	21,42	2,76
1,6B-1,7Y	1,01	0,71	73,89	1,66	0,49	40,70	1,20
1,7B-1,8Y	2,60	1,84	71,81	2,44	0,72	28,19	2,56
1,8B-1,9Y	3,58	2,52	65,89	1,42	0,42	14,20	2,94
1,9 Batan	13,24	9,33	24,69	87,85	25,93	73,54	35,26
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 63. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-10+6,3)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	10,00	7,05	85,28	4,12	1,22	14,72	8,26
1,3B-1,4Y	61,62	43,43	81,34	33,74	9,96	18,66	53,39
1,4B-1,5Y	5,64	3,97	55,16	16,00	4,72	54,30	8,70
1,5B-1,6Y	4,00	2,82	56,13	12,00	3,54	55,68	6,36
1,6B-1,7Y	5,00	3,52	53,26	23,16	6,84	65,99	10,36
1,7B-1,8Y	2,35	1,65	53,00	7,00	2,07	55,55	3,72
1,8B-1,9Y	1,41	1,00	58,00	3,30	0,69	40,92	1,69
1,9 Batan	9,98	7,03	20,00	2,92	0,48	6,39	7,51
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 64. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-6,3+4,75)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	1,91	1,35	97,85	0,10	0,03	2,15	1,38
1,3B-1,4Y	65,25	45,99	97,85	3,42	1,01	2,15	47,00
1,4B-1,5Y	6,35	4,48	91,17	1,47	0,43	8,83	4,91
1,5B-1,6Y	3,49	2,46	73,86	2,95	0,87	26,14	3,33
1,6B-1,7Y	3,95	2,78	80,39	2,30	0,68	19,61	3,46
1,7B-1,8Y	3,20	2,26	81,12	1,30	0,38	14,54	2,64
1,8B-1,9Y	2,40	1,69	82,63	0,71	0,21	11,01	1,90
1,9 Batan	13,44	9,47	24,89	87,76	25,91	73,23	35,38
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 65. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-4,75+2,80)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	1,00	0,70	73,40	0,87	0,26	26,60	0,96
1,3B-1,4Y	49,37	34,80	97,46	3,07	0,91	2,54	35,70
1,4B-1,5Y	10,00	7,05	91,39	2,25	0,66	8,61	7,71
1,5B-1,6Y	7,15	5,04	87,97	2,34	0,69	12,03	5,73
1,6B-1,7Y	6,02	4,24	86,24	2,29	0,68	13,76	4,92
1,7B-1,8Y	7,34	5,17	90,20	1,90	0,56	9,80	5,73
1,8B-1,9Y	7,25	5,11	90,60	0,74	0,22	4,08	5,32
1,9 Batan	11,87	8,37	24,67	86,54	25,55	75,33	33,91
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 66. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-2,80+1)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	0,10	0,07	70,48	0,10	0,03	29,52	0,10
1,3B-1,4Y	2,19	1,54	86,02	0,85	0,25	13,98	1,79
1,4B-1,5Y	46,33	32,65	97,69	2,61	0,77	2,31	33,42
1,5B-1,6Y	18,88	13,31	95,49	2,13	0,63	4,51	13,94
1,6B-1,7Y	4,98	3,51	79,21	3,12	0,92	20,79	4,43
1,7B-1,8Y	6,74	4,75	84,33	2,99	0,88	15,67	5,63
1,8B-1,9Y	8,43	5,94	90,03	2,23	0,66	9,97	6,60
1,9 Batan	12,45	8,70	25,53	86,07	25,38	74,47	34,08
	100,10	70,48		100,00	29,52		100,00

Ek 67. Larcodem performans değerleri ve ayırma faktörleri (-1+0,5)

Yoğunluk	Lave			Şist			Hesapla Bulunan Beslenen Kömür
g/cm ³	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)	Besleme malına göre (%)	Ayırma Faktörü (%)	(%)
1,3 Yüzen	0,10	0,07	70,48	0,10	0,03	29,52	0,10
1,3B-1,4Y	13,90	9,80	96,96	1,04	0,31	3,04	10,10
1,4B-1,5Y	49,81	35,11	99,92	0,10	0,03	0,08	35,14
1,5B-1,6Y	5,79	4,08	99,28	0,10	0,03	0,72	4,11
1,6B-1,7Y	5,02	3,54	91,31	1,14	0,34	8,69	3,87
1,7B-1,8Y	3,67	2,59	76,98	2,62	0,77	23,02	3,36
1,8B-1,9Y	1,54	1,09	51,81	3,42	1,01	48,19	2,09
1,9 Batan	20,17	14,22	24,00	91,48	27,00	65,51	41,22
	100,00	70,48		100,00	29,52		100,00