



**İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

**KÖMÜR FLOTASYONUNDA YENİ TEKNİKLERİN
UYGULANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI**

**Maden Müh. Ali TAŞDEMİR
Maden Mühendisliği Anabilim Dalı
Maden Mühendisliği Programı**

**Danışman
Doç.Dr. Şafak G. ÖZKAN**

MART, 2007

İSTANBUL

Bu çalışma 12/03/2007 tarihinde aşağıdaki jüri tarafından Maden Mühendisliğı Anabilim Dalı Maden Mühendisliğı programında Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

Danışman Adı (Danışman)
Doç. Dr. Şafak G. ÖZKAN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Jüri Adı
Prof. Dr. Ali KAHRİMAN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Jüri Adı
Yrd. Doç. Dr. Güngör TUNCER
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Jüri Adı
Doç. Dr. Ataç BAŞÇETİN
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Jüri Adı
Prof. Dr. İsmail BOZ
İstanbul Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi

Bu alışma İstanbul Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Yürütücü Sekreterlięinin
T-990/06102006 numaralı projesi ile desteklenmiřtir.

ÖNSÖZ

Tez çalışmalarım boyunca gösterdiği her türlü destek ve yardımdan dolayı çok değerli danışman hocam Doç.Dr. Şafak G. ÖZKAN ve eşi Semra ÖZKAN'a, Bölüm Başkanı ve Maden İşletme Anabilim Dalı Başkanı Prof.Dr. Ali KAHRİMAN, Yrd.Doç.Dr. Güngör TUNCER ve Yrd.Doç.Dr. İlgin KURŞUN'a teşekkür ederim.

Ayrıca bu çalışmada yardımlarını esirgemeyen Araştırma Görevlileri; Faruk ESKİBALCI, Kenan ÇİNKU, İsmail DEMİR ve Can GÜNGÖREN'e de teşekkürlerimi sunarım.

Mart, 2007

Ali TAŞDEMİR

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No.
ÖNSÖZ.....	i
İÇİNDEKİLER.....	ii
ŞEKİL LİSTESİ.....	v
TABLO LİSTESİ.....	viii
ÖZET.....	x
SUMMARY.....	xi
1.GİRİŞ.....	1
2. GENEL KISIMLAR.....	3
2.1. KÖMÜRÜN TANIMI.....	3
2.2. KÖMÜRÜN DÜNYA VE TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ YERİ VE ÖNEMİ.....	3
2.3. KÖMÜR OLUŞUMU.....	5
2.3.1.Turbalaşma.....	5
2.3.2. Kömürleşme.....	5
2.4. KÖMÜR REZERVLERİ VE ÜRETİM MİKTARLARI.....	6
2.4.1. Dünya Kömür Rezervleri ve Üretim Miktarları.....	6
2. 4. 2. Türkiye Kömür Rezervi ve Üretim Miktarları.....	7
2.5. KÖMÜRÜN PETROGRAFİK, FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ.....	8
2.5.1. Kömürün Petrografik Özellikleri.....	8
2.5.1.1. Litotipler.....	8
2.5.1.2.Maseraller.....	9
2.5.2. Kömürün Fiziksel Özellikleri.....	10
2.5.3. Kömürün Kimyasal Özellikleri.....	13
2.6. KÖMÜRÜN YIKANABİLME ÖZELLİKLERİ.....	14

2.7. KÖMÜRLERİN SINIFLANDIRILMASI.....	15
2.8. KÜKÜRTÜN KÖMÜRDEN UZAKLAŞTIRILMASI.....	19
2.8.1. Fiziksel Yöntemler.....	21
2.8.2. Kimyasal Yöntemler.....	34
2.8.3. Biyolojik Yöntemler.....	37
2.9. KÖMÜR TEKNOLOJİSİ.....	38
2.9.1. Kömürün Koklaştırılması.....	38
2.9.2. Kömürün Gazlaştırılması.....	40
2.9.3. Kömürün Sıvılaştırılması.....	40
2.9.4. Kömürün Briketlenmesi.....	41
2.10. KÖMÜRÜN KULLANIM ALANLARI.....	42
2.11. TEZ ÇALIŞMASINDA KULLANILAN YENİ TEKNİKLER.....	44
2.11.1. Ultrases	44
2.11.1.1. Ultrases Dalgaları Hakkında Genel Bilgiler.....	44
2.11.1.2. Ultrases Dalgalarının Kullanım Alanları.....	46
2.11.2. Mikrodalga.....	46
2.11.2.1. Mikrodalgalar Hakkında Genel Bilgiler.....	46
2.11.2.2. Mikrodalgaların Uygulama Alanları.....	51
2.11. KÖMÜRLERDEN HÜMİK ASİT ÜRETİMİ.....	51
2.12. NUMUNELERİN SAĞLANDIĞI KÖMÜR ÜRETİM	
BÖLGELERİ HAKKINDA GENEL BİLGİLER.....	54
2.12.1. Zonguldak Armutçuk Taşkömürü Havzası.....	54
2.12.1.1. Havzanın Jeolojisi.....	54
2.12.1.2. Armutçuk Bölgesinin Tanıtımı	54
2.12.1.3. Armutçuk Bölgesi Kömür Üretimi, Rezerv Durumu ve Kimyasal	
Özellikler.....	55
2.12.2. MUĞLA-YATAĞAN BÖLGESİ LİNYİT HAVZASI.....	56
2.12.2.1. Yatağan Linyit Havzasının Jeolojisi.....	56
2.12.2.2. Yatağan Linyit Havzasının Tanıtımı.....	56

2.12.2.3. Yatağan Kömür Rezervleri, Üretim Miktarları, Kimyasal ve Petrografik Özellikleri.....	58
2.12.3. Kahramanmaraş Afşin-Elbistan Bölgesi Linyit Havzası.....	60
2.12.3.1. Afşin-Elbistan Havzasının Tanıtımı.....	60
2.12.3.2. Afşin-Elbistan Havzasının Jeolojisi.....	62
2.12.3.3. Afşin-Elbistan Kömür Rezervi ve Kömürün Kimyasal ve Petrografik Özellikleri.....	62
3.MALZEME VE YÖNTEM.....	65
3.1.MALZEME.....	65
3.1.1. Deneylerde Kullanılan Numunelere Ait Kimyasal Özellikler.....	68
3.1.2. Deneylerde Kullanılan Cihazların Teknik Özellikleri.....	70
3.2. YÖNTEM.....	73
3.2.1. Tezde Uygulanan Flotasyon Yöntemleri ve Flotasyonda Ön İşlemler Olarak Uygulanan Yeni Teknikler	73
3.2.2. Flotasyon Deneylerinde Uygulama Koşulları.....	75
3.2.3. Tezde Uygulanan Hüyük Asit Analiz Yöntemi.....	80
4.BULGULAR.....	81
4.1. ELEK ANALİZLERİ.....	81
4.2. FLOTASYON DENEYLERİ.....	90
4.3. HÜYÜK ASİT ELDESİ.....	108
5. TARTIŞMA VE SONUÇ.....	112
6.KAYNAKLAR.....	114
7.EKLER.....	117
ÖZGEÇMİŞ.....	162

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1 : Yıllar itibariyle dünya taşkömürü ve linyit üretimleri.....	7
Şekil 2.2 : Yıllar itibariyle ülkemizde üretilen taşkömürü ve linyit miktarları.....	8
Şekil 2.3 : Baum jigi şematik görünümü.....	22
Şekil 2.4 : Batac jigi.....	23
Şekil 2.5 : Wemco ağır ortam tamburu şematik görünümü.....	25
Şekil 2.6 : Drewboy tambur tipi yıkayıcının şematik görünümü.....	25
Şekil 2.7 : Teska ayırıcısı şematik görünümü.....	26
Şekil 2.8 : Vorsyl ayırıcısı şematik görünümü.....	27
Şekil 2.9 : Larcodems ayırıcısı şematik görünümü.....	28
Şekil 2.10 : Tipik bir kolon flotasyonunun şematik görünümü.....	32
Şekil 2.11 : Jet flotasyonu şematik görünümü.....	33
Şekil 2.12 : Koklaşma sırasında kömürde meydana gelen gelişmeler.....	39
Şekil 2.13 : Taşkömürü ve linyitin kullanım yerleri, dünya rezerv yüzdeleri ile karbon/enerji ve nem miktarları bakımından arasındaki ilişkiler.....	43
Şekil 2.14 : Ses dalgaları.....	44
Şekil 2.15 : Kavitasyon : (a) basınç ve gevşeme evresi (b) oyuklanma ve dağılma evresi.....	45
Şekil 2.16 : Elektromanyetik spektrum	47
Şekil 2.17 : Mikrodalga ve konvansiyonel ısıtma mekanizmaları.....	48
Şekil 2.18 : Elektromanyetik alan içerisinde su moleküllerinin davranışı: (a) mikrodalga uygulandığındaki durum (b) : uygulanmadığındaki durum.....	50
Şekil 2.19 : Zonguldak Taşkömürü İşletme Müessesesi'nin imtiyaz alanları.....	54
Şekil 2.20 : Muğla-Yatağan Bölgesi coğrafi durumu.....	57
Şekil 2.21 : Afşin-Elbistan Bölgesi coğrafi durum.....	61
Şekil 2.22 : Afşin-Elbistan Bölgesi sektörel dağılımı.....	61
Şekil 3.1 : Karakterizasyon testleri için hazırlanan numunelere ait akım şeması.....	67
Şekil 3.2 : Kesikli (batch) flotasyonu şematik görünümü.....	74
Şekil 3.3 : "Release analysis" tekniği akım şeması.....	74
Şekil 3.4 : Flotasyonda uygulanan işlemlere ait genel akım şeması.....	75
Şekil 4.1 : Armutçuk numunesi çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri.....	82
Şekil 4.2 : Armutçuk numunesi çeneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi.....	82
Şekil 4.3 : Armutçuk numunesi merdaneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri.....	83
Şekil 4.4 : Armutçuk numunesi merdaneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi.....	84
Şekil 4.5 : Yatağan Bölgesi linyit numunesine ait çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri.....	85
Şekil 4.6 : Yatağan Bölgesi linyit numunesine ait çeneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi.....	85
Şekil 4.7 : Yatağan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri.....	86
Şekil 4.8 : Yatağan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı normal dağılım eğrisi.....	87

Şekil 4.9 : Afşin-Elbistan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri.....	88
Şekil 4.10 : Afşin-Elbistan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi.....	88
Şekil 4.11 : Afşin-Elbistan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri.....	89
Şekil 4.12 : Afşin-Elbistan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı normal dağılım eğrisi.....	90
Şekil 4.13 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	92
Şekil 4.14 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	92
Şekil 4.15 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	93
Şekil 4.16 : Şamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	93
Şekil 4.17 : Şamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	94
Şekil 4.18 : Şamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	94
Şekil 4.19 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	95
Şekil 4.20 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	95
Şekil 4.21 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	96
Şekil 4.22 : Şamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	96
Şekil 4.23 : Şamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	97
Şekil 4.24 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	97
Şekil 4.25 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	98
Şekil 4.26 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	98
Şekil 4.27 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	99
Şekil 4.28 : Şamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	99

Şekil 4.29 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	100
Şekil 4.30 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	100
Şekil 4.31 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	101
Şekil 4.32 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	101
Şekil 4.33 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	102
Şekil 4.34 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	102
Şekil 4.35 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	103
Şekil 4.36 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	103
Şekil 4.37 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri.....	104
Şekil 4.38 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri.....	104
Şekil 4.39 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri.....	105
Şekil 4.40 : Şlamlı Zonguldak numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri.....	105
Şekil 4.41 : Şlamlı Zonguldak numunesi üzerinde yüzene göre yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrilerinin yakın ölçekli görünümü	106
Şekil 4.42 : Şlamsız Zonguldak numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri.....	106
Şekil 4.43 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri.....	107
Şekil 4.44 : Şlamsız Afşin-Elbistan numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri.....	107
Şekil 4.45 : Şlamlı Yatağan numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri.....	108

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo2.1 : Kömürlerin ASTM sınıflandırması.....	16
Tablo2.2 : Isıtmada kullanılan linyitlerin TSE sınıflandırmasına göre özellikleri.....	17
Tablo 2.3 : Zonguldak Armutçuk Rezerv Durumu.....	55
Tablo2.4: Zonguldak Armutçuk taşkömürü özellikleri.....	55
Tablo 2.5 : Zonguldak Armutçuk taşkömürü petrografik özellikleri.....	56
Tablo 2.6 : Muğla-Yatağan bölgesi kömür ocaklarına ait rezerv durumu.....	58
Tablo 2.7 : Muğla-Yatağan bölgesi kömür üretim miktarları.....	58
Tablo 2.8 : Muğla-Yatağan bölgesi linyitlerinin tam ve elementel analiz değerleri ...	59
Tablo 2.9 : Muğla-Yatağan Bölgesi linyitlerinin petrografik analiz sonuçları.....	60
Tablo 2.10 : Kahramanmaraş-Afşin Elbistan Bölgesi linyitlerinin tam ve elementel analiz değerleri.....	63
Tablo 2.11 : Kahramanmaraş-Afşin Elbistan Bölgesi linyitlerinin petrografik analiz sonuçları.....	64
Tablo 3.1 : Zonguldak-Armutçuk Bölgesi taşkömürü numunesine ait analiz sonuçları.....	68
Tablo 3.2 : Kahramanmaraş-Afşin Elbistan Bölgesi linyit numunesine ait analiz sonuçları.....	69
Tablo 3.3 : Muğla-Yatağan Bölgesi linyit numunesine ait analiz sonuçları.....	70
Tablo 3.4 : Flotasyon deney koşulları.....	79
Tablo 4.1 : Armutçuk numunesi çeneli kırıcı çıkışı elek analizi.....	81
Tablo 4.2 : Armutçuk numunesi merdaneli kırıcı çıkışı elek analizi.....	83
Tablo 4.3 : Yatağan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek analizi....	84
Tablo 4.4 : Yatağan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek analizi...	86
Tablo 4.5 : Afşin-Elbistan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek analizi....	87
Tablo 4.6 : Afşin-Elbistan Bölgesi'ne ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek analizi.....	89
Tablo 4.7 : Amonyak çözeltisi ve % 30'luk KOH kullanılarak hümkik asit analizleri yapılan numune ve artık ürünler için % hümkik asit ekstraksiyonları.....	109
Tablo 4.8 : Afşin Elbistan numunesi flotasyonunda 293 g/t gazyağı ve çamyağı kullanıldığı kesikli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi.....	110
Tablo 4.9 : Afşin Elbistan numunesi flotasyonunda 192 g/t montanol 531 kullanıldığı kesikli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi.....	110
Tablo 4.10 : Afşin Elbistan numunesi ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon ürünleri % hümkik asit verimi.....	110
Tablo 4.11 : Afşin Elbistan numunesi sürekli flotasyon ürünleri % hümkik asit verimi.....	110
Tablo 4.12 : Afşin Elbistan numunesi mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon ürünleri % hümkik asit verimi.....	110
Tablo 4.13 : Şıamlı Afşin Elbistan numunesi sürekli flotasyon ürünleri % hümkik asit verimi.....	110

Tablo 4.14 : 240 g/t Ekofol 440 reaktifi ile muamele görmüş şıamlı Afşin Elbistan numunesi kesikli flotasyon ürünleri % hümik asit verimi.....	111
Tablo 4.15 : Yatağan numunesi mikrodalga ön işlemlı sürekli flotasyon ürünleri % hümik asit verimi.....	111
Tablo 4.16 : Yatağan numunesi sürekli flotasyon ürünleri % hümik asit verimi.....	111
Tablo 4.17 : Afşin Elbistan Yatağan numunesi ultrason ön işlemlı sürekli flotasyon ürünleri % hümik asit verimi.....	111

ÖZET

KÖMÜR FLOTASYONUNDA YENİ TEKNİKLERİN UYGULANABİLİRLİĞİNİN ARAŞTIRILMASI

Bu çalışmada kömür flotasyonunda yeni teknikler kullanılmıştır. Önce kömür klasik yöntemle yüzdürülmüş, daha sonra kömür pülpü ultrasonik banyoda ön işlemten geçirilerek flote edilmiştir. Yine diğer bir teknik olarak kömüre mikrodalga enerjisi uygulandıktan sonra flotasyon yapılmıştır. Kömür numuneleri Türkiye’de halihazırda üretimi yapılmakta olan ocaklardan temsili olarak temin edilmiştir. Bunlardan taşkömürü numunesi Zonguldak-Armutçuk yöresinden, linyit numuneleri ise Muğla-Yatağan ve Kahramanmaraş-Afşin Elbistan yörelerinden sağlanmıştır.

Kömür hazırlama işlemlerine geçilerek numuneler üzerinde boyut küçültme ve boyuta göre sınıflandırma yapılmış ve numuneler analize hazırlanarak kimyasal özellikleri tespit edilmiştir. Taşkömürü ve linyit numuneleri konvansiyonel kesikli (batch) ve konvansiyonel sürekli flotasyon (release analysis) koşullarında yüzdürülerek kül analizleri yapılmıştır. Kesikli flotasyon deneylerinden optimum reaktif miktarı ve türü belirlenmiştir. Sürekli flotasyon deneylerinin kül analizleri yapılarak elde edilen yanabilir verimler, kesikli flotasyon deneylerinden elde edilen yanabilir verim, kül uzaklaştırma verimi ve flotasyon ayırma etkinlikleri ile karşılaştırılmıştır.

Ayrıca yeni tekniklerin ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneylerinin sonuçları ile, kesikli ve sürekli flotasyon deneylerinin sonuçları karşılaştırılarak yeni tekniklerin flotasyona olan etkisi ortaya konmuştur.

Linyit flotasyonu deneylerinin yorumlanması ise sadece kül analizlerine göre değil, ayrıca flotasyonla yıkanmış ve yıkanmamış ürünlerin içerdikleri hümitik asit verimlerine bağlı olarak yapılmıştır. Yıkanmamış linyit numuneleri, kesikli ve sürekli linyit flotasyonu ürünleri ile yeni tekniklerin ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneylerinin ürünleri için hümitik asit eldesi analizleri yapılarak % ekstraksiyonlar tespit edilmiş ve % hümitik asit verimleri hesaplanmış, yüksek % hümitik asit verimleri elde edilmiştir.

Şlamlı (-0,500 mm) ve şlamsız (-0,500+0,038 mm) olarak hazırlanan Zonguldak-Armutçuk taşkömürü numunesi ultrason ön işlemleri sürekli flotasyon deneyi yüzen ürünlerin ön işlemin uygulanmadığı yüzen ürünler ile mikrodalga ön işlemleri yüzen ürünlerden daha düşük kül yüzdesi ve yüksek yanabilir verim yüzdesiyle elde edildiği, yine mikrodalga ön işlemleri yüzen ürünlerin ön işlemin uygulanmadığı yüzen ürünlerden daha düşük kül yüzdesi ve yüksek yanabilir verim yüzdesiyle elde edildiği görülmüştür.

SUMMARY

INVESTIGATION OF APPLICABILITY OF NOVEL METHODS FOR COAL FLOTATION

In this study, applicability of novel methods were investigated for coal flotation. Firstly, coal samples were floated by use of classical methods. Then, ultrasonic bath was used before coal flotation. Besides, microwave energy was used as a pre-treatment method prior to coal flotation. Several different types of coal samples were experimented during coal preparation and flotation studies. Coal samples were provided from currently coal producing areas in Turkey, such as hard coal samples from Zonguldak-Armutçuk and lignite samples from Mugla-Yatağan and Kahramanmaraş-Afsin Elbistan regions.

Coal samples were prepared for complete chemical analysis after coal preparation and classification tests samples were floated for using classical batch and release analysis methods. Ash content of batch flotation products, release analysis flotation products and release analysis flotation products with pre-treatment were calculated after analysing. Optimum collector amount and type were found for using batch flotation experiment data.. Release analysis flotation tests were matched with batch flotation tests in terms of combustible recoveries, ash content and separation efficiencies. Besides, recent techniques's impact to flotation studies was also investigated.

Comments on coal flotation data was not only depending on their ash values, but also depending on their humic acid quantities were also conducted. Humic acid recoveries for lignite samples, batch flotation products, release analysis flotation products and release analysis flotation products with pre-treatment were obtained after several chemical analyses. Humic acid analyses were performed for not only unwashed lignite samples of batch and release analysis flotation products but also products of release analysis experiments which used novel methods as pre-treatment. Extractions and humic acid recoveries were calculated and high humic acid recoveries were obtained under optimal conditions.

Zonguldak-Armutçuk hard coal samples were prepared as $-0,500$ mm and $-0,500+0,038$ mm . Tests showed that ultrasonic pre-treatment release analysis flotation floated products were obtained with lower ash ratio and higher combustional recovery from conventional flotation floated products. Also ultrasonic pre-treatment release analysis flotation was given products with lower ash ratio and higher combustional recovery than microwave pre-treatment flotation. Microwave pre-treatment flotation products were obtained with lower ash ratio and higher combustional recovery than conventional flotation release analysis floated products.

1.GİRİŞ

Kömür üretiminde mekanizasyonun artmasıyla beraber ince tane boyutundaki kömür üretim miktarı da artış göstermiştir. Ayrıca ince tane boyutunda kil ve kükürt oranının yüksek olması, bu tane boyutundaki kömürün yıkanarak temizlenmesini zorunlu kılmıştır. Ekonomik nedenlerden dolayı ince tane boyutundaki en verimli kömür hazırlama yöntemi flotasyondur. Ayrıca kükürtün çevre kirlenmesindeki etkisi de göz önüne alındığında kömürden kükürtün uzaklaştırılmasının ne derece önemli olduğu anlaşılmaktadır. Kömür yanabilen bir kayaç olmasının yanı sıra turba ve genç-kahverengi linyitler, içeriğindeki humik asit dolayısıyla gübre amaçlı olarak kullanılabilir.

Bu çalışmada kömür flotasyonunun yanı sıra yeni teknikler olarak ultrason ve mikrodalga enerjisinden de yararlanılmıştır. Taşkömürü numuneleri Zonguldak-Armutçuk, linyitler ise Muğla-Yatağan ve Kahramanmaraş-Afşin Elbistan yörelerinden sağlanmıştır. Numuneler üzerinde boyut küçültme (kıрма ve öğütme) ve boyuta göre sınıflandırma (eleme) yapılmış, numuneler kimyasal analiz için hazırlanarak kimyasal analiz sonuçları temin edilmiş ve numunelerin nem analizleri yapılmıştır. Kömür hazırlama işlemlerinden sonra flotasyonla kömür yıkama deneylerine geçilmiştir. Konvansiyonel flotasyonla yıkamaya tabi tutulan kömürlerde, kesikli flotasyon (batch tests) ile sürekli flotasyon (release analysis) yöntemleri uygulanmıştır

Şlamlı (-0,500 mm) ve şlamsız (-0,500+0,038 mm) olarak hazırlanan taşkömürü ve linyit numuneleri üzerinde yapılan kesikli flotasyon, sürekli flotasyon ile ultrason veya mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır. Flotasyon deneylerinden elde edilen ürünler BS 1016-14:1963 standardına göre yakılarak % kül içerikleri belirlenmiştir. Kesikli flotasyon deneylerinde farklı tipte ve miktarda reaktif kullanılmıştır. Reaktif türü ve miktarına bağlı % yanabilir verim, % kül uzaklaştırma verimi ve flotasyon ayırma etkinliği değerlerinden en iyi koşullar belirlenerek optimizasyon sağlanmış ve sürekli flotasyon deneylerine geçilmiştir. Ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneyleri,

mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon deneyleri ve ön işlemin uygulanmadığı sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır. Sürekli flotasyon deneylerinde uygulanan yeni tekniklerin etkisini açığa çıkarmak için yeni tekniklerin uygulanmadığı sürekli flotasyon deneyleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar karşılaştırılmıştır. Sürekli flotasyon deneylerinin yorumlanmasında % kül içeriğine bağlı % yanabilir verim değerlerinden yararlanılmıştır.

Kül analizleri yapılarak gerek kesikli flotasyon deneylerinden elde edilen % yanabilir verim ve % kül uzaklaştırma verimi, gerekse sürekli flotasyon deneylerinden elde edilen % yanabilir verim değerlerinin düşük olması linyit flotasyonunun ekonomik olmadığını göstermiştir. Bunun için linyit numunelerinden hümik asit eldesi çalışmalarına yönelilmiştir. Yıkanmamış linyit numuneleri, kesikli ve sürekli linyit flotasyonu batan ürünleri ile yeni tekniklerin ön işlemlili olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneylerinin batan ürünleri için hümik asit eldesi analizleri yapılarak % ekstraksiyonlar tespit edilmiş ve % hümik asit verimleri hesaplanmıştır.

2. GENEL KISIMLAR

Bu bölümde kömürün tanımı, Dünya ve Türkiye enerji sektöründeki yeri ve önemi, oluşumu, rezerv ve üretim miktarları ile petrografik, fiziksel ve kimyasal özellikleri, yıkanabilme özellikleri, sınıflandırılması, kükürtün kömürden uzaklaştırılması, kömür teknolojisi, kömürün kullanım alanları, tezde uygulanan yeni teknikler ve kömürlerden humik asit üretimi ile numunelerin sağlandığı kömür üretim bölgeleri hakkında genel bilgiler bulunmaktadır.

2.1. KÖMÜRÜN TANIMI

Yeterli miktarlarda yanıcı organik bileşikler ihtiva eden, doğal halde veya bazı değişimlerden sonra yakacak olarak kullanılabilen kayalara “mineral yakıtlar” adı verilir. Mineral bir yakıt olan kömür, değişik oranlarda organik ve inorganik maddeler içeren tortul bir kayadır [1].

Kömürdeki organik maddeler kömürün işe yarayan kısımlarını oluştururken, katı inorganik maddeler kömür teknolojisi yönünden yararlı değildirler ve bunların yıkama yöntemleriyle mümkün olduğu oranda kömürden uzaklaştırılmasına çalışılır. Kömür yandığı zaman, içinde bulunan katı inorganik maddelerden bir kısmı kül haline gelirken, bir kısmı da ayrışarak veya oksitlenme sonucu SO_2 , CO_2 , Cl v.b. gibi gazların çıkışına yol açar.

2.2. KÖMÜRÜN DÜNYA VE TÜRKİYE ENERJİ SEKTÖRÜNDEKİ YERİ VE ÖNEMİ

Dünya toplam birincil enerji arzı, 2003 yılında 10.579 milyon ton petrol eşdeğeri olmuştur. Söz konusu arzın kaynaklara dağılımında % 34,4 ile petrol ilk sırada yer almaktadır. Daha sonra, % 24,4 ile kömür ve % 21,2 ile doğalgaz sıralanmaktadır [2].

1973 yılından 2003 yılına kadar geçen 30 yıllık dönemde, dünya birincil enerji arzında petrolün payı % 10,6 düşerken doğalgazın payı % 5 ve nükleerin payı ise % 5,6 artmıştır. Kömürün payında ise kayda değer bir farklılık bulunmamaktadır. Toplam arz içerisinde 1973 yılında % 24,8 olan kömürün payı 2003 yılında 24,4 olmuştur. İleriye yönelik yapılan tahminlerde dünya birincil enerji arzının 2030 yılında 16.500 ton petrol eşdeğeri olacağı ve bu miktarın kaynaklara dağılımında önemli farklılıkların olmayacağı öngörülmektedir. Buna göre; 2030 yılında en büyük pay % 35 ile yine petrolün olacaktır. Petrolü % 25 ile doğalgaz, % 21,8 ile kömür, % 11,3 ile odun, çöp, jeotermal, güneş, rüzgar ve benzeri kaynakların, % 4,6 ile nükleerin ve % 2,2 ile hidrolik kaynakların izleyeceği tahmin edilmektedir. Bu tahminler doğrultusunda kömürün dünya toplam enerji arzı içerisindeki payı 2030 yılına kadar önemli bir değişim göstermeyecektir. Söz konusu enerji kaynaklarının kalan ömürleri dikkate alındığında kömürün özellikle 2030 yılından sonra çok daha büyük önem kazanacağı anlaşılmaktadır.

2004 yılı sonu itibariyle dünya toplam kanıtlanmış kömür rezervi 909 milyar ton olup, dünya kömür üretim büyüklüğü dikkate alındığında kömür rezervlerinin 164 yıl ömrü bulunmaktadır. Bu süre petrol için 40 yıl, doğalgaz için 67 yıldır.

Dünya kömür üretiminin yaklaşık % 69'u elektrik üretimi amacıyla kullanılmaktadır. Dünya toplam elektrik üretimi 2003 yılında, 16.661 TWh olarak gerçekleştirilmiştir. Elektrik üretiminde kullanılan kaynaklar içerisinde en büyük pay % 40,1 ile kömüründür. Kömürü % 19,4 ile doğalgaz, % 15,9 ile hidrolik, % 15,8 ile nükleer, % 6,9 ile petrol ve % 1,9 ile diğer kaynaklar izlemektedir [2].

Ülkemizde 2002 yılı itibariyle toplam birincil enerji arzı, 75,42 milyon ton petrol eşdeğeri olmuştur. Söz konusu arzın kaynaklara dağılımında % 40,5 ile petrol ilk sıradadır. Petrolü % 26,2 ile kömür (% 15,3'ü yerli kömür ve % 10,9'u ithal kömür), % 19,5 ile doğalgaz, % 8 ile odun, hayvan ve bitki artıkları, % 3,8 ile hidrolik ve % 2 ile diğer kaynaklar izlemektedir.

Toplam enerji arzının 2020 yılında 222,27 milyon ton petrol eşdeğeri olacağı öngörülmektedir.

Ülkemizde, 2005 yılının ilk 8 ayında, 106,6 TWh brüt elektrik üretimi gerçekleştirilmiştir. Söz konusu üretimin kaynaklara dağılımı, % 43,5 doğalgaz, % 25,6 hidrolik, % 19,3 yerli kömür, % 6,2 ithal kömür ve % 5,4 diğer kaynaklar şeklindedir. Yapılan planlamalarda, 2020 yılında doğalgazın payı % 34,3'e çekileceği, nükleer payının % 6,6'ya ve kömür payının ise % 33,3'e yükseltileceği öngörülmektedir [1]

Demir-çelik, her türlü sanayiinin temel ihtiyacıdır. Gelişmiş ülkelerde kömür, demir-çelik üretimleri birbirine paralel ilerlemiştir [1,2]

2.3. KÖMÜR OLUŞUMU

Kömürü meydana getiren ana eleman karbondur ve kömürün oluşumu karbon çevrimiyle yakından ilişkilidir [2].

Kömür; uygun ortamlarda, bataklıklarda bozunma ve çürümeden kurtulan bitki kalıntı birikimlerinin, zamanla biyokimyasal ve fiziksel etkilerle değişimi sonucu oluşur. Kömürleşmede genelde iki evre benimsenir. Biyokimyasal evre, turbalaşma; dinamokimyasal veya başkalaşma evresi ise kömürleşmedir [3].

2.3.1. Turbalaşma

Turbalaşmada pek çok olaylar ile birlikte gelişmektedir. Turbalar kömürleşme olayının ilk kademesini teşkil ederler, fakat kendileri kömür değildirler. Turba oluşumunun başlama şekli konusunda iki teori öne sürülmüştür, Bunlardan birine göre, turba oluşumu bataklıklarda yetişen bitkilerin öldükten sonra yıkılıp aynı yerde birikmeleri ile başlamıştır. Diğerine göre ise, belli bir bölgede yetişen bitkiler, rüzgar ve seller tarafından taşınıp, sulu bölgelerde birikerek turba oluşumunu başlatmıştır. Birikimleri her ne şekilde olursa olsun, bu bitki kalıntıları bakteri ve mantar gibi mikro-organizmaların etkisi altında bozuşmaya uğrar. Daha sonra bu bölgelerde meydana gelen çeşitli jeolojik hareketler sonucu bozuşma daha da hızlanarak turba oluşur [3,4,8].

2.3.2. Kömürleşme

Turbalar, fiziksel, kimyasal ve jeolojik olayların etkisi ile çeşitli derecelerdeki kömürlere (linyit, yarı bitümlü ve bitümlü kömürler, antrasit ve meta antrasit) dönüşebilmektedir. Yerkabuğunda meydana gelen çeşitli jeolojik olaylar sonucu turba yatakları daha alt seviyelere konuşlanarak, üzerinde biriken kil, kum, marn gibi malzemelerden oluşan katmanların basıncı altında sıkışır. Jeolojik hareketler (basılma, ve yükselme) ve kimyasal reaksiyonlar sonucu tabakalar arasındaki sıcaklık 600°C, basınç ise 1500 atmosfere kadar çıkabilmektedir. Bu şartlar altında, belirli süre içinde turba kömüre dönüşebilmektedir [3,4,7].

2.4. KÖMÜR REZERVLERİ VE ÜRETİM MİKTARLARI

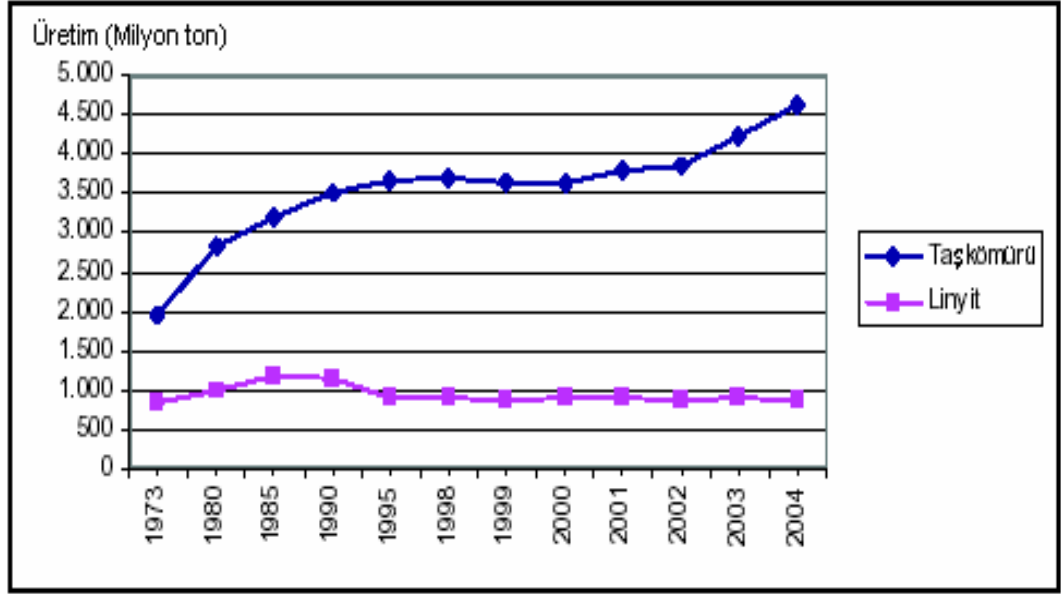
2.4.1. Dünya Kömür Rezervleri ve Üretim Miktarları

2004 yılı sonu itibariyle dünya toplam kanıtlanmış kömür rezervi 909 milyar ton'dur. Kömür rezervleri dünya üzerinde 70'den fazla ülkede bulunmaktadır. En büyük rezerv miktarı 247 milyar ton ile ABD'ye aittir. Bu ülkeyi, 157 milyar ton ile Rusya ve 114,5 milyar ton ile Çin izlemektedir [1].

Kömür 50'nin üzerinde ülkede üretilmekte ve 70'in üzerinde ülkede tüketilmektedir. Dünya taşkömürü üretiminin yaklaşık %93'ü 11 ülke tarafından yapılmaktadır. Bu ülkeler; Çin, ABD, Hindistan, Avustralya, Güney Afrika Cumhuriyeti, Rusya, Polonya, Endonezya, Ukrayna, Kazakistan ve Kolombiya'dır.

En önemli linyit üreticisi ise, dünya üretiminin % 20'sini karşılayan Almanya'dır. Dünya linyit üretiminin % 75'i 9 ülke tarafından üretilmektedir. Bu ülkeler; Almanya, Rusya, ABD, Yunanistan, Avustralya, Türkiye, Polonya, Çek Cumhuriyeti ve Kanada'dır [1].

Şekil 2.1'de 1973-2004 yılları arasında gerçekleşen dünya taşkömürü ve linyit üretimleri verilmiştir.



Şekil 2.1 : Yıllar itibariyle dünya taşkömürü ve linyit üretimleri [1]

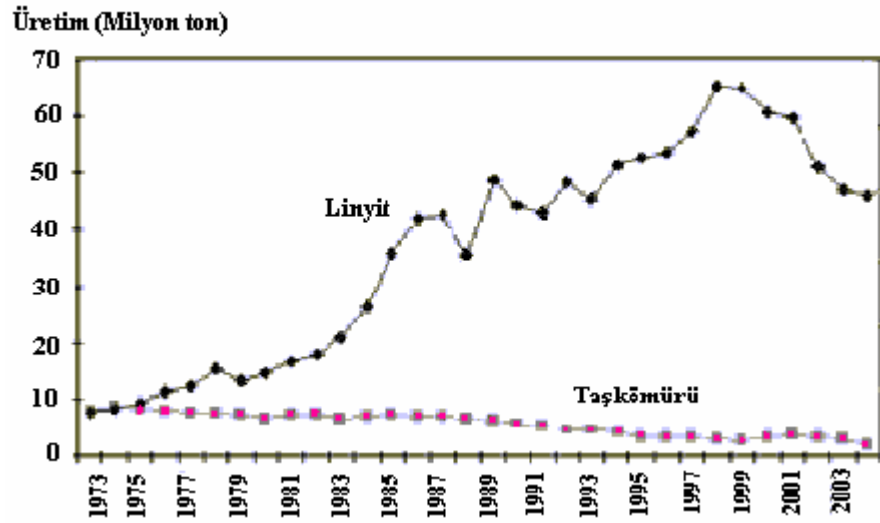
2004 yılı itibariyle kömür tüketiminin % 20,7'si Avrupa-Asya ve % 51,5'i ise Asya-Pasifik ülkeleri tarafından gerçekleştirilmektedir.

2. 4. 2. Türkiye Kömür Rezervi ve Üretim Miktarları

Ülkemizde 560 milyon ton olmak üzere, yaklaşık 1,3 milyar ton taşkömürü ile görünür 7 milyar ton, mümkün ve muhtemel 1,2 milyar ton olmak üzere yaklaşık 8,2 milyar ton linyit rezervi bulunmaktadır. Bu rezervin 2,5 milyar ton'u TKİ sahalarında bulunmaktadır [1].

Dünya linyit üretiminin % 8'i Türkiye'de yapılmaktadır. TKİ tarafından yapılan üretimin % 90'ı açık işletmelerden, % 10'u yeraltı işletmelerinden olmaktadır.

Şekil 2.2'de Ülkemizde 1972-2004 yılları arasında gerçekleştirilen taşkömürü ve linyit üretim miktarları görülmektedir.



Şekil 2.2 : Yıllar itibariyle ülkemizde üretilen taşkömürü ve linyit miktarları [1]

2.5. KÖMÜRÜN PETROGRAFİK, FİZİKSEL VE KİMYASAL ÖZELLİKLERİ

2.5.1. Kömürün Petrografik Özellikleri

Kömür yapısal olarak heterojen bir yapıya sahiptir. Bunun sebebi, kömürün oluşumu sırasındaki farklı fiziksel ve kimyasal bileşimdeki bitkilerin mevcudiyeti ve kömürleşme sürecinin farklılığıdır. Bu oluşumlar genelde bantlı yapıda olup gözle seçilebilir. Kömürün iyi bir şekilde değerlendirilmesi ve kullanılması, bunun içindeki oluşumların (litotiplerin) bilinmesine ve gerektiğinde birbirinden ayrılmasına bağlıdır. Litotipler de gözle seçilmeyen mikroskobik bitki parçalarından oluşmaktadır, bunlara ise maseral denir [3].

2.5.1.1. Litotipler

Kömür mikroskobik olarak parlak, yarı parlak, mat veya ince bantlar halinde bulunabilmektedir. Çıplak gözle bantlar halinde görülebilen bu litotipler, karakteristik özelliklerine göre vitrain, klarain, durain, ve fusain' den oluşan dört gruba ayrılır [3].

Vitrain:

Kompakt ve homojen bir yapıda ve en parlak kömür tipidir. Camsı görünüşte, konkoidal küpler şeklinde kırılır, eli boyamaz. Bantların kalınlığı genellikle 3-5 mm arasındadır [3].

Klarain:

En yaygın kömür bantı olan klarain, vitrine göre daha az parlaklıktadır. Bu litotiplerin yapısı durain ile vitrain arasında değişmektedir. Klarain içinde genellikle tabakalanmaya dik çok sayıda fakat devamsız ince çatlaklar vardır [4, 7].

Durain:

Mat siyah veya kahverengimsi siyah renkte olan kömürün en donuk bandıdır. Çok serttir ve düzgün yüzeyler içermeyen taneler şeklinde ayrılır [8].

Fusain:

Odun kömürünü andıran ipliksi yapısı, siyah ve grimsi siyah rengi, kırıldığında eli boyayan, çok kırılgan ve toz haline gelebilen bir banttır. İçerdiği minarellerden dolayı sertlik kazanabilmektedir [8].

2.5.1.2. Maseraller

Mikroskobik boyutlu olan maseraller biçim ve yapıları ile kömürleşme sırasında korunmuş olan kömürleşmiş bitki kalıntılarıdır. Bu maseraller, kömürü oluşturan bitki kalıntılarının fiziksel ve kimyasal yapılarına göre vitrinit, eksinit ve inertinit olmak üzere üç gruba ayrılmaktadır [8].

Vitrinit:

Parlak kömürlerin en yaygın birimi olup, yansıyan ışıktaki rengi siyahımsı griden beyaza kadar değişir. Kökeni ağaç ve ağaç kabuğu dokusuna dayanır. Karbon yüzdesi kömürleşmeye bağlı olarak değişir. Vitrinit koklaşma yeteneği yüksek olan bir maseraltır.

Eksinit:

Bu grup maseraller mikro ve makro sporlardan, hücrelerin dış yapılarından, reçine ve yosun artıklarından oluşur. Yansıyan ışıktaki kömürleşme derecesi artışına göre sarı, kahverengi ve siyah renkler gösterir.

İnertinit:

Belirgin hücre yapısı gösterir. Kökeni bitkinin ağaç dokusuna dayanır. Yansıyan ışıktaki sarımsı beyaz renkte görülürler. Bu grup maseraller hidrojen fakir, karbonca zengin olduklarından koklaşma sürecinde tepkime göstermezler [3,4,8].

2.5.2. Kömürün Fiziksel Özellikleri

Rutubet: Kömürlerde bünye, yüzey ve molekül suyu olmak üzere üç türlü rutubet bulunmaktadır. Bünye rutubeti kömürün yapısında yer alır ve inorganik maddelere bağlı bulunan sudan meydana gelir. Bünye rutubeti kömürün cinsine göre değişir ve bitümlü kömürlerde %1-3 arasında değişen miktar, linyitlerde %55'e kadar çıkabilmektedir. Bu rutubet, kömürün 105°C' de, belirli bir süreyle (2-4 saat) ısıtılmasından sonra kömürden uzaklaştırılır. Yalnızca bünye nemi içeren kömürler kuru görünümündedirler ve kırıldıkları zaman tozlanma yaparlar.

Yüzey rutubeti, kömürde serbest halde bulunan, rutubetli havadan ve kömürün su ile temasından meydana gelir. Yüzey rutubeti kömürün tane boyutuna göre de değişmektedir. Bunun sebebi ise toplam yüzey alanının artmasıdır. Kömür havada belirli bir süre (2-4 gün) bekletildiğinde bu rutubet kömürden uzaklaştırılır.

Molekül suyu ise kömüre kimyasal olarak bağlanmıştır ve kömürün toplam rutubeti içindeki payı oldukça düşüktür.

Kömürler, kömürleşme derecelerine göre, ocak çıkışında belirli oranlarda rutubet içerirler. Ocaktan çıkartılan tüvenan taşkömürü %1-3, sert linyitler %20-30, yumuşak linyitler %40-60 ve turbalar ise %60'ın üzerinde rutubet içerebilmektedir. Görüldüğü gibi, kömürün rutubet içeriği kömürleşme derecesi arttıkça azalmaktadır.

Kömürde rutubet, kullanım bakımından bir safsızlık olarak düşünülebilir. Bu rutubet nakliyyede gereksiz taşımaya sebep olabileceği gibi, kömürün verebileceği enerjiyi buharlaşan su oranında azaltacağı için de zararlıdır [4,8].

Özgül Ağırlık: Kömürlerin özgül ağırlıkları diğer katı maddelerde olduğu gibi ağırlık/hacim oranıdır. Tüvenan kömürdeki herhangi bir parçanın özgül ağırlığı bu parçanın külüne, nemine, sabit karbon miktarına ve uçucu madde oranına bağlıdır. Kömürdeki kül yapıcı ve kükürt taşıyıcı (pirit, markasit) unsurların artması kömürün özgül ağırlığını arttırmakta ve gravite ile yıkanmalarını zorlaştırmaktadırlar [4].

Strüktür ve Kırılma: Kömürde madencilik işlemleri sırasındaki kırılmalar sonucu oluşan parçaların büyüklük ve şekilleri uygulanan kazı yöntemi ile birlikte kömür yatağının ana kırık, çatlak ve zayıf yüzeyler sistemine bağlıdır.

Kömürlerin cinslerine göre çeşitli kırılma şekilleri vardır. Antrasit konkoidal bitümlü ve yarı bitümlü kömürler blok veya küp şeklinde, linyitler yassı ve düzensiz bir şekilde kırılırlar.

Kömür ve kömürdeki artık maddelerin kırma ile birbirinden ayrılıp ayrılmaması, kömür hazırlamada büyük önem taşır. Zira, tüvenan kömürdeki artık maddelerin uzaklaştırılarak temiz kömür elde edilmesi için temiz kömür ve artık tanelerinin birbirinden serbest olarak bulunmaları gerekir. Eğer, artık taneleri daha ziyade kömürün kırık ve çatlaklarında yer almış iseler, bunlar kırılma ile kömürden kolaylıkla ayrılıp serbest hale gelebilirler [8].

Sertlik: Kömürün sertliği, ekonomik yönden önem taşıyan ufalanma ve öğünme özelliklerini etkiler. Kömürün sertliği; içinde yer aldığı sınıfa bağlıdır. Karbon ve uçucu madde oranlarına göre değişiklik gösterir. %85-90 C içeren kömürler en düşük sertliğe sahiptirler. Sertlik ayrıca uçucu madde oranı %5'den %15'e doğru çıktıkça da artar [8].

Mukavemet: Kömürün basınca karşı mukavemeti, madencilikte tahkimat için kullanılan kömür topukları ile kırma ve öğütme işlemlerinde önem taşır. Bask mukavemeti kömürün türü ve petrografik yapısı ile ilgilidir. En düşük mukavemet uçucu maddenin %20-25 olduğu oranlara rastlar. Ayrıca kömürde vitrain oranı yükseldikçe baskı mukavemeti azalır. [8]

Aşındırma: Kömürün aşındırma özelliği de önemli bir ekonomik faktördür. Kömürün bu özelliği, kömürdeki artık maddelerden ileri gelir. Madencilik işlemleri sırasında delme, kesme ve taşıma araçlarında meydana gelen aşınmalar masrafa neden olur. Ayrıca toz yakıt kullanan santrallerde de öğütme araçlarında meydana getirdiği büyük aşınmalardan dolayı önem taşır [8].

Ufalanabilirlik: Ufalanabilirlik, kömürün küçük parçalara ayrılabilme özelliğidir. Kömürün ufalanması yüzey alanının artmasına, oksitlenme ve kendi kendine yanmanın artmasına ve yıkama masraflarının artmasına neden olur [8].

Kömürün ufalanabilirliği; sertlik, mukavemet, sıkılık, elastiklik ve kırılabilirlik gibi özelliklere bağlıdır.

Kömürlerin ufalanabilirlikleri ile sınıfları arasında genel bir ilişki bulunmaktadır. Linyitler en az ufalanırlar. En fazla ufalanma ise yarı bitümlü (düşük uçucu maddeli) kömürlerde görülür [9].

Öğünelirlik: Öğünelirlik özelliği özellikle kömürün toz yakıt olarak kullanılmak üzere öğütülmesi sırasında önem taşır. Kömürün öğünelirliği, kömürün sertlik, mukavemet, kırılabilirlik gibi fiziksel özellikleri ile ilişkilidir [8].

Açık Havada Dağılırlik: Ocaktan çıkartılan kömürler, normal atmosfer şartlarında bırakıldıklarında atmosfer koşullarından etkilenecek şekilde dağılırlar. Kömürlerin dağılırması, kömürleşme derecesine bağlı olmaktadır. Linyit açık havada kolaylıkla dağılırken, bitümlü kömürler aynı koşullarda çok daha az dağılırlar. Bu olaylar, kömürlerin ıslanması ve kurumması sırasında, kömür yüzeyleri ile iç kısımlar arasında meydana gelen gerilmelerden kaynaklanmaktadır. Islak bir kömür parçası havada kurumaya bırakıldığı zaman, yüzeyinden rutubet kaybetmeye başlar. Parçanın yüzeyi kurudukça, iç kısımlardaki rutubet yüzeye doğru hareket ederek kaybolan rutubetin yerini almaya çalışır. Eğer yüzeyden rutubet kaybı, iç kısımlardaki rutubetin yüzeye gelişinden daha hızlı olursa, parçanın yüzeyi iç kısımlarına nazaran daha fazla büzülür ve gerilimler oluşur. Bu gerilimler de, kömürün çatlamasına ve dağılmasına yol açar. Aynı şekilde, kuru bir kömür parçası, yağmur vb. nedenlerle ıslandığı zaman, parça yüzeyinin iç kısımlarına nazaran daha hızlı rutubet kazanması durumunda, yüzeyde daha fazla bir genişleme meydana gelir. Böylece kömür kendiliğinden çatlayarak dağılır [4].

Gözeneklilik: Kömürler birkaç mikron ile birkaç milimetre arasında değişen boyutları olan boşluklara sahiptirler. Bunlar kılcal damarlar, küresel veya düzensiz şekilde

olabilmektedir. Kömürün fazla gözenekli olması kolayca oksitlenmesine ve yanmasına sebep olur. Ayrıca koklaştırma işleminde oldukça önemli bir özelliktir.

Yüksek rutubete sahip olan kömürler yüksek gözenekliliğe sahiptirler. En fazla turbalarda, daha az olarak linyitlerde rastlanır. Bitümlü kömürlere gidildikçe minimuma iner fakat antrasitte biraz yüksektir [7].

Renk ve Çizgi Rengi: Kömürler, kömürleşme derecelerine bağlı olarak farklı renklere sahip olabilirler. Linyitlerin rengi açık kahverengi ile koyu kahverengi arasında olmaktadır. Bitümlü kömürler ise siyahın çeşitli tonlarına sahiptir. Linyitlerin çizgi rengi sarı ve kahverengi arası, bitümlü kömürlerin ise kahverengi ve siyah arasında değişmektedir [4].

Parlaklık: Kömür ait olduğu sınıfa göre ışığı farklı oranlarda yansıtır. Antrasit genellikle parlak görünüme sahiptir. Linyitler daha ziyade mat ve toprağımsı görünümlüdür. Bitümlü kömürlerin parlaklığı ise mat ile parlak arasında değişmektedir [4].

2.5.3. Kömürün Kimyasal Özellikleri

Aşağıda kömürün oksidasyon, çözücülerde erime, hidrojenasyon ve koklaşma gibi kimyasal özellikleri açıklanmıştır.

Oksidasyon: Kömürler havanın oksijeni altında oldukça yavaş gelişen bir oksitlenmeye uğramaktadırlar. Oksidasyon, kömürün uçucu miktarına, sabit karbon miktarına, gözenekliliğe ve içerdiği kükürt miktarına göre değişmektedir. Kömürün uçucu madde ve karbon miktarı yükseldikçe oksitlenmeye karşı direnci artar. Gözenekliliği yüksek olan ve büyük oranlarda kükürt içeren kömür kolaylıkla oksitlenir [7,9].

Çözücülerde Erime: Kömürler bazı organik çözücülerde eriyerek değişik kimyasal özellikler gösteren organik bileşiklere ayrılırlar. Bu özellik sayesinde kömürleri meydana getiren maddeler de incelenebilmektedir. Çözücü olarak en çok kullanılan madde piridin'dir.

Çözünme sonucunda, kömürden katı parafinler, doymuş ve doymamış hidrokarbonlar elde edilmektedir [7].

Hidrojenasyon: 19. yüzyılın ikinci yarısından itibaren yapıla gelen çeşitli deneylerde araştırmacılar hidrojenasyon yolu ile kömürleri sıvı hale getirmeyi başarmışlardır. Hidrojenasyon olayının mekanizmasını araştıran yazarlar, bunun kömürün termik olarak parçalara ayrılmasından ibaret olduğunu, bu ayırma işleminde de halojen oksitler gibi katalizörlerin işlemi kolaylaştırdığını öne sürmüşlerdir [8].

Koklaşma: Kömürlerin hava bulunmayan bir ortamda ısıtılması sonucu yapısında bulunan organik gruplar parçalanarak geriye sert ve iyi pişmiş katı bir ürün bırakır. Bu olaya koklaşma adı verilmektedir. Koklaşma neticesinde kömür gaz ve yoğunlaşabilir katran buharları çıkışına ve neticede karbon yüzdesinin artmasına yol açan bir kimyasal yapı değişikliğine uğrar. Bu elde edilen ürüne kok ismi verilir [8].

Koklaşma 900°C' in üzerinde yapılırsa yüksek sıcaklık koklaşması, 700°C'de yapılırsa orta sıcaklık koklaşması ve 550°C'de yapılan koklaşmalara da düşük sıcaklık koklaşması olarak adlandırılır [9].

2.6. KÖMÜRÜN YIKANABİLME ÖZELLİKLERİ

Kömürlerin yikanabilme özellikleri laboratuvarında yapılan yüzdürme-batırma deneyleri ile saptanır. Bu deneyler kömür ve şist yoğunlukları arasında seçilen değişik yoğunluklarda hazırlanmış, ağır sıvı banyolarında yapılır. Deney öncesinde kömürün kullanım alanları dikkate alınarak, ASTM veya TSE standartlarına uygun eleklerle tane boyutuna göre sınıflandırma yapılır. Çeşitli boyut gruplarına ayrılan kömürlerle ayrı ayrı yüzdürme-batırma deneyleri yapılır [8].

Yüzdürme-batırma deneylerinde kullanılan ağır sıvıların hazırlanışında;

- Organik sıvılardan
- İnorganik tuzların çözeltilerinden
- Süspansiyon halinde kullanılan katı maddelerden yararlanılır.

Ağır sıvının seçimi numunenin miktarına, tane boyutuna, kömürün niteliğine, ortamın yoğunluğuna ve deneyin amacına göre yapılır.

Farklı tane boyutlarında elenen kömür düşük yoğunluktan yükseğe doğru hazırlanan ağır sıvı banyolarda, ayrı gruplar halinde yüzdürülür. İlk banyoda yüzen kömür ayrılarak batan kısım bir sonraki banyoya beslenir. Böylece bütün banyolarda yüzen ve son banyoda batan kısım olmak üzere elde edilen ürünler yıkanıp, kurutulduktan sonra tartılır ve kül analizleri yapılarak her bir boyut grubu için ayrı ayrı yüzdürme-batırma çizelgeleri oluşturulur. Yüzdürme-batırma çizelgelerinden yararlanarak kömürün yıkama eğrileri çizilir. Yıkama eğrileri, kömürün yıkanabilme yoğunluğu, yıkama sonunda elde edilecek ürünlerin miktarı ve külü, yıkama verimi ve proses seçimi hakkında bilgiler verir [3,8].

2.7. KÖMÜRLERİN SINIFLANDIRILMASI

Kömürlerin sınıflandırılmasında temel alınabilecek çok sayıda değişken bulunmaktadır. Bu konuyla uğraşan ülkeler ve kuruluşlar, kendi koşullarını dikkate alarak kömürlerin sınıflandırılmasını yapmışlardır. Genel olarak, kömürlerin sınıflandırılmasında sabit karbon, uçucu madde, ısı değeri, hidrojen, rutubet, koklaşabilme gibi parametreler temel alınmıştır. Kömür uzmanlarınca daha çok tercih edilen başlıca kömür sınıflandırmaları aşağıda verilmiştir [4].

ASTM Sınıflandırılması: Kömürleşme derecesine göre yapılan bu sınıflama sistemi, yüksek kömürleşme derecesine uğramış kömürlerde kuru ve külsüz esasa göre sabit karbon ve uçucu madde yüzdeleri, düşük kömürleşme derecesine uğramış kömürlerde alt kalorifik değeri, koklaşma ve havanın etkisi ile bozulma özellikleri göz önüne alınarak yapılmıştır. Tablo 2.1'de kömürün ASTM sistemi ile sınıflandırılması verilmiştir [4].

Tablo 2.1 : Kömürlerin ASTM sınıflandırması [8]

SINIF	Alt Sınıf	Külsüz Baza Göre Sabit Karbon (%)	Külsüz Baza Göre Uçucu Madde (%)	Isıl Değer (kcal/kg) (havada kuru)	Özellikler
Antrasit	Meta Antrasit	98	2		Koklaşmaz
	Antrasit	92	8		
	Semi Antrasit	89	14		
Bitümlü Kömür	Düşük Uçuculu	78	22		Koklaşır
	Orta Uçuculu	69	31		
	Yüksek Uçuculu A			7800	
	Yüksek Uçuculu B	69	31	7200-7800	
	Yüksek Uçuculu C			6000-7200	
Alt Bitümlü Kömür	Alt Bitümlü A			6000-7200	Koklaşmaz
	Alt Bitümlü B			5200-6000	
	Alt Bitümlü C			4600-5200	
Linyit	Linyit A			4600	Koklaşmaz
	Linyit B			4600	

Uluslararası Sınıflandırma: Bu sınıflandırma 1949 yılında Cenevre' de toplanan Kömür Sınıflandırma Çalışması Kurulu tarafından yapılmıştır. Bu sınıflandırmaya göre, öncelikle kömürlerin kömürleşme derecelerinin bilinmesi için, uçucu madde yüzdesine göre ana sınıflara, bundan sonra teknikteki kullanışı göz önüne alınarak pişme ve koklaşma yeteneğine göre, grup ve yan gruplara ayrılmıştır [8].

Isıtmada Kullanılan Linyitlerin TSE Sınıflandırılması: Türkiye'de ısıtma sektöründe kullanılan bu sınıflandırılmada linyitin külü, karbon içeriği, 1000 kcal/kg başına toplam kükürt içeriği, alt kalorifik değeri, toplam rutubet, artık oranı ve ortalama tane boyutu dikkate alınarak, linyitler sınıflara ayrılmıştır. Isıtmada kullanılan linyitlerin sınıflarına göre özellikleri Tablo 2.2' de verilmiştir [4].

Tablo 2.2 : Isıtmada kullanılan linyitlerin TSE sınıflandırmasına göre özellikleri [8]

SIRA NO	ÖZELLİKLER	I. SINIF	II. SINIF	III. SINIF
1	Kül (%) (1)	En Fazla 23	23-30	En Fazla 40
2	Karbon % (2)	En az 65	En Az 60	En Az 55
3	Toplam Kükürt (1000 Kcal/Kg Başına) (3)	En Fazla 0,5	En Fazla 1	En Fazla 2,2
4	Alt Isıl Değer (Kcal/Kg) (3)	En Az 4000	En Az 3000	En Az 2000
5	Toplam Rutubet (%) (3 , 4)	En Fazla 20	En Fazla 38	An Fazla 45
6	Artık Oranı (%) (3,5)	En Fazla 5	En Fazla 5	En Fazla 5
7	Ortalama Tane Boyutu (mm) (3)	18-50	18-100	+18
	Tane Boyutu < 18 mm (%) (3)	10	10	15
	Tane Boyutu > 50 mm (%) (3)	20	Serbest	Serbest
	Tane Boyutu > 100 mm (%) (3)	0,0	En Fazla 15	Serbest
1	Kuru Kömür Bazında			
2	Kuru - Külsüz Bazında Olup CaCO ₃ ve Diğer Anorganik Karbonatlar Hariç			
3	Satışa Sunulmuş Kömürden Alınmış Numune			
4	Serbest ve Bünye Rutubeti Toplamı			
5	Özellikler Artık Madde İçerisinde Mütalaa Edilecek			

Ayrıca bu sınıflandırmaların dışında Şeyler, Frazer, Collier, Cambell, Grout, Pars, Toronto, Grüner ve Doğal ve Jenetik sınıflandırma da kömürün sınıflandırmasında kullanılmaktadır.

Şeyler Sınıflandırması: Karbon, hidrojen, uçucu madde yüzdeleri ve kalorifik değere göre hazırlanmış ve özel eğrilerle ayrılmış bir sınıflandırmadır. Günümüzde yaygın olarak kullanılmaktadır [8].

Frazer Sınıflandırması: Sabit karbon/uçucu madde oranına göre yapılan bir sınıflandırmadır. Bu sınıflama taşkömürü ve linyit çeşitlerini birbirinden ayıramadığı ve kükürt miktarını belirtmediği için, günümüzde kullanım alanı bulamamıştır [8].

Collier Sınıflandırması: Nem yüzdesini temel alarak, %10'dan fazla nem içeren kömürleri linyit, % 10'dan az nem içeren kömürleri ise bitümlü kömür olarak kabul eden bir sınıflama çeşididir. Yetersiz olduğu için pek kullanılmamaktadır [8].

Cambell Sınıflandırması: Bu sınıflamayı yapan Cambell, iyi nitelikli kömürler için sabit karbon/uçucu madde oranına göre yapılan sınıflandırmanın yeterli olduğunu fakat en uygun sınıflamanın karbon/hidrojen oranına göre olduğunu kabul etmiş ve 1906 yılında kömürleri 11 sınıfa ve 8 alt sınıfa ayırmıştır. Daha sonra Cambell, sınıflandırmasını grafik bir yöntemle kalorifik değer, uçucu madde ve sabit karbon yüzdesi ile birleştirerek daha kullanışlı bir sınıflandırma geliştirmiştir [8].

Grout Sınıflandırması: Karbon içeriğine göre yapılan bu sınıflama yetersizdir [8].

Pars Sınıflandırması: Tüm karbon, sabit karbon, uçucu madde yüzdeleri kömür içindeki yanmayan maddeleri de içine alan bir sınıflamadır [8].

Toronto Sınıflandırması: 1913 yılında toplanan Uluslararası Toronto Kurulu, kömürleri uçucu madde yüzdesi, yakıt oranı ve kalorifik değere göre 8 sınıfa ayırmıştır. Yakıt oranı, kuru ve külsüz kömürde sabit karbon/uçucu madde oranıdır ve antrasitlerden linyitlere doğru gidildikçe azalır [8].

Grüner Sınıflandırması: 1837 yılında Regnault, karbon, oksijen ve hidrojen yüzdeleriyle göre bir sınıflama yapmış, daha sonra Grüner bunu geliştirerek karbon, hidrojen, sabit karbon, uçucu madde yüzdeleri, kalorifik değer ve koklaşma özelliği göz önüne alarak Regnault-Grüner sınıflamasını yapmıştır [8].

Doğal Sınıflandırma: Lombard tarafından yapılan bu sınıflama kimyasal analiz sonuçlarına göre yapılmakta ve kömürün hangi kömürleşme evresinde oluştuğunu da belirtmektedir [8].

Jenetik Sınıflandırma: Kömürlerin oluştukları jeolojik devirlere göre yapılan bir sınıflamadır. Bunun yanlış olduğu ispatlanınca geçerliliğini yitirmiştir [8].

2.8. KÜKÜRTÜN KÖMÜRDEN UZAKLAŞTIRILMASI

Tüm fosil yakıtlar, değişik oranlarda kükürt içerirler. Kömür için dünya genelinde bu oran, linyitlerde % 0,3-6, taşkömüründe % 0,6-3 arasında değişir. Türk linyitlerinin kükürt içeriği ise % 0,5-10,5 arasında bulunmaktadır [1].

Kükürtün kömürden uzaklaştırılmasında fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler uygulanmaktadır. Bu yöntemlere geçmeden önce, aşağıda kömürde kükürtün bulunma şekilleri hakkında bilgiler verilmiştir.

Kömürün içerdiği kükürt genel olarak iki grupta incelenir ;

- Organik Kükürt
- Anorganik Kükürt

Kömürün İçerdiği Organik Kükürt Bileşikleri: Kömürde hidrokarbon yapıya bağlı olarak bulunan tüm kükürte organik kükürt denir. Organik kükürt bileşikleri kömürde asıl yapının bir parçası olarak düzgün dağılmış halde bulunurlar. Bu tür kükürtün kökeni kömürü oluşturan bitkisel maddelerin proteinlerinin içerdiği amino asitlerdir [3].

Organik kükürt türleri ve dağılımı ile ilgili verilerin çok azı doğrudan kömür üzerinde yapılan gözlemlerin sonucudur; bilgilerin çoğu, organik yapı depolimerizasyon ile kırılarak oluşan daha küçük molekülü ürünlerin incelenmesi ile edinilmiştir. Kömürün depolimerizasyonu için uygulanan yöntemlerin, sonuçlar üzerinde belirleyici etkisi vardır; bu yöntemler kükürt

bileşiklerinin ve hidrokarbonların yapılarını değiştirmektedir. Organik kükürtün yapısını aydınlatmak için en çok kullanılan iki yöntem piroliz ve hidrojenasyondur. Her ikisi de kömürün ve kükürt bileşiklerinin yapılarını değiştiren çok etkili yöntemlerdir. Kömürdeki organik kükürtün aşağıdaki şekilde sınıflanmaya tabi tutulması genellikle kabul edilmektedir [3].

- Merkaptan ya da thiol (RSH)
- Sülfid yada thio-eter (RSR)
- Di sülfidler (RSSR)
- Thiopren halkası içeren aromatik bileşikler halinde

Kömürün İçerdiği Anorganik Kükürt Bileşikleri: Anorganik kükürt kömürde piritik, sülfat ve elementel kükürt şekillerinde bulunur.

Piritik Kükürt:

FeS_2 kömürde pirit ve markazit olarak iki mineral halinde bulunur. Piritin kristal şekli kübik, markazitinki ise ortorombiktir. Kömürde markazit az, pirit ise daha çok bulunduğu için genellikle piritik kükürt ismi kömürün toplam pirit ve markazit içeriğini ifade etmek için kullanılır [3,10].

Kömürde pirit, bitki bozunumu sırasında açığa çıkan H_2S gazının, bataklıkta çözünmüş halde bulunan demir iyonları ile birleşmesiyle oluşmuştur. Ayrıca bu konuda kükürt ve demir bakterilerinin de önemli rolü vardır. Pirit granüllerinin bakteri faaliyetleri sonucu meydana geldiği kabul edilmektedir [8].

İri taneli piritler; kömürde damarlar, merccekler, yumru ve küreler ile piritleşmiş bitki dokusu olmak üzere dört şekilde bulunabilir. Kömürde iri taneli piritlerin dışında ancak mikroskop yardımı ile saptanabilen büyüklükte piritler de bulunabilmektedir. Mikroskobik pirit, bitkisel madde ile yer değiştirmiş olup hücre dolgusu şeklinde kömür içine dağılmış kürecikler, damarcıklar ve toz halindeki kristaller halinde bulunabilir [3].

Sülfat Kükürtü:

Sülfat kükürtü, HCl içinde 30 dakikada çözünen sülfat iyonu miktarına eşdeğerdir. Kalsiyum, demir, bakır ve magnezyum tuzları halinde bulunabilen sülfat kükürtü gevşek kristaller halindedir. Kömürün içerdiği sülfat kükürtünün miktarı oldukça azdır; fakat hava ile temas ettikçe yüzeysel bozunmayla artar. Sülfat kükürtü suda çözündüğünden kömürün kükürten arındırılması konusunda önemli bir sorun yaratmamaktadır [3,11].

Elementel Kükürt:

Elementel kükürt kömürde çok seyrek olarak bulunur. Bazı kömürlerin % 0,15'e kadar elementel kükürt içerdikleri saptanmıştır. Kömürdeki diğer kükürt türlerine oranla çok az miktarda bulunduğundan kükürten arındırma işlemlerinde göz önüne alınmamaktadır [3,1].

Aşağıdaki bölümlerde kömürden kükürtün uzaklaştırılmasında uygulanan fiziksel, kimyasal ve biyolojik yöntemler hakkında bilgiler yer almaktadır [10].

2.8.1. Fiziksel Yöntemler

Fiziksel yöntemlerle kömürden kükürtün uzaklaştırılmasında, suda eriyebilen sülfat kükürtü, yıkama işlemleri sırasında giderilmekte ve herhangi bir sorun yaratmamaktadır. Organik kükürt ise kömürün bünyesine bağlı olduğundan, fiziksel yöntemlerden etkilenmemekte ve kömürden uzaklaştırılamamaktadır.

Fiziksel yöntemlerle kömürden uzaklaştırılmasına çalışılan kükürt, piritik kükürttür. Yöntemin esası, piritle kömürün farklı fiziksel ve fizikokimyasal özelliklerine sahip olmalarına dayanmaktadır. Fiziksel yöntemlerle kömürlerin kükürt içeriklerinin azaltılması aşağıdaki koşullar geçerli ise olasıdır ;

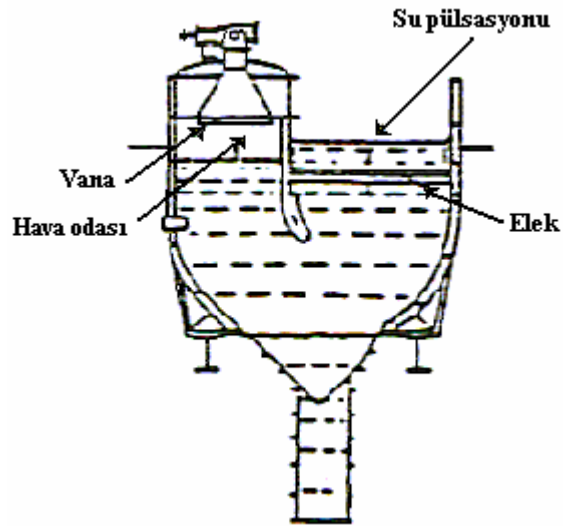
- Kömürdeki piritik kükürt/organik kükürt oranının yüksek olması
- Piritin tane boyutunun çok küçük olmaması
- Piritin serbest halde veya kömürle çok az birleşik halde olması.

Yukarıdaki koşullar, kömürde bulunan piritik kükürtün tamamının fiziksel yöntemlerle kömürden uzaklaştırılmasının mümkün olmadığını vurgulamaktadır [3].

Aşağıda fiziksel yöntemlerle kömürde bulunan piritik kükürtün giderilme yöntemleri verilmiştir.

Jigler: Jigler kömür ile mineral maddeler arasındaki yoğunluk farkından yararlanarak ayırma yapan aygıtlardır. Akışkan ortamın aşağı yukarı düşey doğrultudaki emme ve basma şeklinde hareketi sonucu oluşan tabakalaşmadan yararlanılarak kömürü şistten ayırmada kullanılan bir yöntemdir. Ağır taneler ise bunların üzerinde tabaka oluştururlar. Bu tabakalar ayrı ürünler halinde jigden alınırlar. Jigler genelde 150-0,5 mm arasındaki kömürün yıkanmasında kullanılmaktadır [10,12].

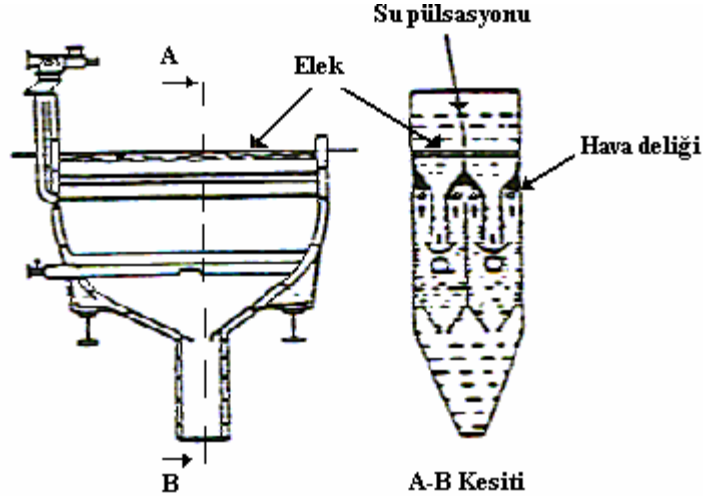
Kömürün yıkanmasında en çok kullanılan jig tipleri Baum ve Batac jigleridir. Ayrıca feldispatlı jigler de kömürün yıkanmasında kullanılmaktadır. Baum jiglerinde, döner bir vana ile kısa aralıklarla verilen basınçlı hava, jig içindeki akışkan ortamı hareketlendirerek basma etkisi doğurur. Emme etkisi olmayan bu jiglerin pülsasyon hızı dakikada 350 kadardır. Baum jiglerinde üç ürün (lave, mikst, şist) alınabilmektedir. Şekil 2.3’de Baum jigi görülmektedir [4].



Şekil 2.3 : Baum jigi şematik görünümü [10]

Batac jigleri ise genellikle birkaç kompartımandan meydana gelir ve her kompartımanda en az iki hücre bulunur. Genelde ağır olan şistler ilk kompartımanın sonundan jigi terk eder. İkinci kompartımanın sonundan ara ürün (mikst) ve son kompartımanın sonundan ise

temiz ürün (lave) alınır. Şekil 2.4’de Batac jigi şematik görünümü ve A-B doğrultulu kesiti görülmektedir.



Şekil 2.4 : Batac jigi [10]

Feldispatlı jiglerde, feldispat mineralleri kullanılarak jig eleği üzerinde yapay bir yatak oluşturulur. Bu şekilde, ayırma tabakası kalınlaşmakta ve ayırmanın daha kolay yapılması sağlanır. Elek üzerinde feldispatın kullanım amacını, bu mineralin kömüre göre daha yüksek özgül ağırlığa sahip olması ve aşınmaya karşı daha dirençli olmasından dolayıdır. Feldispatlı jigler 12.5 mm'den daha ince kömürleri yıkamakta kullanılır [1, 3].

Baum ve feldispatlı jigler uzun yıllardan beri kömür yıkamada kullanılmalarına rağmen kükürtün uzaklaştırılması söz konusu olduğunda pek etkili olamamaktadırlar. Özellikle tane boyu küçüldükçe bu jiglerin ayırım verimi düşmekte ve temiz kömürdeki pirit yüzdesi artmaktadır. 1 mm'nin altında ise verim hızla düşmektedir. Son yıllarda ince taneli kömürlerde piritik kükürtün uzaklaştırılmasında Batac jigleri kullanılmaktadır [3].

Ağır Ortam Ayırması: Günümüzde ağır ortam ayırması iri ve ince kömürlerin yıkanmasında oldukça fazla kullanılmaktadır. Yöntemin çalışma prensibi, ortamın yoğunluğunun, kömür ve şistin yoğunlukları arasında seçilmesine dayanır. Böylece ortamdan hafif olan temiz kömür yüzer, ağır olan şist batarak kömür/şist ayrımı sağlanır. Yöntemin diğer kömür yıkama sistemlerine göre en büyük avantajı istenilen herhangi bir yoğunlukta yüksek verimle ve daha iyi ayırımın yapılabilmesidir. Ağır ortam olarak

genellikle katıların sudaki süspansiyonları kullanılmaktadır. Kömür hazırlamada, bu amaç için manyetit tercih edilmektedir [4].

Ağır ortam yöntemi ile yıkanacak kömürlerin 6,25 mm'den daha iri boyutta olanları statik (yerçekimi etkin), 0,5 mm ile 38 mm arasında olanları ise dinamik (santrifüj kuvvetleri etkin) ayırıcılara beslenir. Bütün ağır ortam sistemlerinde şu dört ana ekipman grubu bulunur [8].

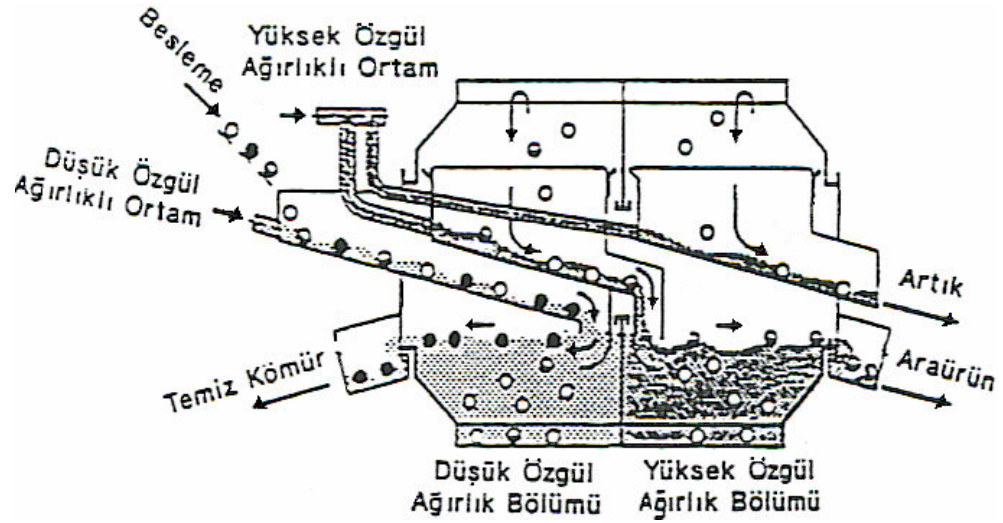
- Beslenecek kömürün hazırlama devresi
- Ayırma tankı
- Ağır ortam geri kazanımı ve kontrolü
- Su devir-daim sistemi

Statik Ağır Ortam Ayırıcıları: Yalnızca yerçekimi kuvvetinin etkin olduğu bu ayırıcılar çalışma prensipleri yönünden aynı olmakla beraber mekanik tasarımları açısından farklılıklar gösterirler. Önceden elenmiş ve ağır ortamla ıslatılmış kömür ağır ortamla dolu olan tekne (oluk), konik tank veya döner silindirik tambur içerisinde beslenir. Yüzen temiz kömür dönen kanatlar, zincirli konveyör v.s. ile alınırken batan şist ya zincirli konveyör, döner tekerlek, kovalı elevatör veya gövdeye yapışık kanatlar yardımıyla, yada Wemco konik yıkayıcıda olduğu gibi pompa veya havalı kaldırımlarla ortamdaki uzaklaştırılır.

Statik ağır ortam yıkayıcıları iri boyutta yıkama yaptıklarında elek v.s. yönünden yatırım masrafı düşük olup daha ucuz bir yatırım gerektirir [8].

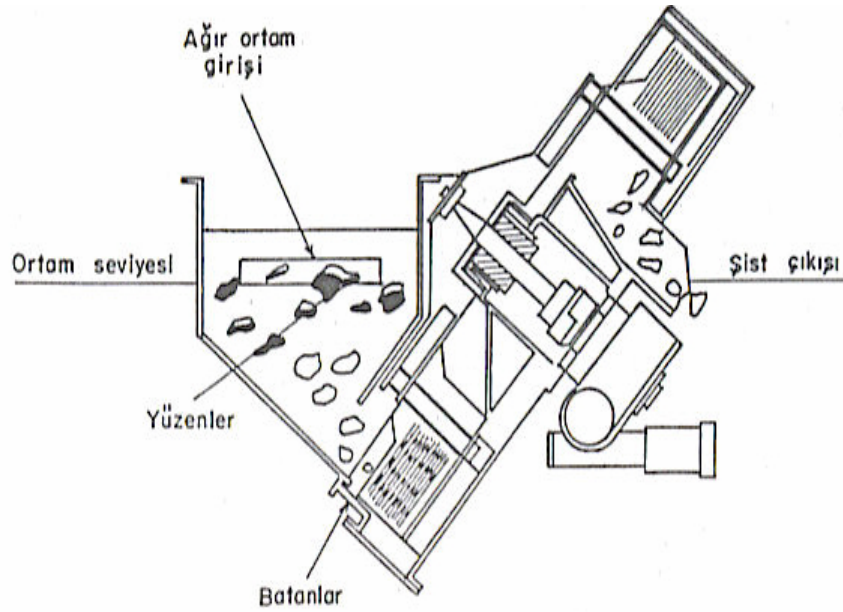
Günümüzde kullanılan bazı statik ağır ortam ayırıcıları aşağıda verilmiştir.

Wemco tipi tamburlu ağır ortam ayırıcısında, yüzen ve batan olmak üzere iki ürün alınabilmektedir. 900 ton/h kapasiteye kadar çıkabilen bu aygıt Şekil 2.5'de görülmektedir.

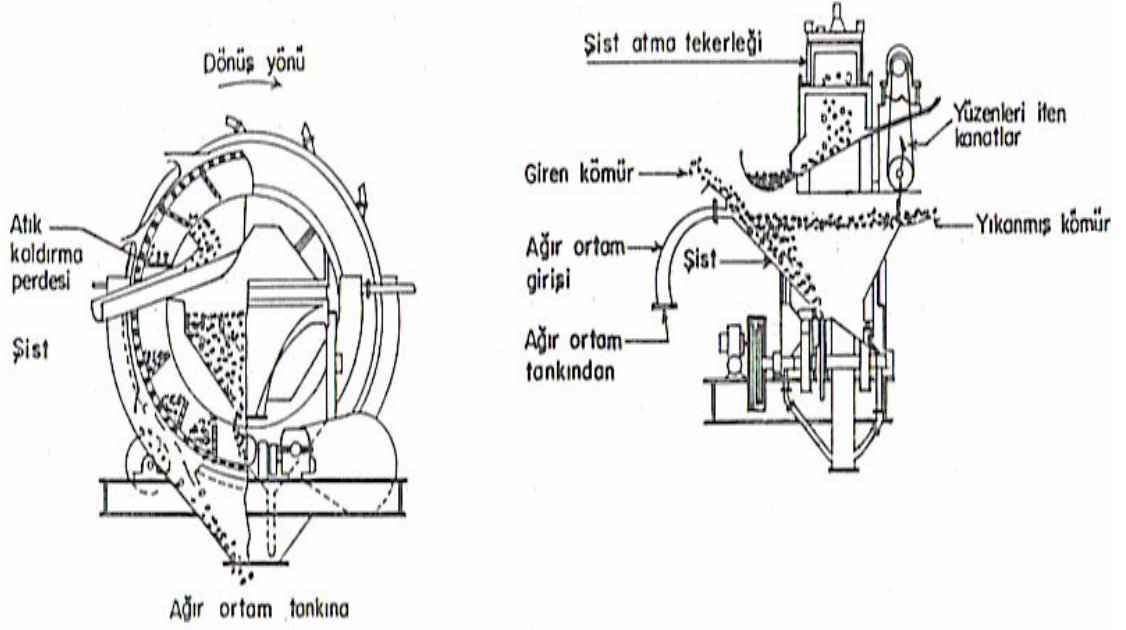


Şekil 2.5 : Wemco ağır ortam tamburu şematik görünümü [10]

Tambur tipi ağır ortam ayırıcılardan bir diğeri ise Drewboy ağır ortam ayırıcısıdır. İri kömürün zenginleştirilmesi amacı ile kullanılmaktadır. Eğik bir tepsi şeklindeki aygıtta ait kısımda seviyesi sürekli aynı kalan ağır sıvı yer almaktadır. Besleme ile hafif kömürler yüzerken, ağır olanlar batarak alttan paletler ile tepsinin ortasına doğru getirilir. Buradan tepsi yanlarına doğru uzaklaştırılarak ağır olan yantaş temiz kömürlere ayrılır. Bu aygıtın kesit görünüşü Şekil 2.6'da verilmiştir. Şekil 2.7'de görülen Teska ayırıcısında ise tekerlek dikey konumda dönmektedir [1].



Şekil 2.6 : Drewboy tambur tipi yıkayıcının şematik görünümü [1]



Şekil 2.7 : Teska ayırıcısı şematik görünümü [1]

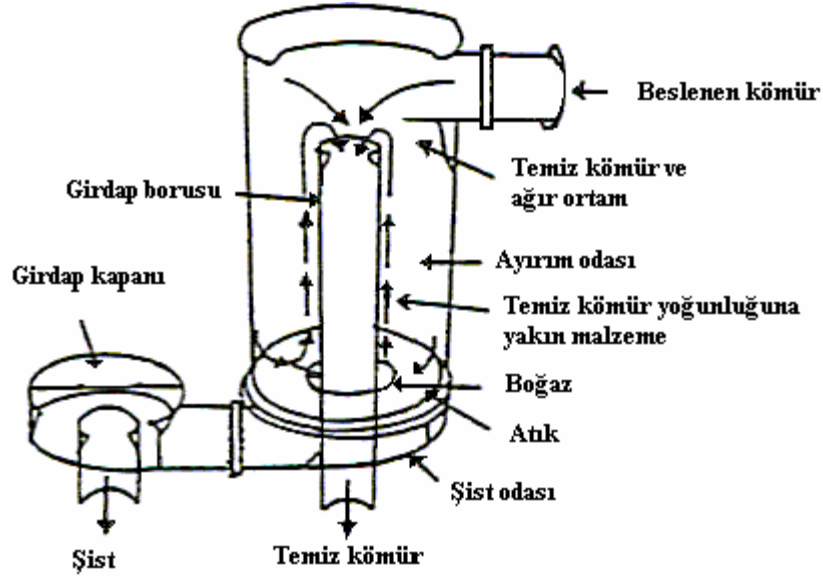
Dinamik Ağır Ortam Ayırıcıları: Santrifüj kuvvetlerin uygulandığı bu ayırıcılarda ortamın akışkanlığı düşer ve statik ayırıcılara nazaran daha ince tanelerde ayırım yapılabilir. Bu tür ayırıcılarda gravite ve hidrodinamik kuvvetlerin yanında, merkezkaç kuvveti de ayırmada büyük bir etken olmaktadır. Son yıllarda özellikle ince boyutlu kömürlerin yıkanmasında kullanılan bazı aygıtlar aşağıda verilmiştir.

Ağır ortam siklonların çalışma prensibi hidrosiklonların benzeridir. Kömür ince öğütülmüş manyetitle hazırlanmış ağır ortamla karıştırılarak basınç altında siklonla beslenir. Tipik bir siklonda tanelerin üzerine etki eden santrifüj kuvveti siklon girişinde yerçekimi kuvvetinin 20 misli, siklon alt çıkışında ise 200 mislidir. Bu durum ağır ortam tanelerinin çok hızlı bir şekilde birbirinden ayrılmasını sağlar. Ağır ortam siklonlarında yıkanan kömürün tane boyutu 40-0.5 mm arasındadır. Ağır ortam siklonunun kapasitesi çapı ile doğru orantılı olarak artmaktadır.

Siklonik ayırıcılardan Vorsyl, Dyna Whirlpool, Tri-Flo ve Larcodems kömür yıkamada endüstriyel çapta uygulanmaktadır. Bunlardan Tri-Flo hariç diğerlerinden temiz kömür ve şist olmak üzere iki ürün elde edilmektedir.

Vorsyl ayırıcısı 30 mm'ye kadar olan kömürlerin yıkanmasında kullanılan ve saatteki kapasitesi 50 ton'a ulaşan 60 cm çaplı dikey bir silindirden ibarettir. Kömür ve ağır ortamın

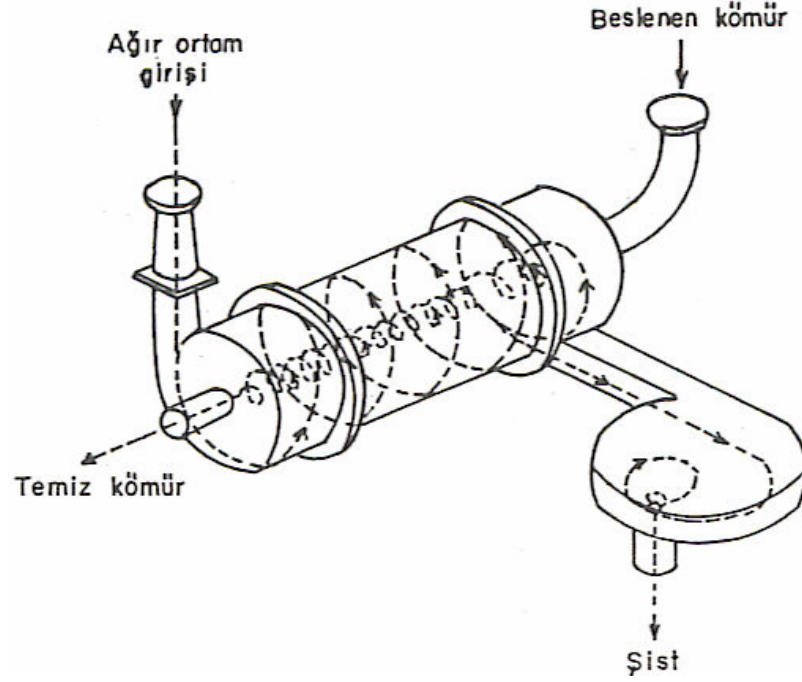
bir kısmı silindir çeperine teğet olarak basınç altında beslenir. Yüzen kömür girdap borusundan alınırken, ortam yoğunluğuna yakın malzeme ve şist santrifüj kuvvetiyle silindir yüzeyine savrulur ve aşağı doğru dönerek silindir tabakanın ortasındaki açıklıktan girdap kapalı denilen ikinci bir yassı silindire geçer. Ana silindirik gövdeye teğet olarak girişi bulunan bu ikinci kısım en az ağır ortamla şist ve diğer ağır malzemenin dışarı atılmasını sağlar. Şekil 2.8’ de Vorsyl ayırıcısı görülmektedir [1].



Şekil 2.8 : Vorsyl ayırıcısı şematik görünümü [1]

Tri - Flo ayırıcısı birbirine seri halde bağlı iki Dyna Whirlpool ayırıcısından oluşur. Her iki bölme farklı yoğunluklardaki ağır ortamla çalışır. Bu şekilde üç ürün elde edilir. [1,13]

Diğer bir ağır ortam ayırıcısı da Larcodems'tir. Larcodems'in Vorsyl ve diğer siklon tipli ayırıcılardan farkı, ağır ortam ve beslenen kömürün silindirik gövdenin içine ayrı ayrı beslenmesidir. Tüvenan kömürlerin tek bir cihazda yıkanmasına olanak sağlayan bu aygıt ile $-100+0,5$ mm boyut grubundaki kömür 250 ton/h kapasiteyle yıkanabilmektedir. Bu aygıt yatayla 30 derece açı yapacak şekilde yerleştirilir. İki ürünlü Larcodems ayırıcısından sonra, üç ürün alınabilen (temiz kömür, ara ürün, artık) Larcodems ayırıcıları da geliştirilmiştir. Bu sistemde birinci hücreden alınan artık, ikinci hücreye teğetsel olarak beslenmekte ve oluşturulan ikinci bir vortexle, yoğunluğu düşük olan taneler üst akımdan artık olarak, yoğunluğu yüksek olan taneler ise alt akımdan artık olarak elde edilmektedir. Şekil 2.9’da üç ürün alınan Larcodems ayırıcısı görülmektedir [1].



Şekil 2.9 : Larcodems ayırıcısı şematik görünümü [1]

Sarsıntılı Masa: Tabaka halinde akan akışkan ortamda yıkama yöntemleri arasında yaygın olarak kullanılan sarsıntılı masada etkin bir ayırma sağlanmaktadır. Genellikle dikdörtgen, paralel kenar, dikdörtgene yakın yamuk veya V şeklinde olan, dar ve uzun eşiklerle kaplı, yatayla birkaç derecelik eğimi olan masa yüzeyi, masanın uzun eksenine doğrultusunda ileri geri hareket ettirilir. Sarsıntılı masa yüzeyine beslenen mineral taneleri, tabaka halinde akan akışkan ortamın hareketi ile buna dik olan ileri-geri hareketin bileşkesi doğrultusunda diagonal olarak hareket ederek ağır mineraller hafif minerallerden ayrılır.

Sarsıntılı masada şlam, artık, ara ürün ve konsantre olmak üzere dört ayırma bölgesi bulunmaktadır. Hafif mineraller en kısa mesafeyi kateder. Ağır mineraller ise, masa yüzeyinde en uzun mesafeye ötelenirler.

Sarsıntılı masa yüzeyinde bulunan eşikler ya sonradan ilave edilen çitalar ya da masa yüzeyinde oyularak açılan oyuklardır. Eşiklerin yükseklikleri konsantre bölgesine doğru azalarak sıfırlanmaktadır. Eşiklerin mevcudiyeti akış koşullarını değiştirdiğinden jiglerde olduğu gibi eşikler arasında engelli çöküş sınıflandırılması oluşmakta ve böylece hem etkili bir ayırma yapılabilmekte hem de sarsıntılı masa kapasitesi artırılmaktadır.

Masanın üst kısmında besleme kutusu ve yıkama suyu dağıtıcısı vardır. Su dağıtıcısı kenarı delikli bir oluktan ibarettir. Her delikten akan su miktarı mandallarla ayarlanarak masa yüzeyindeki suyun bir tabaka halinde akması sağlanır.

Sarsıntılı masaların performansını etkileyen en önemli parametreler; masanın eğimi, beslenen cevherin tane boyutu ve yıkama suyunun miktarıdır.

Günümüzde en çok kullanılan sarsıntılı masa tipleri Wilfley ve Deister tipi masalardır.

Cevher zenginleştirmede en çok kullanılan Wilfley masaları kömür yıkamada da kullanılmaktadır. Fakat Deister masaları diğerlerine nazaran daha çok kullanılmaktadır. Deister masalarında maksimum tane boyutu 12,5 mm olan ince kömür temizlenebilmektedir. Deister masalarının 2-3 katlı olanlarına Concenco denilmektedir.

Masalar -10 mm'lik ince taneli kömürlerden piritik kükürtün uzaklaştırılmasında en etkin yöntemlerden birisi olarak gözükmektedir [3,8,12].

Spiral (Oluklu Ayırıcı): Diğer ince kömür yıkama yöntemlerine alternatif olarak geliştirilen spiraller, dairesel oluk olup, özellikle 3-0,1 mm boyutları arasında kullanılmaktadır. Linyitlerin zenginleştirilmesinde çoğunlukla Reichert spirali kullanılır. Kömür için özel profilli olarak poliüretandan imal edilen 10-12 dönümlü bu spiral, 6-16 adetlik bataryalar halinde çalıştırılır.

Spirallerde de ayırma ilkesi özgül ağırlık farkı olup tanelerin ayrılmasında merkezkaç kuvvetinin önemli bir rolü vardır. Üstten pülp halinde beslenen kömür dönerek aşağı doğru iner ve merkezkaç kuvvetinin etkisiyle hafif olan taneler oluğun çeperine doğru ilerler, ağır mineraller ise merkezde kalır ve böylelikle ayırma yapılır [4,12].

Flotasyon: Flotasyon, çok ince boyutlu mineralleri zenginleştiren bir yöntemdir. Bu yöntemde ayırma bazı minerallerin hava kabarcığına ilişerek yüzmesi ile sağlanır. Bu mineraller yüzey özelliklerine veya çeşitli reaktiflerle yüzey özelliklerinin değiştirilmesine bağlı olarak hava kabarcıklarına ilişirler. Bu özellikleri göstermeyen diğer mineraller ise, su

içinde ıslanarak batarlar. Flotasyon 0,5 mm'den kolloid büyüklüğe (1-2 mikrometre) kadar değişen boyutlardaki cevhere uygulanabilir. Kolloid boyutlu malzemenin yüksek oranda bulunması ise flotasyonu güçleştirebilir. Günümüzde 0,5 mm altı ince kömürlerin temizlenmesinde köpük flotasyonu yaygın bir şekilde uygulanmaktadır. Kömür madenciliğinin mekanizasyonunun gelişmesi nedeniyle elde edilen ince kömür oranının artması ve ince aksamda kül oranının yüksek olması, ekonomik nedenler ile kömürün flotasyonla temizlenmesi zorunluluğunu ortaya çıkarmıştır.

Bütün katılarda olduğu gibi kömürün de doğal yüzme özelliği temas açısıyla belirtilir. Bu açı kömürün kömürleşme derecesine bağlı olarak değişir. % 69 C içeren kömür en yüksek doğal yüzme özelliğine sahiptir. Karbon içeriği bu değerden fazla olursa, kömürün doğal yüzebilirliği azalır. Genellikle yüksek kömürleşme derecesindeki kömürlerde temas açısı 10°-20° arasında değişirken, düşük kömürleşme derecesindekilerde 0°C'ye kadar düşmektedir.

Kömürlerin flotasyon yeteneği; kömürleşme derecesi, petrografik elemanlar, kül yüzdesi ve kül yapıcı minerallerin cinsi, nem içeriği ve yüzey oksidasyonu gibi yapısal özelliklere bağlı olarak değişir. Kömürleşme derecesi genç olan linyitler kuvvetli hidrofilik özellik gösterirler.

Kömürlerde "maseral" adı verilen petrografik elemanların doğal flotasyon yeteneği bakımından önemli rolleri vardır. Örneğin, bazı petrografik elemanları içeren maseral gruplarında belirli bir temas açısı ölçülememekte (fusain), bazılarında ise 60°C'nin üstünde bir temas açısı (vitrain) ölçülmektedir. Temas açısı ölçümleri sonunda kömür maseralleri arasında yüzebilirliğin fusain, durain, vitrain doğrultusunda arttığı bulunmuştur.

Kömürün kül miktarının da flotasyon üzerinde etkisi büyüktür. Mineral maddeler (inorganikler) suda kolaylıkla ıslanabilir özellik gösterdiklerinden, kömürde kül miktarı arttıkça doğal yüzebilirlik ve temas açısı azalır.

Kömürün nem miktarı flotasyonu ters yönde etkiler. Linyitten antrasite doğru gidildikçe nem miktarı azalır. Buna balı olarak da kömürün yüzebilme yeteneği artar.

Oksitlenme kömür flotasyonunu etkileyen diğer önemli faktördür. Yüzeyde oluşan polar (-COOH, -OH) bileşikler flotasyonu güçleştirir. Bu nedenle yeni üretilen kömürler, stoklanmış kömürlere oranla daha kolay yüzdürülür. Yüzdürülmesi istenmediği zaman kömür, potasyum permanganatla (KMnO₄) işleme sokularak oksitlenmesi sağlanır. Oksit tabakasını bozmak gerektiğinde %1'lik NaOH çözeltisi ile kömür pülpünü karıştırmak yeterlidir [3,10].

Kömür flotasyonunda polar olmayan yağlar ve alkoller kullanılır. En yaygın kullanılan yağlar; gazyağı, fuel oil ve kreosot'tur. Kömür geniş bir pH aralığında yüzebilmektedir, fakat optimum yüzebilirliği nötr pH noktasındadır. Kömür flotasyonunda mekanik ve havalı karıştırmalı flotasyon makineleri kullanılır.

Aşağıda flotasyonda kullanılan reaktif grupları yer almaktadır.

Toplayıcılar: Genellikle kömür flotasyonunda nötr hidrokarbonlar, kerosen tipi yağlar ve fuel oil kullanılır.

Kontrol Reaktifleri: Kireç, sodyum siyanür, sodyum karbonat ve sodyum silikat kömür flotasyonunda en çok kullanılan kontrol reaktiflerindendir. Kireç ve sodyum siyanür, piriti bastırmada kullanılır. Sodyum karbonat, sodyum silikat ise kil ve şisti dağıtır.

Köpürtücü Reaktifler: Tannin ve nişasta gibi organik kolloidler kömürü bastırır. Bunun yanında yüzeylerin oksidasyonu, kil şlamı ile kömür tanelerinin yüzeylerinin kaplanması ve pülp içine fazla miktarda sodyum klorür, alüminyum klorür ve alüminyum sülfat konulması kömürü bastırmada rol oynar.

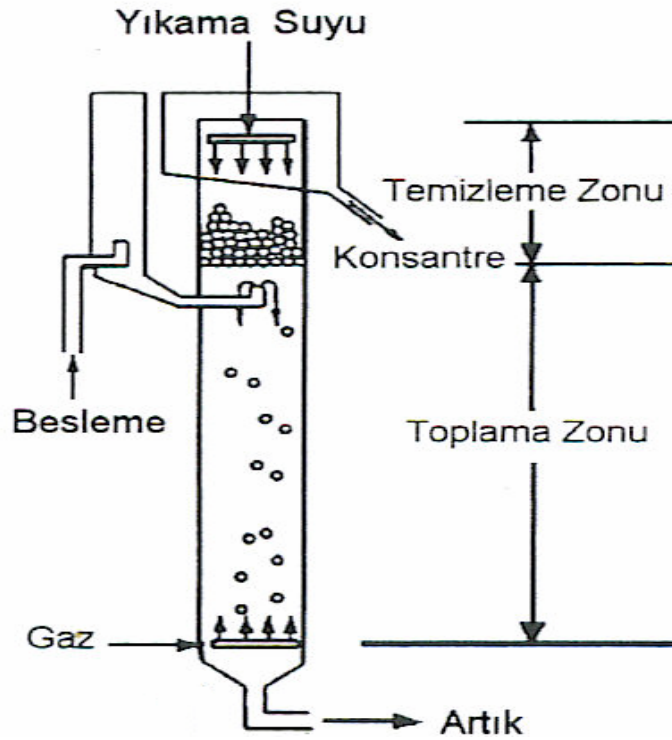
Flotasyona uygun tane boyutu, bazen 1 mm'ye kadar çıkmakla birlikte genelde 05 mm'nin altındadır. Flotasyonda katı oranı ise % 12-25 arasında değişir. Kömürün yüzdürülebildiği en iyi pH değeri, nötr pH (pH=7 civarında) değerleridir.

Flotasyon işlemi, kömüre üç amaçla uygulanır. Birincisi şlam içindeki kömürü kazanmak kül, ve kükürt oranı düşük bir ürün elde etmek, ikinci amaç lavvardan atılan ve siyah su

denilen proses suyunu temizleyerek çevre kirliliğini önlemek, üçüncüsü kömür içindeki maseralleri ayırarak koklaşabilir kömür üretmektir [10].

Aşağıda yeni flotasyon teknikleri yer almaktadır.

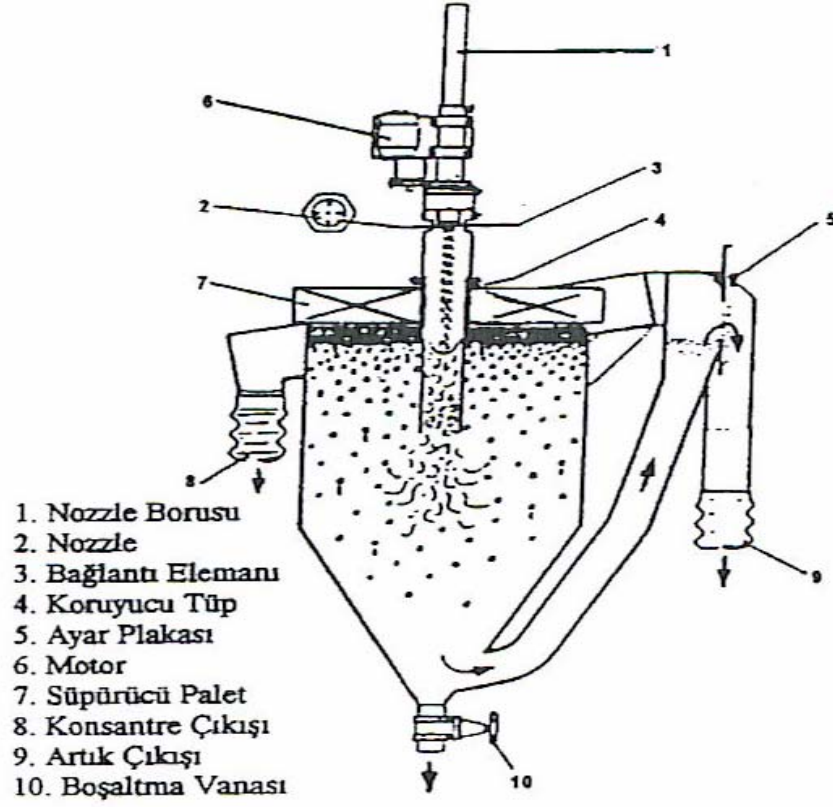
Kolon Flotasyonu: Şekil 2.10’da tipik bir kolon flotasyonunun şematik görünümü verilmektedir. Kolon flotasyonu temel olarak iki bölgeye ayrılabilir. Birinci bölge hava kabarcıklarının kabarcık üretici sistemi yardımıyla kolona verildiği ve tanelerin hava kabarcıkları ile karşılaştığı toplama bölgesidir. Besleme genellikle kolon yüksekliğinin 2/3’sinden yapılır. Hava, kolonun artık çıkış noktasının hemen üzerindeki bir kabarcık üreticinden kabarcıklar halinde kolona verilmektedir. İkinci bölge ise, besleme noktasının üst bölümünde, tane yüklü hava kabarcıklarının meydana getirdiği köpük bölgesidir. Köpükten aşağı doğru süzülen yıkama suyu ile yükselen köpüğün zıt akımlı olarak karşılaşması, köpük içerisine su ile taşınmış gang minerallerinin toplama bölgesine geri dönebilmesini, böylece yüksek tenörlü konsantre elde edilebilmesini sağlamaktadır [19].



Şekil 2.10 : Tipik bir kolon flotasyonunun şematik görünümü [19]

Jet Flotasyonu: Şekil 2.11’de görüldüğü gibi jet flotasyon sistemi başlıca iki bölümden oluşmaktadır. Birinci bölüm karıştırma bölümüdür. Burada kıvamlanan pülp, karıştırma tankının altında bulunan bir pompa ile ikinci bölüme basılmaktadır. İkinci bölüm flotasyon işleminin

gerçekleştiği bölümdür. Burada pülp belli bir basınçla pülp borusuna girmektedir. Pülp borusunun ucunda enjektör başlığı bulunmaktadır. Enjektör başlığından büyük bir basınçla çıkan pülp, aynı zamanda köpük için gerekli olan havayı da almaktadır. Püsküren pülp tank içinde türbülanslı bir akış sağlar ve tanelerin hava kabarcıkları ile temasını gerçekleştirir [19].



Şekil 2.11 : Jet flotasyonu şematik görünümü [19]

Taşıyıcılı Flotasyon: Bu flotasyon yöntemi, yüzebilirliği yüksek iri tanelerin, yüzmesi zor olan (genellikle toz taneler) ince taneleri taşıması esasına dayanmaktadır. Taşıyıcının yalnızca toz tanelerine yönelik hareketi, daha yüksek ayırma verimi sağlamaktadır. Bu flotasyon yöntemi ile, flotasyon özelliği zayıf olan linyitlerin, flotasyon özelliği kuvvetli olan iri taneli bitümlü kömürler ile yüzdürülmeleri sağlanabilmektedir [20].

Biyoflotasyon Yöntemi: Biyoflotasyon yönteminin uygulanmasıyla thiobacillus ferrooxidans tipi bakteriler yardımıyla ön şartlandırma yapılan pirit flotasyon sırasında bastırılabilir. Biyoflotasyon sistemindeki gelişmeler sadece thiobacillus ferrooxidans'ın değil, heterotropik bakterilerin ve bazı mayaların da piriti bastırdıklarını göstermiştir [20].

Yağ Aglomerasyonu: Bu yöntem, özellikle ince boyutlu kömürlerden piritik kükürt ve diğer inorganik safsızlıkların uzaklaştırılmasında kullanılmaktadır. Yağ aglomerasyonunda, suda ıslanmayan ince kömürler hidrokarbonlarla birleşerek iri bir tane oluşturmakta, ortamda kalan pirit ve şistler ise uzaklaştırılmaktadır. Bu işlem sırasında % 12-15 oranında yağ tüketilmektedir [3,4].

Manyetik Ayırma: Piritik kükürtü uzaklaştırmak için manyetik ayırma, çeşitli biçimlerde uygulanmaktadır. Bunlar şu şekilde sıralanabilir;

- Kömür, aşırı ısıtılmış buhar hava karışımı ile kısa bir süre muamele edilir. Bu işlem sonucunda piritin yüzeyi oksitlenerek manyetite dönüşmekte ve 10000 Gauss'luk manyetik alan şiddetinde piritik kükürtün %80'i uzaklaştırılabilmektedir.
- Kömür, 320-360°C arası sıcaklığa kadar ısıtılarak piritler oksitlenir ve manyetik yükseltilerek, yüksek alan şiddetli manyetik ayırıcıdan geçirilir.
- Kömür hiçbir ön işleme tabi tutulmaksızın 24000 Gauss'luk yüksek alan şiddetinde yağ manyetik ayırıcı ile piritik kükürtün büyük bir kısmı uzaklaştırılabilmektedir.

Elektrostatik Ayırma: Elektrostatik ayırma işleminde iletkenlik farkına dayanarak ince taneli kömürlerden piriti kuru yöntemle ayırmak mümkün olmaktadır. Elektrostatik ayırmada kömürün rutubeti, oksitlenme derecesi ve içindeki inorganik maddelerin elektrofiziksel özellikleri pirit-kükürt ayrımını etkilediğinden ve işlemin kontrolü zorlaştığından, bu yöntem henüz endüstriyel çapta uygulanamamaktadır [10].

2.8.2. Kimyasal Yöntemler

Bu yöntemler, kömürde bulunan organik ve inorganik kükürtlerin giderilmesine yönelik uygulamalardır. İki grup altında incelenen bu yöntemler aşağıda verilmiştir.

Gaz Ortamında Isıtma: Kömürün kükürtünün giderilmesi amacı ile yapılan ısıtma işlemlerinde inert olarak karbondioksit gazları, indirgen olarak hidrojen, su buharı ve amonyak; kükürtü oksitleyici gaz olarak da hava veya oksijen kullanılmaktadır [10].

Kömürün yapısında bulunan organik kükürt, inert ve indirgeyici gaz ortamında gerçekleştirilen ısıtma işlemleri sonucunda H₂S'e dönüşür. Bu şekilde organik kükürt gaz halinde kömürden uzaklaştırılır.

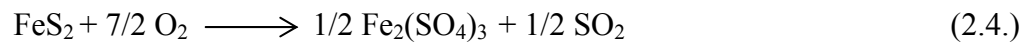
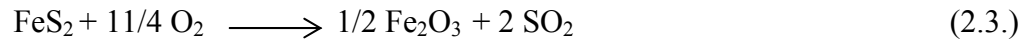
Kömürdeki en önemli kükürt kaynağını oluşturan pirit ve markazit mineralleri, 550-600 °C sıcaklıkta ısıtıldığında hızla parçalanarak FeS ve demire dönüşürler. FeS tekrar reaksiyona girerek, demir oluşur. Eğer ortamda hidrojen varsa oluşan kükürt H₂S'e, oksijen varsa SO₂'ye dönüşerek kömürü terk eder.



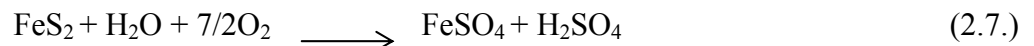
Yukarıdaki tepkime 300 °C'de çok yavaş olarak başlar, ısının 500 °C'ye çıktığı durumlarda, tepkime hızlanır ve 800 °C'nin üzerinde son bulur [10].

Isıl işlemler sonucu, kömürde bulunan kükürt aynı anda 16 farklı tepkimeye girerek FeS, FeO, Fe₂O₃ ; Fe₃O₄, Fe₂(SO₄)₃, SO₂, SO₃ gibi ürünlere dönüşür.

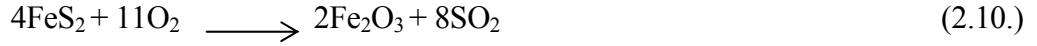
Isıtma sırasında kullanılan hava miktarına göre, piritin oksidasyonu aşağıdaki gibi gerçekleşir.



Aynı işlemler sulu ortamda yapıldığında, suda kolaylıkla çözülebilen demir sülfat meydana gelir.



Hava ortamında ısıtma işlemleri sonucu meydana gelen SO₂, kömüre kireç ilave ederek veya alkali bir ortamdan geçirilerek kalsiyum sülfat şeklinde tutulabilir. Aşağıda kömüre kireç ilave edilerek SO₂ gazının tutulma şekli görülmektedir.



Yaş Kimyasal Yöntemler: Bu yöntemlerde, çeşitli kimyasal maddeler kullanılarak kömürde bulunan kükürt çözeltiye alınmakta ve bu şekilde kömürden uzaklaştırılmaktadır. Kullanılan kimyasal maddeler ise; değişik tiplerdeki asitler, bazlar ve tuzlardır [4].

Kömürün kükürtünü giderme amacına yönelik yaş kimyasal yöntemlerden en önemlileri: Meyers, Kostik Ekstraksiyon, Pete ve Ledgemont yöntemleridir.

Meyers Yöntemi: Meyers prosesi kömürün ya ferrik sülfat ya da ferrik kükürte oksitlenmesi esasına dayanır. Beslenen kömür boyutu 10-0,074 mm arasında değişmektedir.

Sülfat iyonu içeren çözelti, filtrasyon işlemiyle uzaklaştırılır. Elementel kükürt, buharlaştırılarak veya toluen ekstraksiyonu ile uzaklaştırılır [10].

Kostik Ekstraksiyon: Bu yöntem ile kömür, kükürtünden uzaklaştırmak için % 70'i 200 mesh altı olacak şekilde öğütülür ve % 5-10 arasında değişen konsantrasyondaki NaOH ve Ca(OH)₂ ile bir tank içinde karıştırılır. Daha sonra 25-75 Atm. basınç ve 225°C ile 350°C arasında değişen sıcaklıkta çalışan otoklava beslenir. Otoklavda kükürt Na₂S'e dönüşür. Na₂S, CO₂ ile reaksiyona sokularak NaOH geri kazanılabilmektedir [10].

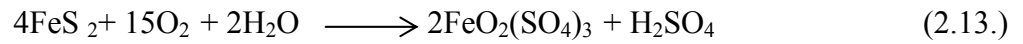
Pete Yöntemi: Bu yöntem kömürdeki kükürtlü bileşiklerin hava ile oksidasyonu ve oluşan sülfürik asidin kireç ile nötralizasyonuna dayanmaktadır. Piritik kükürtün hemen hemen tamamı ile organik kükürtün bir kısmının bu yöntemle kömürden uzaklaştırılabildiği saptanmıştır [3].

Ledgemont Yöntemi : Bu yöntemde piritik kükürt, suda eriyebilir sülfatlara ve elementel sülfüre dönüştürülür. Oksidasyon 21 Atm. basınçta ve 130°C sıcaklıkta olmaktadır. Daha sonra ürün filtre edilir ve yıkanır. Filtrasyondan gelen su, kireçle nötralleştirilerek tekrar kullanılır. Bu proseste piritik kükürtün % 100'u uzaklaştırılmaktadır. Toplam reaksiyon süresi iki saattir.

Yaş kimyasal yöntemlerin çok pahalı olması nedeniyle günümüzde endüstriyel çapta pek uygulanamamaktadır [10].

2.8.3. Biyolojik Yöntemler

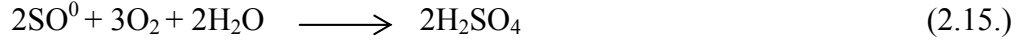
Son yıllarda yapılan araştırmalar sonucunda Thiobacillus türü bakteriler kullanılarak, kömürde bulunan piritik kükürtün %80'i uzaklaştırılabilmektedir. Thiobacillus Ferrooxidans ve Ferrobacillus Ferrooxidans türü bakteriler piritik kükürtü yiyerek demiroksit şekline dönüştürmektedir. Bu sırada oluşan reaksiyon aşağıda verilmiştir [4].



Suda çözünmeyen piritten, suda çözünebilen ferrik sülfat ve sülfürik asit oluşmaktadır. Oluşan bu tepkime, sulu ortamın pH'ını düşürmekte, yani asitliğini artırmaktadır. Piritin bakteriler ile çözünmesi sonucu ortaya çıkan Fe^{+3} iyonu piriti oksitlemekte ve kükürt ile Fe^{+2} iyonu oluşturmaktadır.



Fe^{+2} iyonu ve kükürt, bakterilerle oksitlenmekte, Fe^{+3} ve H_2SO_4 meydana gelmektedir. [3,14]



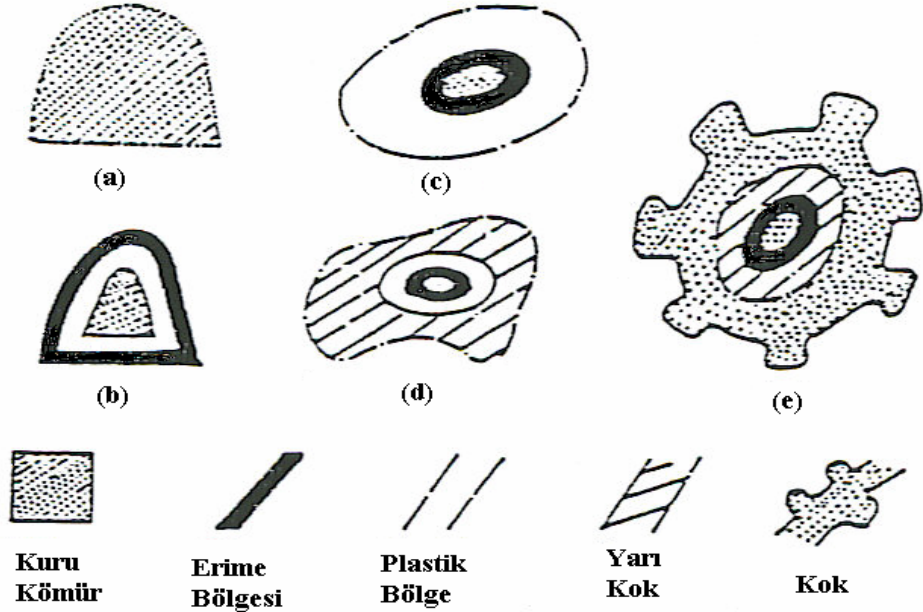
Yukarıda belirtilen yöntemin dışında, piritik kükürtün giderilmesinde bakteriler ile pirit yüzeyinin oksidasyonu yöntemi de kullanılabilmektedir. Bu yöntemde, piritin yüzeyi bakteriler ile demir hidroksite dönüştürüldükten sonra, kömüre seçimli aglomerasyon veya flotasyon uygulanarak, pirit uzaklaştırılmaktadır [10].

2.9. KÖMÜR TEKNOLOJİSİ

2.9.1. Kömürün Koklaştırılması

Kömürün havasız ortamda ısıtılarak uçucu maddelerini yitirmesiyle birlikte geriye sert ve iyi pişmiş katı bir ürün bırakması olayına "koklaşma" denir. Uçucu maddelerin kömür bünyesinden çıktıktan sonra kalan sert, gözenekli, sünger yapılı ve karbon yüzdesi çok yüksek olan ürüne de kok adı verilir. Koklaşma 900°C'nin üzerinde yapılırsa yüksek sıcaklık koklaşması; 700°C civarında yapılırsa orta sıcaklık koklaşması ve 550°C civarında yapılan koklaşmalara da düşük sıcaklık koklaşması denir. Ancak son yıllarda 700°C ve bunun altında yapılan koklaşmalar genel olarak düşük sıcaklık koklaşması olarak nitelendirilmekte ve bu yöntemle elde edilen ürüne yarı kok denilmektedir. Metalurjik kok, yüksek sıcaklık karbonizasyonu sonunda üretilmektedir [3].

Kömürün koklaştırılması sırasında özelliklerine bağlı olarak belirli aşamalardan geçmektedir. Plastikleşme özelliğine sahip koklaşabilir kömürlerin koklaşması sırasında oluşan gelişmeler Şekil 2.12'de verilmiştir.



Şekil 2.12 : Koklaşma sırasında kömürde meydana gelen gelişmeler [8]

- Kritik sıcaklık olarak kabul edilen 350°C 'de kömür yumuşar ve yüzeyde bir ergime zonu oluşur. Bu sırada kömürde hacimce bir küçülme meydana gelir.
- Ergime bölgesi aynı zamanda bozunma bölgesi olarak da tanımlanır ve bu bölge ısı arttıkça kömürün içine doğru ilerler, kömür yüzeyinde ise yumuşamış plastik bir yapıda tabaka oluşur.
- Ergime bölgesinde bozunan kömür, katran ve uçucularını vermeye başlar. Yumuşamış bölge, bu ürünlerin çıkışına karşı direnç göstererek kömürün şişmesine neden olur. Isıtma hızına bağlı olan bu olay $450-550^{\circ}\text{C}$ arasında gerçekleşir. Plastik bölge tekrar sertleşir ve kömür büzülmeğe başlar. Sertleşen bu kütle ise yarı kok olarak adlandırılır.
- Sıcaklık 550°C üzerine çıktığında, H_2 ve CO gazları çıkması ile üründe özellikle yarıkok bozunması ve 800°C 'den sonra grafitleşme görülür.
- Koklaşmanın son safhası $900-1200^{\circ}\text{C}$ arasında gerçekleşir. Sonunda, dıştan içe doğru sırası ile kok, yarıkok, ergime ve kuru kömür bölgelerini içeren kok oluşur.

Koklaşmanın en önemli aşamasını, kömürün plastik özellik kazanması oluşturur. Taşkömürünün metelurjik koka dönüşmesini sağlayan plastik özelliklerinden en önemlisi yumuşama ve bağlanarak pişmedir. Linyitlerde ise plastik bölgede bu olayları sağlayan bir madde olmadığından büzülerek dağılmaktadır.

Bir kömürün koklaşma özelliği, plastikleşme derecesine, fiziksel ve kimyasal özellikleri ile petrografik yapısına bağlıdır [3,4,8].

2.9.2. Kömürün Gazlaştırılması

Kömür gazlaştırmada amaç, kömürü buhar, hava, oksijen ve hidrojen ile tepkimeye sokarak gaz ürünler elde etmektir. Kömürlerin gazlaştırılmasıyla üretilen gazların bileşimi ve miktarı, kömürün cinsine ve aktivitesine, kullanılan gazların türüne ve uygulanan gazlaştırma işlemine (basınç, sıcaklık vb.) bağlıdır [3].

Genellikle kömürden gaz üretimi aşağıda belirtilen iki şekilde olur.

- Kok üretimi sırasında yarı ürün olarak
- Kömürün doğrudan gazlaştırılması

Koklaşma sırasında kok kamaralarından çıkan gazlar öncelikle sıvı ürünlerden ayrılır. Sıvı üründen temizlenen gaz, sırası ile H_2S yıkayıcı, NH_3 yıkayıcı venaftalin+benzol yıkayıcılardan da geçirilerek yıkanmış temiz gaz elde edilir.

Doğrudan kömürün gazlaştırılmasında ise kömür hava, su buharı, karbondioksit, oksijen ve hidrojen gibi gazlaştırıcılar ile muamele edilerek, hava gazı (jeneratör gazı), şehir gazı, su gazı gibi gazlar elde edilmektedir. Gazlaştırma reaksiyonu yüksek sıcaklıklarda ($800-1000^{\circ}C$) ve bazen de basınç altında (0-300 Psi) yapılabilmektedir.

Kömürün gazlaştırılması ile üretilen yüksek kalorili ($600-800Kcal/Nm^3$) ve düşük kalorili ($1000-1800 Kcal/Nm^3$) gazlar, elektrik santralleri, kimya endüstrisi, metalurji sanayi ve evlerde kullanılabilmektedir [4].

2.9.3. Kömürün Sıvılaştırılması

Sıvılaştırma, kömürün gerek sıvı yakıt gerekse kimyasal hammadde gereksinimlerini karşılamak üzere yüksek enerji yoğunluğu olan, kolayca depolanıp taşınabilecek ve çevre kirliliği yaratmayacak sıvılara dönüştürülmesi olarak tanımlanabilir. Kömür hidrojen

yönünden fakir ve yoğun bir aromatik yapıya sahip olduğundan katı bir maddedir. Kömürden sıvı yakıt elde etmek için bu aromatik yapıyı çeşitli düzeylerde parçalamak gerekir. Parçalama sırasında hidrojenle zenginleştirilir veya karbonla fakirleştirilir. Hidrojenasyon olarak da tanımlanan sıvılaştırma yöntemleri dört ana bölümde toplanır [3,4,9].

- Piroliz
- Katalitik Hidrojenasyon
- Kömür Ekstraksiyonu
- Gazlaştırma Sentezi

Piroliz yönteminde kömür 500-700°C'ye kadar ısıtılmakta ve kısa bir süre içinde sıvı, gaz ve katı ürün elde edilmektedir.

Katalitik hidrojenasyon prosesi, 300-500°C sıcaklık ve 100 bar basınç altında yapılmaktadır. Bu proseste kömürde bulunan karbon atomları ile sisteme verilen hidrojen atomları reaksiyona girerek hidrojenle zengin bir sıvı ürün alınmaktadır.

Kömür ekstraksiyonu yönteminde, kömüre sıvı hale getirici reaktifler karıştırılarak, karışım önce balçık haline getirilmekte daha sonra karışıma hidrojen de katılarak 180-270°C'de ısıtılmaktadır. Damıtılan ürün belirli fonksiyonlara ayrılmaktadır [4].

2.9.4. Kömürün Briketlenmesi

Bağlayıcı maddeli briketlemede; kömür taneleri, uygun bağlayıcı madde kullanılarak daha dayanıklı hale gelir. Bu yöntem, genel olarak ısı değeri yüksek taşkömürü tozlarından ve kül içeriği az, ısı değeri yüksek linyit tozlarından ev yakıtı elde etmek amacı ile uygulanmaktadır [4].

Bağlayıcısız briketlemede ise; belirli bir tane boyutunda ve rutubet içeriğindeki kömür, herhangi bir katkı maddesi ilave etmeden yüksek basınç altında briketlenir. Katkı maddesiz briketleme, genellikle yumuşak linyitlere uygulanır. Briketlemeye elverişli linyitlerde fonksiyonel grup diye adlandırılan karbonil, karboksil ve hidroksil grupları suya ve

birbirine karşı çok aktiftir. Bu gruplar uygulanan briketleme basıncı ile birbirine yaklaşıp bağ oluşturur ve sağlam bir briket meydana gelmektedir [4,8].

Değişik briketleme işlemlerinde en çok kullanılan katkı maddeleri; melas, bentonit, sülfat likörü, peridor (bentonit ile birlikte), ataklitik polipropilen, katran lateks, çimento, reçine ve kireçtir [5].

Briketlemeye etki eden faktörler; kömürün petrografik özellikleri; kömürün yapısı, rutubet içeriği (% 3-14), tane boyutu (0-8 mm.), katkı maddesi, briketleme yükü ve süresidir [10].

2.10. KÖMÜRÜN KULLANIM ALANLARI

Kömür, ana enerji kaynaklarından biri olması nedeni ile günümüzde oldukça fazla kullanım alanı bulmaktadır. Kömürün başlıca kullanım alanları; termik santraller, ısıtma sektörü, kok yapımı, sıvı ve gaz yakıt üretimi, aktif karbon üretimi, kauçuk sanayiinde dolgu malzemesi ve grafit elektrot üretiminden oluşmaktadır. Ayrıca yıkama sırasında elde edilen şist ve yakma sırasında oluşan kül ise çeşitli endüstri dallarında hammadde olarak kullanılabilir. Kömürün kullanım yerlerinin belirlenmesinde; tane boyutu, kül, kükürt, ısı değeri, rutubet, uçucu madde, ögünebilirlik ve koklaşma özelliği önemli faktörlerdir [3,4,8].

Kömürün kullanım yerlerinin belirlenmesinde; tane boyutu, kül, kükürt, ısı değeri, rutubet, uçucu madde, ögünebilirlik ve koklaşma özelliği önemli faktörlerdir [3,4,8].

Termik Santrallerde Kömür Tüketimi: Elektrik enerjisi tüketmek amacıyla üretilen kömürlerin yaklaşık 3/4'ü termik Santrallerde kullanılmaktadır [4,8].

Isınmada Kömür Kullanımı: Kömür özellikle soba ve kalorifer kazanlarında ısı üretmek amacı ile tüketilmektedir. Türkiye'de ısınmak amacı ile kullanılan enerjinin yaklaşık % 30'u kömürden sağlanmaktadır [4].

Sanayide Kömür Kullanımı: Sanayide kullanılan linyitlerin nispeten iyi kalitede (3500 kcal/kg ve yukarısı) olması istenir. Türkiye'de en önemli kömür tüketen sanayi sektörleri;

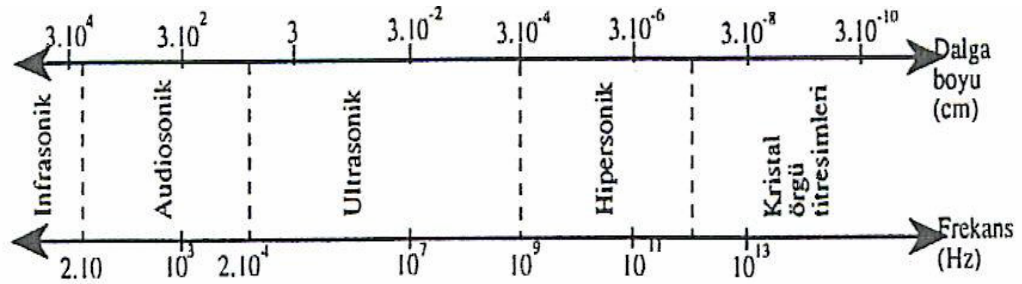
2.11. TEZ ÇALIŞMASINDA KULLANILAN YENİ TEKNİKLER

Bu bölümde kömür flotasyonu deneylerinde ön işlemleri olarak kullanılan ultrason (ultrases) ve mikrodalga enerjisi ele alınmıştır.

2.11.1. Ultrases

2.11.1.1. Ultrases Dalgaları Hakkında Genel Bilgiler

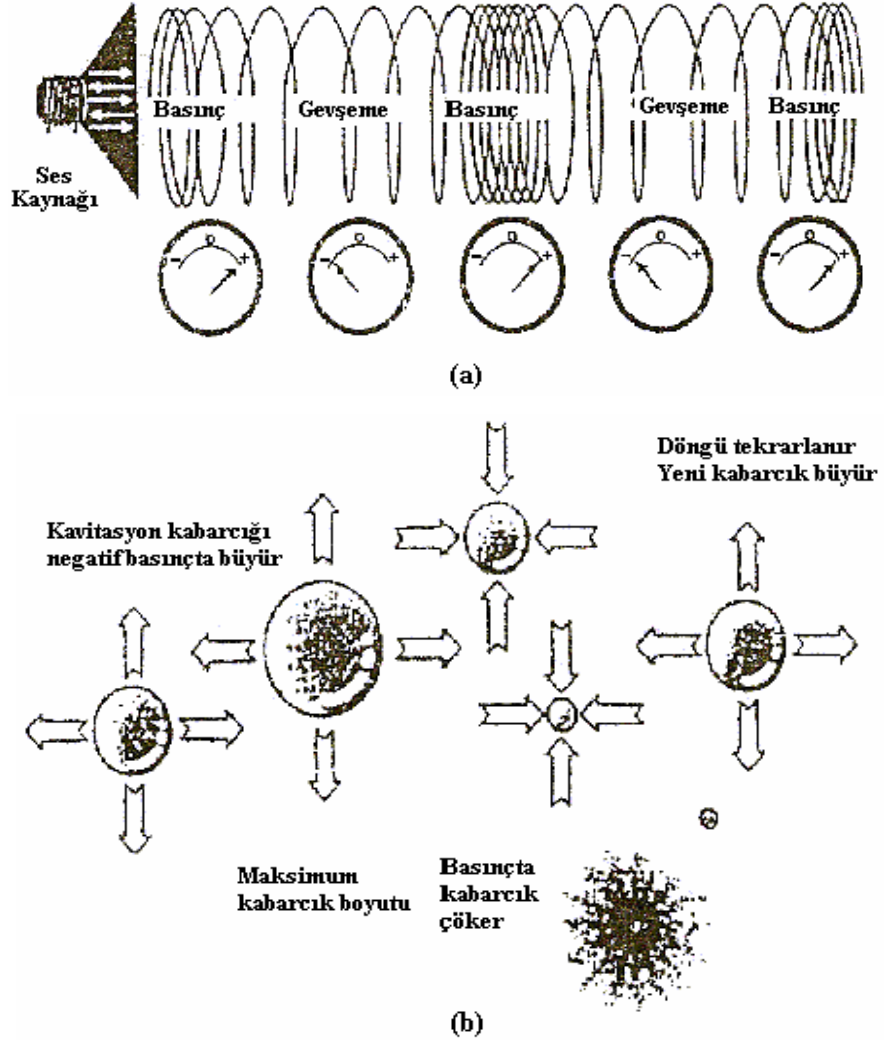
Ses maddesel ortamın titreşim hareketi olarak tanımlanmaktadır. Ses yalnızca maddesel ortamda vardır. Boşlukta ses veya ultrases oluşamaz. Ultrases insan kulağı tarafından işitilmeyen ses demektir. İnsan kulağı 16 Hz ile 20 kHz arasındaki frekanslara duyarlıdır. Kulak bu frekansların dışında kalan frekansları algılayamaz. Sesötesi (ultrases), aynen ses gibi bir titreşim hareketidir. Titreşim hareketi olarak doğar, titreşim hareketi olarak yayılır ve titreşim hareketi olarak algılanır. Atomların veya moleküllerin denge konumları etrafında titreşimidir. Şekil 2.14’de ultrasesin bulunduğu dalga boyu ve frekans görülmektedir.



Şekil 2.14 : Ses dalgaları [15]

Ultrases bir mekanik enerjidir. Aynı zamanda ışık, radyo dalgaları ve x-ışınlarıyla birçok ortak özelliklere sahiptir. Dalga boyları dikkate alındığında ultrases dalga boyunun, ışık dalga boyunun altında fakat çok yakınında olduğu görülür. Elektriksel olarak oluşturulabilmesi ve bir noktaya odaklanabilmesinin mümkün olması ışık dalgalarına benzer davranışlarıdır. Farklılığı moleküllerin mekanik titreşimleri ile ilerleyebilmesinden dolayı boşlukta ilerleyememesidir. Ultrasonik dalgalar ışık, x-ışını gibi elektromanyetik dalgaların tersine bir malzemenin atomal veya moleküler partiküllerinin denge pozisyonundan itibaren titreşimi ile meydana gelen mekanik dalgalardır ve katı, sıvı, gaz ve elastik ortamlarda yayılabilirler [15].

Ultrasonik ses dalgaları sıvı ortam içinde kavitasyon olarak bilinen bir olay meydana getirmektedir. Bu olay ses dalgalarının sıvı içinde ilerlerken oluşturduğu basınç ve gevşeme evrelerinde, sıvı moleküllerin ayrılarak oyuklanması ve hızla büzülerek dağılmasıyla ortaya çıkmaktadır. Bu sırada , oyuk içerisinde çok yüksek sıcaklık ve basınç değerleri meydana gelmektedir. Oyuğun çökmesiyle şok dalgaları ve sıvının yüksek hızlı mikrojetleri oluşmaktadır. Şok dalgaları ve sıvı jetleri herhangi bir yüzey üzerinde darbe etkisi yaparak aşınmaya sebep olmaktadır. Şekil 2.15.a kavitasyon olayının basınç ve gevşeme evresi, Şekil 2.15.b ise oyuklanma ve dağılma evresini göstermektedir. Bu etki sayesinde ultrasonik ses dalgalarının cevher hazırlamada birçok uygulama alanı bulunması ihtimali ortaya çıkmaktadır.



Şekil 2.15 : Kavitasyon : (a) basınç ve gevşeme evresi (b) oyuklanma ve dağılma evresi

2.11.1.2. Ultrases Dalgalarının Kullanım Alanları

Ultrasonik titreşim tıbbi tasarımlarda, okyanus geometrisinde, temizleme işlemlerinde, gıdaların korunması işlemlerinde, kaynak ve plastiklerin montajı işlemlerinde, emülsiyonlarda partikül dispersiyon stabilitesini sağlamak amacıyla bir çok endüstri dalında kullanılmaktadır. Maden ve metal endüstrilerinde genellikle yüzey temizleme işlemlerinde kullanılmaktadır.

Cevher hazırlamada besleme, taşıma, eleme, öğütme, kömür yıkama ve sarsıntılı masalarda zenginleştirme işlemlerinde kullanım alanı bulmuştur.

Kömür flotasyonunda reaktiflerin titreşimle emülsifiye edilmesiyle olumlu sonuçlar alınmasının yanı sıra, barit-demir, bakır ve polimetallik cevherlerin flotasyonunda kullanılan reaktif çözeltilerinin ses titreşimi yoluyla ortama verilmesinin yararlı olacağı saptanmıştır.

Asai ve Sasaki (1958) flotasyon pülpünün ultrasonik işleminden geçirilmesiyle ince kömürün kazanma veriminin iyileştirildiğini rapor etmişlerdir. Stoev ve Kuzev (1966) hava kabarcıklarının ultrasonik dağılmanın etkisini direkt olarak bir flotasyon hücresinde araştırmayı denemişlerdir. Bu ultrasonik kornalar ile sağlanmıştır. İnce kömürde daha iyi verim sonuçları elde edilmiştir.

Özkan (2002) tarafından yapılan –38 mikronun altındaki manyezitlerin etkin olarak değerlendirilmesi çalışmaları kapsamında konvansiyonel, ultrasonik ve ön ultrasonik flotasyon yöntemleri kıyaslanmıştır. Elde edilen veriler ön ultrasonik işleme tabi tutularak 10 mikron altı tanelerin uzaklaştırıldığı flotasyonun, konsantredeki manyezit tenörü ve verimi açısından en iyi sonuçları verdiği saptanmıştır [15].

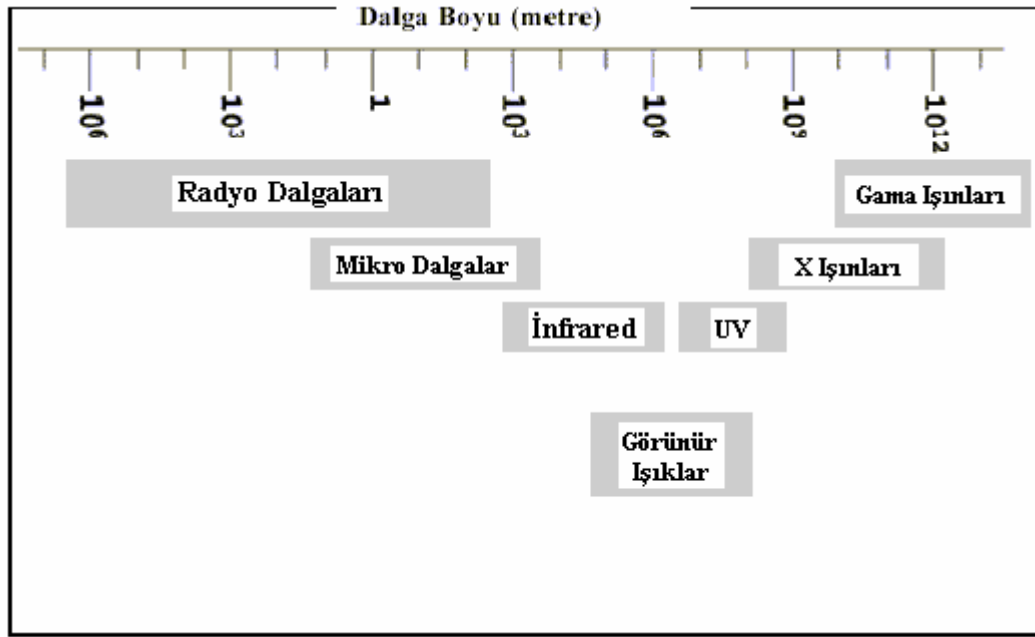
2.11.2. Mikrodalga

2.11.2.1. Mikrodalgalar Hakkında Genel Bilgiler

Mikrodalgalar, elektrik ve manyetik alan bileşenlerine sahip elektromanyetik enerjinin bir türüdür. Yaklaşık 0,3-30 cm arasında dalga boyu ve 300 MHz ile 300 GHz arasında

değişen frekansa sahip, iyonlaşmayan elektromanyetik dalgalarıdır. Mikrodalgalar metal yüzeyinden yansır ve bu nedenle metalleri ısıtmazlar [15].

Şekil 2.16'da elektromanyetik spektrumda mikrodalgaların bulunduğu dalga boyu uzunluğu görülmektedir.



Şekil 2.16 : Elektromanyetik spektrum [32]

Mikrodalga enerjisinin çalışmasını anlamak için ısıнын ne olduğunu hatırlamalıyız. Isı moleküllerin hareketi ile oluşur. Bu moleküller hareketi enerjinin iletimi ile oluşturulur.

Enerji 3 farklı yolla iletilir;

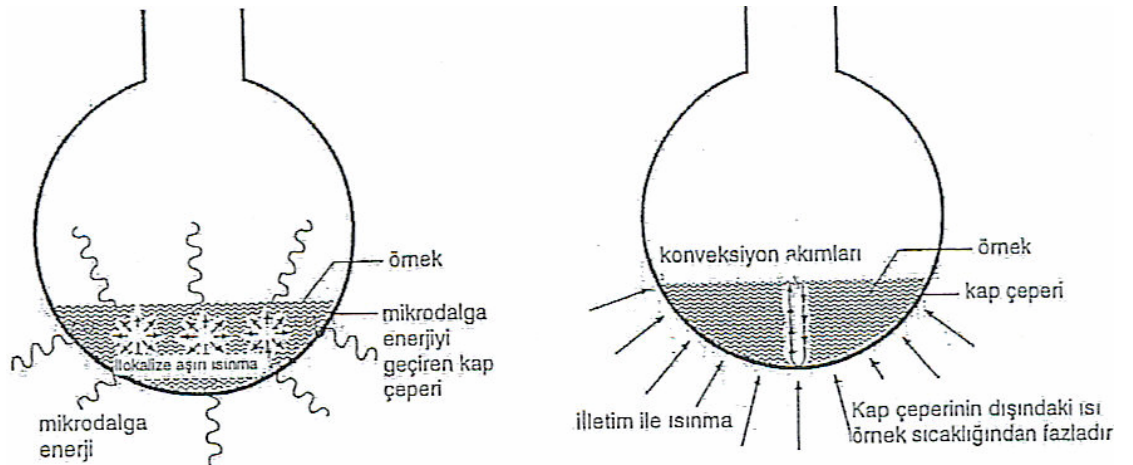
Conduction (iletme) : Isı kaynağı ile direkt ilişki kurarak.

Convection (Isı nakletme) : Sıcak hava sirkülasyonuna yardımcı olan bir kaynak veya fan ile iletme

Radiation (Yayınım) : Elektromanyetik dalgaların ortam yoluyla akışı ile enerji üretme.

Mikrodalga fırınlarda enerji radyasyon yoluyla iletilmektedir. Mikrodalgalar yüksek-sık elektromanyetik enerjili kısa dalgalarıdır. Örneğin elektrik ve manyetik özelliklere sahip olan elektrik akımı gibi. Bunlar kısa dalga genişliklerinden dolayı "mikrodalgalar" olarak adlandırılırlar.

Mikrodalga (MD) ısıtma diğer geleneksel yöntemlerden farklılık gösterir. MD ısıtma hacimseldir ve materyalin merkezinden başlayarak yüzeyine doğru yayılır. MD enerjisi önceden ısıtma, kurutma ve dehidrasyon için genellikle uygundur. Materyalin iç bölümleri materyalin yüzeyinden daha sıcaktır, bu yüzden suyun içten dışa doğru buharlaşması ve difüzyonu daha kolaydır. Kurutma boyunca kabuk oluşumu görülmez ve su kolayca buharlaşır. Malzemenin ısıtılması malzemenin fiziksel ve kimyasal yapısına bağlıdır. Elektromanyetik alandaki iyonik iletim ve dipol rotasyonu mikrodalga ısıtma süresince sıcaklıkta bir artmaya sebep olur. Bu sebepten dolayı materyalin homojen ısıtılması elde edilebilir. Söz konusu heterojen materyaller olduğu zaman su gibi sadece istenilen bileşen kurutmada seçilerek ısıtılabilir. Şekil 2.17’de mikrodalga ve konvansiyonel ısıtma mekanizmaları görülmektedir.



Şekil 2.17 : Mikrodalga ve konvansiyonel ısıtma mekanizmaları [15]

Malzeme içindeki hızlı buhar oluşumundan dolayı nemin büyük bir kısmı örneği terk etmeden buharlaşır. Eğer örnek başlangıçta çok ıslaksa, örnek içerisindeki basınç çok hızlı bir şekilde artar; toplam basınç etkisi altında örnekteki sıvı ayrıştırılabilir. İlk nem ne kadar yüksekse geriye kalan toplam kütledeki basınç etkisi de o kadar büyüktür. Dolayısıyla bir çeşit pompalama hareketinin etkisi vardır. Bu da atmosferi fazla ısıtmaya gerek duymadan çok hızlı bir kurumayı sağlar. Aynı zamanda bu yöntemde sadece malzeme ısıtılır ve ocağı, iletim grubunu ve ortamdaki havayı ısıtmaya gerek yoktur. Isıtma süresince izolasyona ve soğutmaya ihtiyaç yoktur [15].

MD ısıtma süresince kutuplu olan materyaller ve daha küçük moleküller mikrodalga enerjii diğler molekülleiden daha fazla emerge hem polar hem de küçük bir yapıya sahip olduğu için hızlı bir şekilde ısıtılabilir ve kolay bir şekilde buharlaştırabilir. MD kurutma basit bir şekilde mikrodalga enerjii engelleyerek kolayca kontrol edilebilir.

MD ısıtma yeterince hızlıdır ve bu yüzden kurutucu boyutları ve gerekli tesis alanları daha küçüktür. Isıtma heterojen maddeler için mümkündür. Materyalin dielektrik sabitine dayanarak sadece sulu kısmı etkilenmiştir ve ana kütle ve iletim sistemi ısıtılmamıştır. Sıcak su moleküllerin iletimi sistemin sıcaklığını artırır. Fazla ısıtmadan ve ürünün tozlanmasından kaçınılabilir. Sonuç olarak daha iyi kalitede ürünler elde edilebilir.

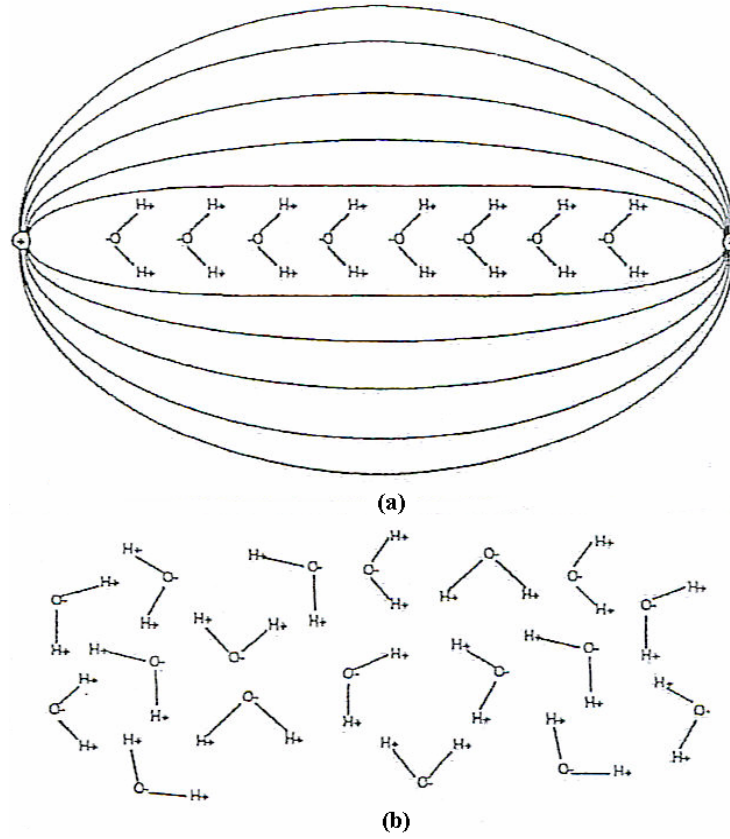
MD ısıtma uygulamalarının önceden ısıtılmış hava (kızıl ötesi) sistemler ve vakum sistemleriyle çalışabilme olanakları vardır. Bu yüzden işletme ve yatırım maliyetleri açısından birleştirilmiş bir yöntem daha ekonomik hale gelmektedir [15].

Mikrodalga enerji iki mekanizma ile malzemeye aktarılmaktadır. Bunlar;

- a.. İyonik İletim
- b. Dipol Rotasyon'dur.

İyonik iletim elektromanyetik alanda, bir çözeltideki çözünmüş iyonların iletimsel hareketidir. Bu iyonik hareketlilik ile ısı oluşumu sağlanır.

Dipol rotasyon, malzeme içindeki kalıcı ya da indüklenmiş dipol momente sahip moleküllerin bir elektrik alanı içinde iken doğrultu boyunca dizilmesidir. Şekil 2.18.a'da görüldüğü gibi mikrodalga enerjisinin artışı ile elektrik alanı artırıldığında polarize su molekülleri bir hatta dizilirken, Şekil 2.18.b'de ise alanın azalışı ile dizilim bozulmuştur. 2450 MHz frekansta malzeme içindeki moleküllerin dizilimi ve dizilimin bozulması olayı saniyede $4,9 \times 10^9$ kez gerçekleşmektedir. Sonuç olarak soğurulan enerji sürtünmeye harcanmakta ve malzeme hızla hacimsel olarak ısınmaktadır.



Şekil 2.18 : Elektromanyetik alan içerisinde su moleküllerinin davranışı : (a) mikrodalga uygulandığındaki durum (b) uygulanmadığındaki durum [15]

Mikrodalga, fırının bünyesindeki magnetron tüpünde üretilir ve dalga yönlendirici vasıtasıyla fırın içine gönderilerek mikrodalga boşluğuna yani fırın içine gelen dalgaların karıştırıcı ile karıştırılıp yansıtılmasını sağlayan pervane bulunur.

Magnetron, anot ve katottan oluşan silindirik diyottur. Diyotta katot tarafından manyetik alan oluşturulur. Anot çok sayıda eşli resonant boşluk şeklindedir ve diyotta birkaç bin volta ulaşan potansiyel oluşumunu sağlamaktadır. Ortaya çıkan elektronlar manyetik alanın etkisiyle titreşir ve magnetron salınımına başlayarak mikrodalga üretilir. Dalga yönlendiriciler metal gibi yansıtıcı malzemelerden yapılır ve oluşan dalgaların tekrar magnetrona yansımaya engel olacak şekilde tasarlanır.

Ev tipi mikrodalgalar, 2450 MHz frekansta çalıştırılmaktadır. Mikrodalga enerjisi genelde Watt (W) birimi ile ifade edilmekte ($1W=14,33$ cal/dak.) ve mikrodalga fırınların çoğunda bu değer

600-700 W'tır. Dolayısıyla 5 dakikalık bir ısıtma süresinde fırın içindeki malzemeye 43000 kalorilik enerji aktarılmaktadır [15].

2.11.2.2. Mikrodalgaların Uygulama Alanları

Mikrodalga ısıtma endüstriyel olarak 1960'lı yıllardan beri kullanılmaktadır. İlk uygulamalar gıda endüstrisinde yapılmıştır. Mikrodalga teknolojinin son uygulamaları; asfalt, kağıt, plastik, hamur, kauçuk, kimyasal, petrol, metalurji gibi çeşitli endüstrilerinde olmuştur [15].

Mikrodalga ile ilgili pek çok alanda çalışmalar yapılmıştır. Özellikle iletişim, kimya ve gıda alanında sayısız çalışma olmasına karşın cevher hazırlama ve cevher hazırlamayı ilgilendiren diğer alanlarda mikrodalga uygulamalarını araştıran oldukça az sayıda çalışma vardır.

Kömüre mikrodalga uygulamanın etkileri konusunda mikrodalga enerjisi ile kömürden kükürtün uzaklaştırılması ve mikrodalganın öğütmeye olan etkilerini inceleyen çalışmalar yapılmıştır.

Zavitzanos (1978), pirit/kömür karışımları üzerinde farklı frekanslarda soğurulan gücü belirlemeye çalışmıştır. Çalışmalar sonucu 5 Ghz frekansın pirit ve kömür üzerinde en büyük ısıtma farkını yarattığını ancak 2,45 Ghz'de de iyi sonuçlar elde edildiğini belirtmiştir.

Rowson ve Rice (1990), Hayashi ve diğerleri (1990) kömürün mikrodalga ile kükürttten arındırılmasında kostik liçinin etkisini araştırmışlardır. Kostik çözeltilerinin (NaOH ve KOH) mikrodalgayı çok iyi soğurarak kömür/pirit fazlarındaki ısınma farkını arttırdığını göstermişlerdir.

2.11. KÖMÜRLERDEN HÜMİK ASİT ÜRETİMİ

Linyitler ve turba kömürleri genç kömürler oldukları ve bu nedenle de bünyelerinde karbonil, karboksil ve eter grupları halinde fazla miktarda oksijen bulundurdıkları için, bu tür kömürlerden bitümlü kömürlere kıyasla organik gübre üretimi daha kolay olur.

Genç kömürlerden organik gübre üretimi için çok çeşitli metotlar olmasına rağmen, bunları şu şekilde iki ana gruba ayırmak mümkündür:

- Çözünebilir hümatları şeklinde konsantre veya katı halde hümik asit üretimi
- Yavaş yavaş çözünerek uzun süre etkisini gösteren organik gübre üretimi

Hümik asit suda çözünmez. Fakat hümik asidin alkali veya aminlerle meydana getirmiş oldukları hümatları suda çözünür. Bu sebeple, kömür, leonardite ve diğer hümik asit ihtiva eden organik maddeler belli pH aralığında hümatlarına dönüştürülerek suda çözünebilir hale getirilebilirler. Çözünebilir hale getirilmiş olan hümatlar, süzme veya dekantasyonla ayırma gibi çeşitli ayırma metotları ile çözünmeden kalan kısımlarından ayrılabilirler. Hümatlardan ayrılmış olan çözünmeden kalan bu kısmın başka amaçlarla değerlendirilmesi gereklidir. Hümatları şeklinde ayrılmış olan bu kısım, konsantre edilerek doğrudan doğruya organik gübre olarak kullanılabilirdiği gibi, çözeltinin pH'ı ayarlanarak, hümatlar tekrar hümik asitlere dönüştürülebilir. Bu durumda hümik asit çözelti içinde kolloidal tanecikler haline gelir ve süzülerek çözeltiden ayrılabilir. Kurutulduktan sonra katı tanecikler halinde hümik asit elde edilebilir.

Uzun süre etkili organik gübre üretimi prosesi hem en ekonomik hem de bu kömürlere en uygun bir proses gibi gözükmetedir. Bu proste, kömürler ile organik gübrenin ihtiva etmesi gereken magnezyum, kalsiyum, azot ve potasyum gibi mineral madde miktarını artırmak için kullanılması gerekli olan cevherler ayrı ayrı öğütüldükten sonra belli oranlarda harmanlanır ve harman iyice karıştırılır. Üzerine çeşitli oksitleyici kimyasal maddeler ilave edildikten sonra, bunların harmanlanmış karışım meydana getiren taneciklerin yüzeylerini tam olarak sarabilmesi için, harman paslanmaz çelikten yapılmış bir seri yoğurucudan geçirilerek yoğurulur. Yoğurma işlemini müteakip karışım kür işlemi denilen bir işleme tabi tutulur. Bu işlem esnasında oksitleyici maddelerin kömür ve mineral madde taneciklerinin iç kısımlarına kadar nüfuz etmeleri temin edilir. Bu işlem ekzotermik bir işlemdir ve bu nedenle karışım ısınır. Bu şekilde karışımın ihtiva etmiş olduğu rutubetin büyük bir kısmı ortamdaki uzaklaşır ve karışım hemen hemen kuru hale gelir. İlave edilen oksitleyici maddeler asidiktir. Bu nedenle de ortam asidik hale gelir. Kömürde başlangıçta mevcut olan ve oksitleme işlemi esnasında üretilen hümik asit asidik

olan bu ortamda çözünmez. Bu nedenle, kür işlemi tamamlandıktan sonra alkali hidroksitler ve eminerler ilave edilerek ortamın pH'nın bazik olması ve dolayısıyla da hümik asitlerin hümatlarına dönüşerek çözünebilir hale gelmesi sağlanmalıdır. Ortama bu bazik maddelerin ilave edilmesi birbirini takip eden birkaç kademede yapılmalıdır. Aksi halde ilave edilen maddeler yoğun bir şekilde buharlaşarak ortamdan uzaklaşabilir. Bu işlemlerin sonunda karışımdaki hümik asit ve fulvik asitlerin tamamı hümatlarına dönüşür. İlave edilen bazik çözeltilerin konsantrasyonları karışımın doğrudan doğruya kurutma gibi ilave bir işlem gerektirmeden peletlenebilecek oranda rutubet ihtiva etmesini temin edecek konsantrasyonlarda olmaları gereklidir.

Pelet haline getirilen bu madde, bir çok özelliği diğer organik gübrelerden daha iyi olan organik bir gübredir. Çünkü bitkilerin ihtiyaç duyacağı tüm mineral maddelerden yeterli miktarlarda ihtiva etmektedir. Gübre içerisine ilave edilen maddelerin türü ve miktarları değiştirilerek üretilen organik gübrenin uzun süre etkili bir gübre haline dönüştürülmesi de mümkündür [24].

Barış ve Dinçer'in (1982) yaptığı çalışmada ise;

Nitrik asitle iki kademeli yükseltgemedir ve daha sonrada amonyaklamadan oluşmaktadır. Birinci yükseltgeme kademesinde linyit seyreltik asitle nitrohümik asitlere dönüştürülmektedir. İkinci yükseltgeme kademesinde ise derişik nitrik asit kullanılarak birinci kademede elde edilen nitrohümik asitler suda çözünen bir ürüne dönüştürülmektedir. Üçüncü kademede ise yükseltgenmiş ürün amonyaklanmaktadır. Bütün deneyler atmosferik basınçta yapılmıştır. Tepkime kabı olarak dıştan ısıtılmalı ve karıştırmalı bir cam balon kullanılmıştır. Her kademedir çıkan gaz ürünleri salıverilmiştir[25].

Yıldırım (2001), yaptığı bir çalışmada Elbistan linyit numuneleri kullanarak numunenin havada oksitlenmesi sırasında karboksil gruplarınca temsil edilen alkalide çözünebilir hümik asitlerin artışlarını belirlemiştir. Oksitlenme reaksiyonu, açık sistemde bir etüvde atmosferik şartlarda 90-150°C'lar arasında gerçekleştirilmiştir. Numunedeki havadan sağlanan oksijen konsantrasyon artışı 36 saatten 144 saate kadar sürdürülmüştür. Oksitlenmiş numuneler için amonyum hidroksitte çözülebilen hümik asit (amonyum

2.12.1.3.Armutçuk Bölgesi Kömür Üretimi, Rezerv Durumu ve Kimyasal Özellikler

Bölgede 2005 yılı itibariyle tüvenan 378.411 ton, satılabilir 260.134 ton taşkömürü üretimi gerçekleştirilmiştir [21].

Tablo 2.3’de Armutçuk’a ait rezerv bilgileri, Tablo 2.4 ve Tablo 2.5’de ise kömürün özellikleri verilmiştir.

Tablo 2.3 : Zonguldak Armutçuk Rezerv Durumu(2006) [21]

Rezerv Durumu (Ton)	
Hazır	1.764.000
Görünür	10.388.046
Muhtemel	15.859.636
Mümkün	7.883.164
Toplam	35.894.846

Tablo 2.4 : Zonguldak Armutçuk taşkömürü özellikler [21]

KÖMÜRÜN ÖZELLİKLERİ	
Rutubet (ar)%	5±1
Kül (ar)%	10±2
Uçucu Madde (ar)%	33±1
Sabit Karbon (ar)%	53±2
Üst Isıl Değer (ar) kcal/kg	6900±150
Alt Isıl Değer (ar) kca/lkg	6650±150
Kül (d)%	11±2
Uçucu Madde (d)%	34±1
Sabit Karbon (d)%	55±2
Üst Isıl Değer (d) kcal/kg	7190±150
Alt Isıl Değer (d) kcal/kg	6955±150
Karbon(C)%	73-77
Hidrojen(H)%	3,5-5,3
Toplam Kükürt(S)%	Max 0,9
Azot(N)%	0,8-1,4
Oksijen(O)%	7-9
Kısaltmalar ar : orijinal kömürde d: kuru kömürde	

Tablo 2.5 : Zonguldak Armutçuk taşkömürü petrografik özellikleri [21]

PETROGRAFIK ÖZELLİKLER	%
Vitrinit	37
Eksinit	12,05
İnertinit	17,14
Mineral Madde	33,81
Vitrinit Yansıması	0,79

Zonguldak-Armutçuk taşkömürü uluslararası sınıflandırmada orta seviyede koklaşabilir özellik taşımaktadır. Bu sebeple ülkemiz demir-çelik sanayii için önem taşımaktadır.

2.12.2. MUĞLA-YATAĞAN BÖLGESİ LİNYİT HAVZASI

2.12.2.1. Yatağan Linyit Havzasının Jeolojisi

Muğla ilinin kuzeybatısında bulunan ve küçük işletmeler tarafından işlenen kömür üst Miosen yaşta olup ince tabakalı, ksilitik ve hafif killi olan yumuşak bir linyitten oluşur [30]

Yatağan ilçesi civarında; kuzeyden itibaren Turgut, Eskihisar, Tınaz, Bağyaka ve Bayır yatakları, Milas ilçesi güneyinde; sırasıyla Karacahisar, İkizköy, Sekköy, Belentepe, Hüsamlar ve Alatepe yatakları yer almaktadır [36].

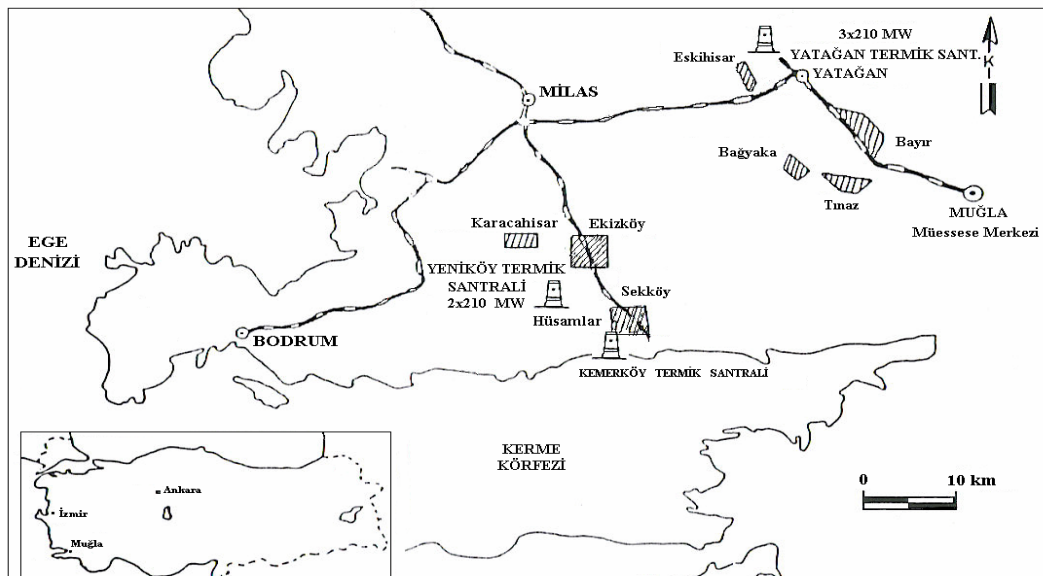
2.12.2.2. Yatağan Linyit Havzasının Tanıtımı

Yatağan Eskihisar Linyit havzasında ilk çalışmalar 1956, Tınaz-Bağyaka havzalarında ise 1966 yılında M.T.A. Enstitüsü ve bir Alman firmasının işbirliği ile başlamıştır. 1973 yılında yapılan sondajlarla Eskihisar 1973-1977 yılları arasında yapılan sondajlarla Tınaz, 1974 yılında yapılan sondajlarla Bağyaka sahasının kömür potansiyeli ortaya konulmuştur. Eskihisar havzasının 1975 yılında, Tınaz-Bağyaka havzalarının 1978 fizibilite araştırmaları, M.T.A. Enstitüsü tarafından yapılmıştır [34].

Eskihisar Linyit sektöründe üretim faaliyetleri 1979 yılında başlamış, bu faaliyetler Yatağan Bölge Müdürlüğü adı altında 1983 yılına kadar merkezi İzmir'de bulunan Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi'ne bağlı olarak yürütülmüş, bu tarihten sonra ise merkezi

Muğla'da bulunan Güney Ege Linyitleri işletmesi Müessesesi'ne bağlı olarak faaliyet göstermiştir. Tınaz-Bağyaka projesi faaliyetlerine 01.04.1985 tarihinde Tınaz – Bağyaka Bölge Müdürlüğü adı altında başlamıştır.

Merkezi Muğla'da bulunan GELİ Müessese Müdürlüğü, Yatağan Bölge Müdürlüğü, Tınaz-Bağyaka Bölge Müdürlüğü, Milas Bölge Müdürlüğü olmak üzere, 1984 yılında yapılanmıştır. 28.08.1995 yılında yapılan reorganizasyon çalışmaları sonucunda Müessese Müdürlüğü kapatılarak, Yeniköy Linyitleri İşletmesi Bölge Müdürlüğü (YLİ) ile Güney Ege Linyitleri İşletmesi Bölge Müdürlüğü'ne (GELİ) dönüştürülmüştür. Bu dönüşüm sonucunda Muğla merkezde bulunan idari bina ve lojmanların tamamı Muğla Üniversitesine devir edilmiştir. Yönetim Kurulunun 15.04.2002 tarihli kararı ile Eskihisar, Tınaz ve Bağyaka ocakları GELİ İşletme Müdürlüğü, Sekköy, İkizköy, Hüsamlar ocakları Yeniköy Linyitleri İşletme Müdürlüğü adı altında faaliyetlerini sürdürmekte iken 22.07.2002 tarih, 34/232 sayılı Yönetim Kurulu Kararındaki “Genel Müdürlük Merkezinde toplanmış bulunan yetkililerin, taşra teşkilatına devredilmesi, merkezdeki atalet ve yığılmaların ortadan kaldırılması, taşradaki aktivitelerin iş ve hizmetlerdeki karlılık ve verimliliğin artırılması” düşüncesinden hareketle 01.04.2004 tarihinden geçerli olmak üzere “Güney Ege Linyitleri İşletmesi Müessesesi Müdürlüğü (GELİ), Yeniköy Linyitleri işletmesi Müdürlüğü (YLİ) şeklinde Müessese ve İşletme organizasyonları tamamlanarak faaliyete geçirilmiştir. Şekil 2.20’de Yatağan bölgesi coğrafi durumu görülmektedir [34].



Şekil 2.20 : Muğla-Yatağan Bölgesi coğrafi durumu [36]

2.12.2.3. Yatağan Kömür Rezervleri, Üretim Miktarları, Kimyasal ve Petrografik Özellikleri

Yatağan Bölgesi ocaklarında bulunan kömürlerin 2006 yılı itibariyle rezerv durumu Tablo 2.6'da ve üretim faaliyetlerinin başladığı 1979 yılından 2006 yılına kadar tüm ocaklarda gerçekleştirilen üretim miktarları Tablo 2.7'de belirtilmiştir.

Tablo 2.6 : Muğla-Yatağan bölgesi kömür ocaklarına ait rezerv durumu [36]

Ocak Adı	Rezerv Durumu (Ton)
Eskihisar	42.990.000
Tınaz	26.416.000
Bağyaka	8.069.000
Sekköy	14.486.000
İkizköy	36.788.000
Hüsamlar	82.048.000
Karacahisar	85.770.000
Alatepe	1.278.000
Toplam	297.815.000

Tablo 2.7 : Muğla-Yatağan bölgesi kömür üretim miktarları [36]

Ocak Adı	Üretilen Kömür (ton)
Eskihisar	62.471.638
Tınaz	12.576.581
Bağyaka	10.642.897
Sekköy	51.888.424
İkizköy	13.661.699
Hüsamlar	20.030.843
Yaylıktepe	1.720.589
Alatepe-Söke	109.997
Toplam	177.462.386

Tablo 2.8’de Yatağan bölgesi linyitlerinin tam ve elementel analiz ve Tablo 2.9’da petrografik analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 2.8 : Muğla-Yatağan bölgesi linyitlerinin tam ve elementel analiz değerleri [30]

Enlem: 37° 16’01’’ Boylam: 28° 06’46’’		Orijinal	Havada Kuru	Kuru	Susuz Külsüz
Tam Analiz (%)	Nem	40,94	9,00	-	-
	Kül	18,34	28,25	31,04	-
	Uçucu madde	26,01	40,08	44,05	63,87
	Sabit karbon	17,41	22,67	24,91	36,13
Kükürt Formları (%)	Yanar kükürt	0,53	0,81	0,90	1,30
	Külde kükürt	1,30	2,01	2,20	-
	Toplam kükürt	1,83	2,82	3,10	-
	Piritik kükürt	1,20	1,85	2,03	-
Kok ve Gaz (%)	Kok	33,05	50,92	55,95	36,13
	Gaz	66,95	49,08	44,05	63,87
Isıl Değer (Kcal/kg)	Alt ısı değer	1997	3392	3785	5489
	Üst ısı değer	2351	3623	3981	5774
Elementel Analiz (%)	C	25,64	39,50	43,41	62,95
	H	2,20	3,40	3,73	5,42
	N	0,83	1,28	1,41	2,04
	O	11,52	17,76	19,51	28,29
	S	0,53	0,81	0,90	1,30

Tablo 2.9 : Muğla-Yatağan Bölgesi linyitlerinin petrografik analiz sonuçları [30]

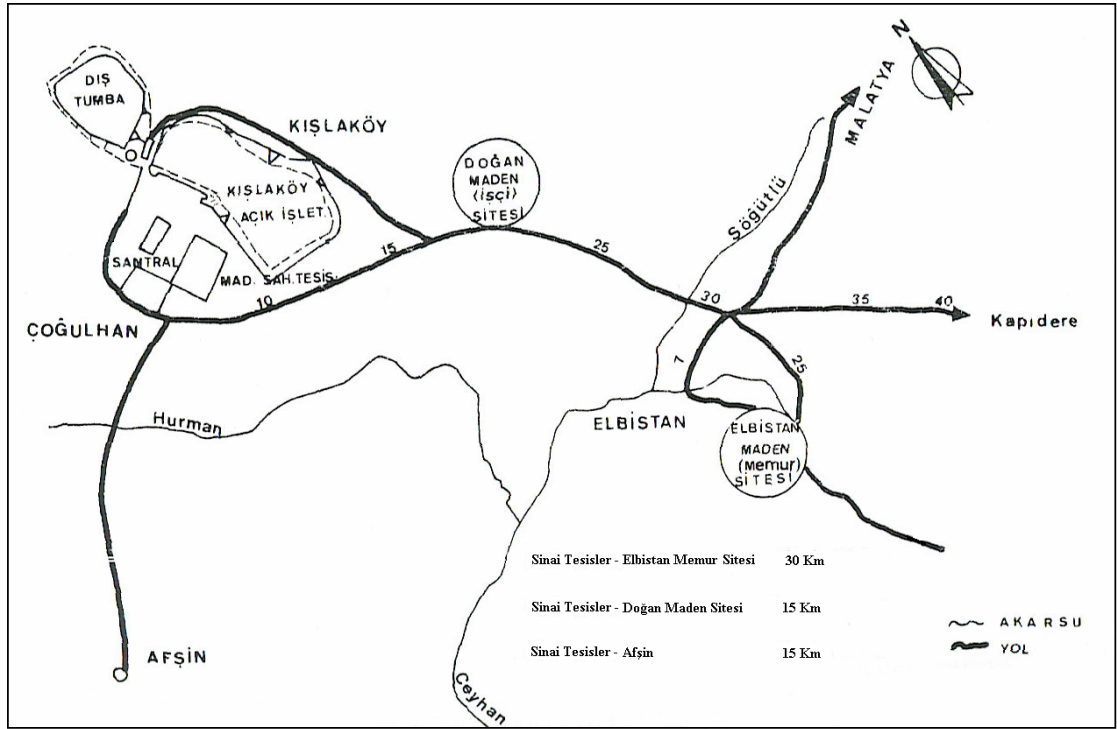
Killi linyit			Katrana verimi (%)	Kok (kuru bazda)	75,13
Petrografik analiz (%)	Hüminit	58		Katran (kuru bazda)	6,11
	Liptinit	8		Bozunma suyu (kuru bazda)	9,78
	İnertinit	6		Gaz + Kayıp (kuru bazda)	8,98
	Pirit	4		Kuru külsüz katran	8,86
	Kil, silt,vb.	24		Külsüz bazda, orijinal nem	50,13
	R _{max}	0,380		TSE-ISO (Sınıf-Grup-Kod)	5-0-50
	R _{min}	0,214	Kül (°C)	Yumuşama	1140
	R _{ort.}	0,282		Ergime	1210
	St. sapma	0,012		Akma	1230

Genelde düşük kaliteli Yatağan yöresi linyitleri termik santrallerde yakılarak elektrik enerjisi üretiminde kullanılmaktadır.

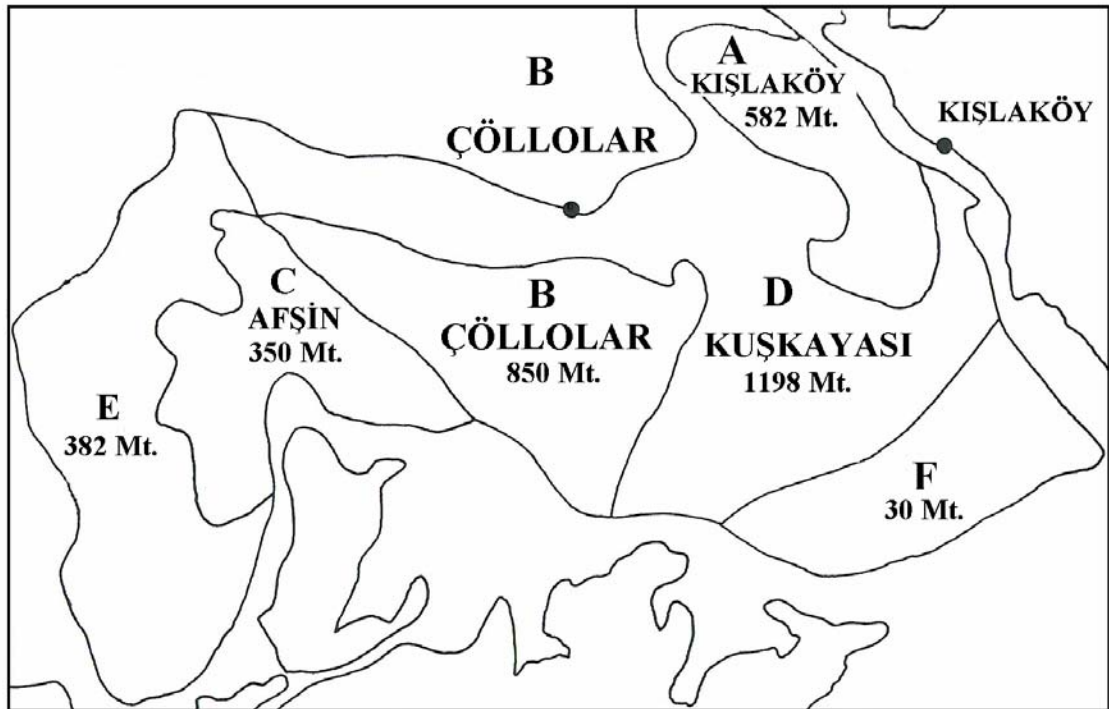
2.12.3. Kahramanmaraş-Afşin-Elbistan Bölgesi Linyit Havzası

2.12.3.1. Afşin-Elbistan Havzasının Tanıtımı

Yukarı Ceyhan havzasında yer alan Elbistan-Göksu-Afşin ovalarının kuzey ve kuzeybatısındaki 120 km²'lik bir alana yayılan kömür sahası, Türkiye'nin en büyük linyit yatağıdır. Afşin-Elbistan linyit havzasında linyit arama çalışmaları ilk olarak 1966 yılında Alman teknik yardımı çerçevesinde MTA Enstitüsü ve bir Alman firması işbirliği ile başlamış ve 1967 yılında havzanın varlığı tespit edilmiştir. Linyit havzası; Kışlaköy (A), Çöllolar (B) ve Afşin (C) adı verilen üç sektör ile D, E ve F sektörlerinden oluşmaktadır. Şekil 2.21'de Afşin-Elbistan Linyit İşletmesi yerleşim planı ve Şekil 2.22'de kömür havzasındaki sektörlerin dağılımı görülmektedir [18,38].



Şekil 2.21 : Afşin-Elbistan Bölgesi coğrafi durum [38]



Şekil 2.22 : Afşin-Elbistan Bölgesi sektörel dağılımı [18]

2.12.3.2. Afşin-Elbistan Havzasının Jeolojisi

Pliosen yaşı linyitin ortalama kalınlığı 40 metre dolaylarında olan tek bir damar halindedir .

Kahverengi, killi, yumuşak, açık havada su kaybederek gevşeyen ve tabakalaşma yüzeyine paralel olarak parçalanmış özelliğindedir. Laminaleşme genellikle yataydır. Büyük bir çoğunlukla, linyit kömürü karotlarında, eli siyaha boyayan fusit litotipine'ya impregnasyon şeklinde dağılmış, 1-3 mm kalınlığında ve yığınak şekilde rastlanmıştır.

Karot randımanı ve inceleme sonuçlarına göre kömürlü zonun 41,9 metresi gitya (çürük çöl çamuru)'dan, 48,8 metresi linyit tabakalarından oluşmuştur. Kuyu loglarında görüldüğü gibi, kömürlü horizonun bazı kısımlarında eziklik, burulma ve parlak kayma yüzeyleri, çizgili ketlikli yapılar, breş seviyeleri tespit edilmiştir.

Afşin-Elbistan havzasının en büyük özelliklerinden biri, örtü tabakası ve ara kesmeler olarak gityanın bulunmasıdır. Gitya; yağışlı bölgelerde eutrofik oksijeni az, göl diplerinde sapropel maddesinin çözünmesinden oluşmuş, plastik yapılı, organik maddesi kolay tanınan bir sedimandır. Bol miktarda organizma artıklarını kapsar. Sondaj kuyularında gitya çeşitleri ayırt edilmiş, ancak her zaman bir ayırım yapmak mümkün olmamıştır. Kalker gitya açık sarı renkli, kumlu molüsklü, bazan bitümlü lamina ve bandları kapsar. Kil gitya ise gri-siyah-kahverengi'li molüsklü bitümlü ve bazen laminalıdır.

Gitya, açık havada duman çıkararak kendiliğinden yanar. Linyit tabakalarının üst seviyelerinde ve linyit tabakalarıyla ardışık olarak tüm havzada bulunur. Sondaj kuyularında 63-75 metre arasında kömür kesilmiştir [28].

2.12.3.3. Afşin-Elbistan Kömür Rezervi ve Kömürün Kimyasal ve Petrografik

Özellikleri

Afşin-Elbistan Bölgesi linyitlerinin 2002 yılı itibarıyla toplam rezervi 3.205.500.000 ton'dur.

Tablo 2.10'da Afşin-Elbistan Bölgesi linyitlerinin tam ve elementel analiz ve Tablo 2.11'de petrografik analiz sonuçları verilmiştir.

Tablo 2.10 : Kahramanmaraş-Afşin Elbistan Bölgesi linyitlerinin tam ve elementel analiz değerleri [30]

Enlem: 38° 12'58'' Boylam: 37° 16'08''		Orijinal	Havada Kuru	Kuru	Susuz Külsüz
Tam Analiz (%)	Nem	50,03	10,60	-	-
	Kül	16,89	30,22	33,80	-
	Uçucu madde	20,24	36,20	40,49	61,17
	Sabit karbon	12,84	22,98	25,71	38,83
Kükürt Formları (%)	Yanar kükürt	0,78	1,39	1,56	2,35
	Külde kükürt	1,05	1,88	2,10	-
	Toplam kükürt	1,83	3,27	3,66	-
	Piritik kükürt	1,41	2,52	2,82	-
Kok ve Gaz (%)	Kok	29,73	53,20	59,51	38,83
	Gaz	70,27	46,80	40,49	61,17
Isıl Değer (Kcal/kg)	Alt ısıl değer	1482	3111	3549	5361
	Üst ısıl değer	1869	3343	3739	5649
Elementel Analiz (%)	C	20,61	36,86	41,22	62,28
	H	1,82	3,25	3,64	5,49
	N	0,38	0,68	0,76	1,15
	O	9,50	17,00	19,01	28,73
	S	0,78	1,39	1,56	2,35

Tablo 2.11 : Kahramanmaraş-Afşin Elbistan Bölgesi linyitlerinin petrografik analiz sonuçları [30]

Killi linyit			Katran verimi (%)	Kok (kuru bazda)	70,69
Petrografik analiz (%)	Hüminit	71		Katran (kuru bazda)	4,08
	Liptinit	3		Bozunma suyu (kuru bazda)	8,24
	İnertinit	9		Gaz + Kayıp (kuru bazda)	16,99
	Pirit	1		Kuru külsüz katran	6,16
	Kil, silt,vb.	16		Külsüz bazda, orijinal nem	60,20
	R _{max}	0,386		TSE-ISO (Sınıf-Grup-Kod)	6-0-60
	R _{min}	0,260		Yumuşama	1140
	R _{ort.}	0,328	Ergime	1180	
	St. sapma	0,011	Kül (°C)	Akma	1200

Çok düşük kalorifik değere sahip olan Afşin-Elbistan linyitleri elektrik üretimi için yörede kurulu termik santrallerde yakılmaktadır. Ülkemizin en büyük rezerve sahip linyit yatağı olan bu bölgedeki linyitler daha rasyonel bir şekilde değerlendirilmelidir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1. MALZEME

Deneyisel çalışmalara konu olan taşkömürü numuneleri Zonguldak-Armutçuk, linyit numuneleri ise Muğla-Yatağan ve Kahramanmaraş-Afşin Elbistan yörelerinden tam temsili olarak, yöredeki işletmeciler tarafından İstanbul Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Maden Mühendisliği Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme laboratuvarına teslim edilmiştir.

Yaklaşık 10'ar kg. ağırlığındaki temsili kömür numuneleri üzerinde laboratuvar ortamında karakterizasyon testlerine başlanmıştır. Standart analiz yöntemiyle rutubet tayini yapılmıştır. Bunun için tüvenan taşkömürü ve linyit numuneleri çeneli kırıcıdan geçirilip 5 mm altına indirilerek tartılmış, daha sonra tepsiye serilerek 24 saat açık havada kurutulmuştur. Kurutulan numuneler tartılarak kaba rutubet yüzdeleri hesaplanmıştır. Bünye rutubetlerin tayini için numuneler örnek bölücüyle azaltıldıktan sonra elde edilen örnekler, ağız havanda 0,2 mm altına öğütülerek etüvde önce 3 saat, daha sonra 30'ar dk. süre ile 105 °C'de sabit ağırlığa gelinceye kadar kurutulup bünye rutubeti yüzdeleri hesaplanmış ve kömür numunelerinin toplam rutubet yüzdesi belirlenerek tam kimyasal analize gönderilmiştir.

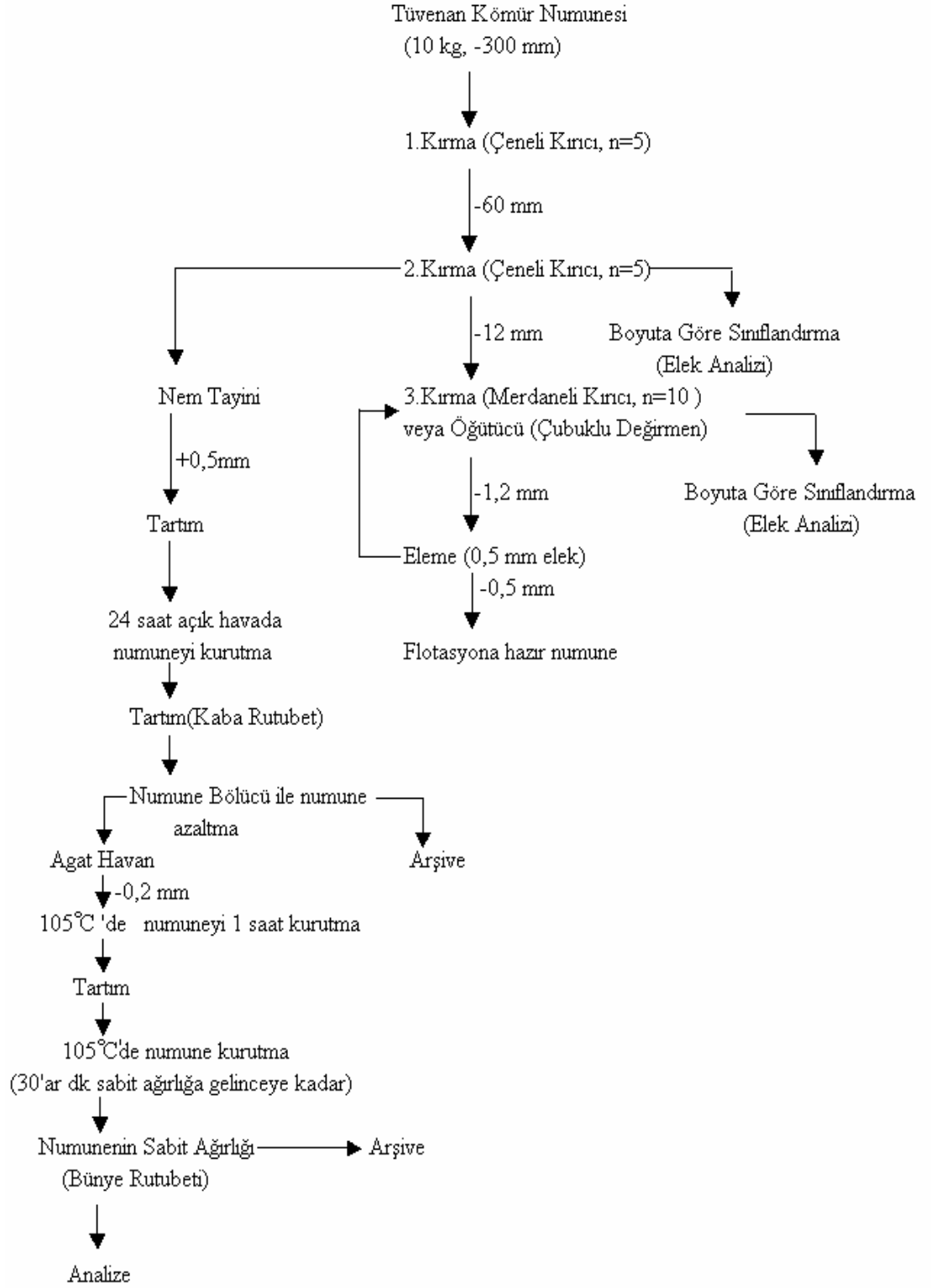
Numunelerin tane boyut dağılımlarını belirlemek için boyut küçültme ve boyuta göre sınıflandırma deneyleri yapılmıştır. 300 mm'nin altında 10 kg tüvenan taşkömürü numunesi, boyut küçültme oranı "n=5" olarak seçilen çeneli kırıcıdan iki kademeli olarak geçirilip 1.kademede 60 mm, 2.kademede ise 12 mm altına kırılmıştır. 2.kademede çeneli kırıcı çıkışı taşkömürü numunesinin elek analizi yapılarak boyut dağılımı tespit edilmiştir. Daha sonra boyut küçültme oranı "n=10" olarak seçilen merdaneli kırıcıda 3. kırma yapılarak taşkömürü numuneleri 1,2 mm'nin altına indirilmiştir. Merdaneli kırıcı çıkışı taşkömürü numunesi boyuta göre sınıflandırılarak elek analizi yapılmıştır.

Linyit numunelerinin tane boyut dağılımlarını belirlemek için boyut küçültme ve boyuta göre sınıflandırma deneyleri yapılmıştır. Ancak linyit numunelerinde 3.kırma işleminde merdaneli kırıcı yerine çubuklu değirmende öğütme yapılmış, 20 dk öğütülen linyit numuneleri boyuta göre sınıflandırılarak elek analizleri yapılmıştır.

0,5 mm üstü taşkömürü numuneleri merdaneli kırıcıya tekrardan beslenerek, 0,5 mm altına kırılmış ve elek üstü tekrar merdaneli kırıcıdan geçirilip flotasyona uygun boyutlu numuneler hazırlanmıştır. Ayrıca $-0,5+0,038$ mm fraksiyonu numuneler de flotasyon deneylerine hazırlanmıştır. Şekil 3.1’de karakterizasyon testleri için hazırlanan numunelere ait akım şeması verilmiştir.

Flotasyon deneylerinde çeşitli reaktifler kullanılmıştır. Kollektör olarak gazyağı, köpürtücü çamyağı ve hem kollektör hem de köpürtücü bileşimli Montanol 531 ile Ekofol 440 kömür flotasyon pülpünde kullanılan reaktiflerdir.

Gazyağı nötr yağlardandır. Çamyağı reçinenin distilasyonundan elde edilen ve terpen alkollerini içeren sarı renkli, $0,92-0,95 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğunda bir yağdır. Montanol 531, sarı renkli, $0,87 \text{ g/cm}^3$ yoğunluğunda sıvı bir reaktiftir. Ekofol 440 da sıvı bir reaktif olup her ikisinin de flotasyon pülpünde kömürün inorganik maddelerden ayrımında etkinliği yüksek, ince, sıkı ve kuru yapılı köpükler meydana getiren reaktiflerdir. Ekofol 440 ve Montanol 531 fuel oil, gazyağı ve alkol esterlerinin bir karışımıdır. Montanol 531 reaktifi, Alman Clariant firması; Ekofol 440 reaktifi ise Alman Ekof firması tarafından üretilmektedir [31,38,39,40,41,42,43].



Şekil 3.1 : Karakterizasyon testleri için hazırlanan numunelere ait akım şeması

3.1.1. Deneylerde Kullanılan Numunelere Ait Kimyasal Özellikler

İstanbul Büyükşehir Belediyesi Çevre Koruma ve Kontrol Müdürlüğü Laboratuvarlarında yapılan tam kimyasal analizler ile kömürlerin taşıdığı belli başlı formlar açıklığa kavuşturulmuştur.

Zonguldak Armutçuk taşkömürü numunesine ait analiz sonuçları Tablo 3.1’de, Kahramanmaraş-Afşin-Elbistan bölgesi linyit numunesine ait analiz sonuçları Tablo 3.2’de ve Muğla Yatağan bölgesi linyit numunesine ait analiz sonuçları Tablo 3.3’de görülmektedir.

Tablo 3.1 : Zonguldak-Armuçuk bölgesi taşkömürü numunesine ait analiz sonuçları

RUTUBET FORMLARI (%)	Kaba Rutubet	1,5	
	Bünye Rutubeti	1,8	
	Toplam Rutubet	3,3	
KÜKÜRT FORMLARI (%)	Külde Kükürt	0,33	
	Yanar Kükürt	0,08	
	Toplam Kükürt	0,41	
ISIL DEĞER, (Kcal/kg)		Havada Kuru	Kuru
Alt Isıl Değer		7393	-
Üst Isıl Değer		7623	7622,8
KÜL, %		5,99	
UÇUCU MADDE, %		34,86	

Tablo 3.2 : Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi linyit numunesine ait analiz sonuçları

RUTUBET FORMLARI (%)	Kaba Rutubet	14,3	
	Bünye Rutubeti	15,1	
	Toplam Rutubet	29,4	
KÜKÜRT FORMLARI (%)	Külde Kükürt	2,11	
	Yanar Kükürt	0,46	
	Toplam Kükürt	2,57	
ISIL DEĞER, (Kcal/kg)		Havada Kuru	Kuru
Alt Isıl Değer		3914	-
Üst Isıl Değer		4029	2955,8
KÜL,%		38,63	
UÇUCU MADDE, %		48,15	
ELEMENTEL ANALİZ %	C	35,06	
	H	27,3	
	N	0,95	
	S	0,69	

Tablo 3.3 : Muğla-Yatağan bölgesi linyit numunesine ait analiz sonuçları

RUTUBET FORMLARI (%)	Kaba Rutubet	14,8	
	Bünye Rutubeti	14,2	
	Toplam rutubet	29	
KÜKÜRT FORMLARI (%)	Külde Kükürt	1	
	Yanar Kükürt	2,26	
	Toplam Kükürt	3,26	
ISIL DEĞER, (Kcal/kg)		Havada Kuru	Kuru
Alt Isıl Değer		5124	-
Üst Isıl Değer		5368	5368,35
KÜL,%		13,65	
UÇUCU MADDE, %		52,39	
ELEMENTEL ANALİZ %	C	52,89	
	H	4,70	
	N	1,20	
	S	1,99	

3.1.2. Deneylerde Kullanılan Cihazların Teknik Özellikleri

Aşağıda karakterizasyon ve kömür hazırlama deneylerinde kullanılan laboratuvar ekipmanları tanıtılmıştır.

Çeneli Kırıcı:

İri boyutlu cevher ve malzemelerin kırma işlemlerinde kullanılan çeneli kırıcı denver marka olup özellikleri aşağıda verilmiştir.

Özellikler;

Maksimum besleme boyutu: 10 cm

Minimum çıkış boyutu: 1 cm

Kapasite: 50 kg/saat

Merdaneli Kırıcı:

İri boyutlu cevher ve malzemelerin kırma işlemlerinde kullanılan Denver marka kırıcının özellikleri aşağıda tanıtılmıştır.

Özellikler;

Maksimum besleme boyutu: 2 cm

Minimum çıkış boyutu: 0,1 cm

Kapasite: 500 kg/saat

Değirmen:

İnce boyutlu cevher ve malzemelerin öğütme işlemlerinde kullanılmaktadır. Çelik ve seramik olmak üzere iki farklı değirmen gövdesi mevcuttur. Denver Sala marka öğütücüdür.

Özellikleri;

Maksimum besleme boyutu: 0,5 cm

Minimum çıkış boyutu: 38 mikron altı

Kapasite: 0,5-5 kg/saat

Agat Havanlı Öğütücü:

Miktarı az olan ve hassas çalışması gereken ince boyutlu cevher ve malzemelerin öğütme işlemlerinde kullanılmaktadır. Retsch D-42759 HAAN marka öğütücüdür.

Özellikleri;

Maksimum besleme boyutu: 0,5 mm

Minimum çıkış boyutu: 1 mikron

Kapasite: 50 gr/saat

Titreşimli Elek:

Kırma ve eleme gibi boyut küçültme işlemleri sonrasında cevher ve malzemelerin elenmesi (sınıflandırılması) için kullanılan Russel marka eleklerdir. Kuru ve yaş olarak eleme yapılabilir.

Özellikleri;

Elekler: 2 mm, 0,5 mm, 0,18 mm.

Kapasite: 100 kg/saat

Ultrasonik Banyo:

Elek yüzeylerinin temizlenmesi ve bazı cevherlerin yüzeyindeki kil v.b. ince boyutlu malzemelerin dağıtılmasında kullanılır. Zaman ve ısı ayarlıdır. Deneylerde Decon F5300b ultrasonik banyo kullanılmıştır. Deneylerde kullanılan Decon F5300b marka ultrasonik banyonun gücü 210 W, frekansı ise 40 kHz'dir.

Flotasyon Cihazı:

Mineral tanelerinin yüzeylerinin reaktif adı verilen çeşitli kimyasallar yardımıyla kaplanarak, su içerisinde yüzdürülmek veya batırılmak suretiyle birbirlerinden ayrılmasında kullanılır. Deneylerde Denver Sub 2A tipi flotasyon makinesi kullanılmıştır.

Özellikleri;

Çalışma tane boyutu: 0,5 mm – 0,075 mm

Kapasite: 1 kg/saat

Etüv:

Cevher ve malzemelerin nem tayininde ve kurutma işlemlerinde kullanılan Memmert marka kurutucudur. Kurutma ısısı maksimum 300 °C'dir.

Metalurjik Fırın:

Cevher ve malzemelerin ergitme ve benzeri metalurjik işlemlerinde kullanılmaktadır. Lenton Thermal AWF 130/25 marka fırın, zaman ve ısı programlanabilme özelliğine sahiptir. Maksimum sıcaklığı 1300 °C'dir.

Mikrodalga Fırın:

Arçelik MD 595 marka fırının özellikleri aşağıdadır.

Özellikleri;

Fırın hacmi: 30 lt

Programlama / Saat: Digital

Mikrodalga frekansı: 2450 Mhz

Besleme gerilimi: 230 V AC / 50 Hz

Mikrodalga gücü: 1350 W

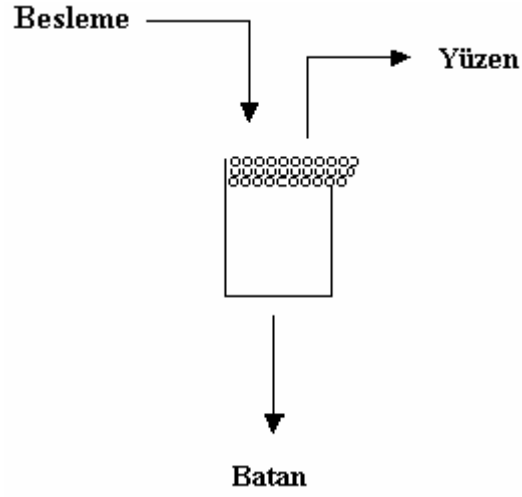
Kombine gücü: 2650 W

3.2. YÖNTEM

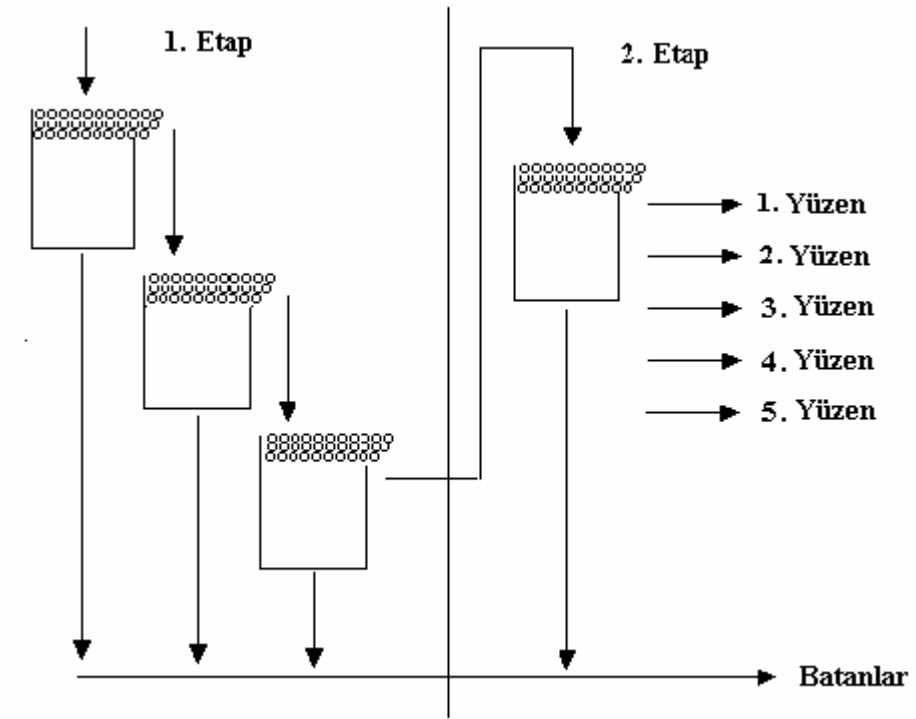
3.2.1. Tezde Uygulanan Flotasyon Yöntemleri ve Flotasyonda Ön İşlemli Olarak Uygulanan Yeni Teknikler

Konvansiyonel flotasyonla yıkamaya tabi tutulan kömürlerde, kesikli flotasyon (batch tests) ile sürekli flotasyon (release analysis) yöntemleri uygulanmıştır. Kesikli flotasyonda (batch tests) flotasyon boyutuna getirilen numune flote edilerek bir yüzen ve bir batan olmak üzere iki ayrı ürünün alındığı, yüzen ve/veya batan ürünün/ürünlerin tekrardan flote edilebileceği bir yöntemdir. Şekil 3.2’de kesikli (batch) flotasyonu şematik görünümü yer almaktadır. “Release analysis” flotasyonunda ise, yüzdürülen ürünün tekrarlı olarak yeniden yüzdürülüp batan ürünlerin tekrar flote edilmeden alındığı, flotasyonun son etabında ise belirli zaman aralıklarında yüzen ürünlerin/konsantrelerin ayrı ayrı alındığı ve batan ürünün, son batan/artık olarak elde edildiği, yapılmış olan flotasyon işlemlerinin yanabilir verim ve kül içerikleri bakımından değerlendirilmesine olanak sağlayan bir yöntemdir. Şekil 3.3’de iki etaptan oluşan “release analysis” flotasyon deneyinde uygulanan yöntem ve Şekil 3.4’de flotasyonda uygulanan işlemlere ait genel akım şeması verilmiştir [23].

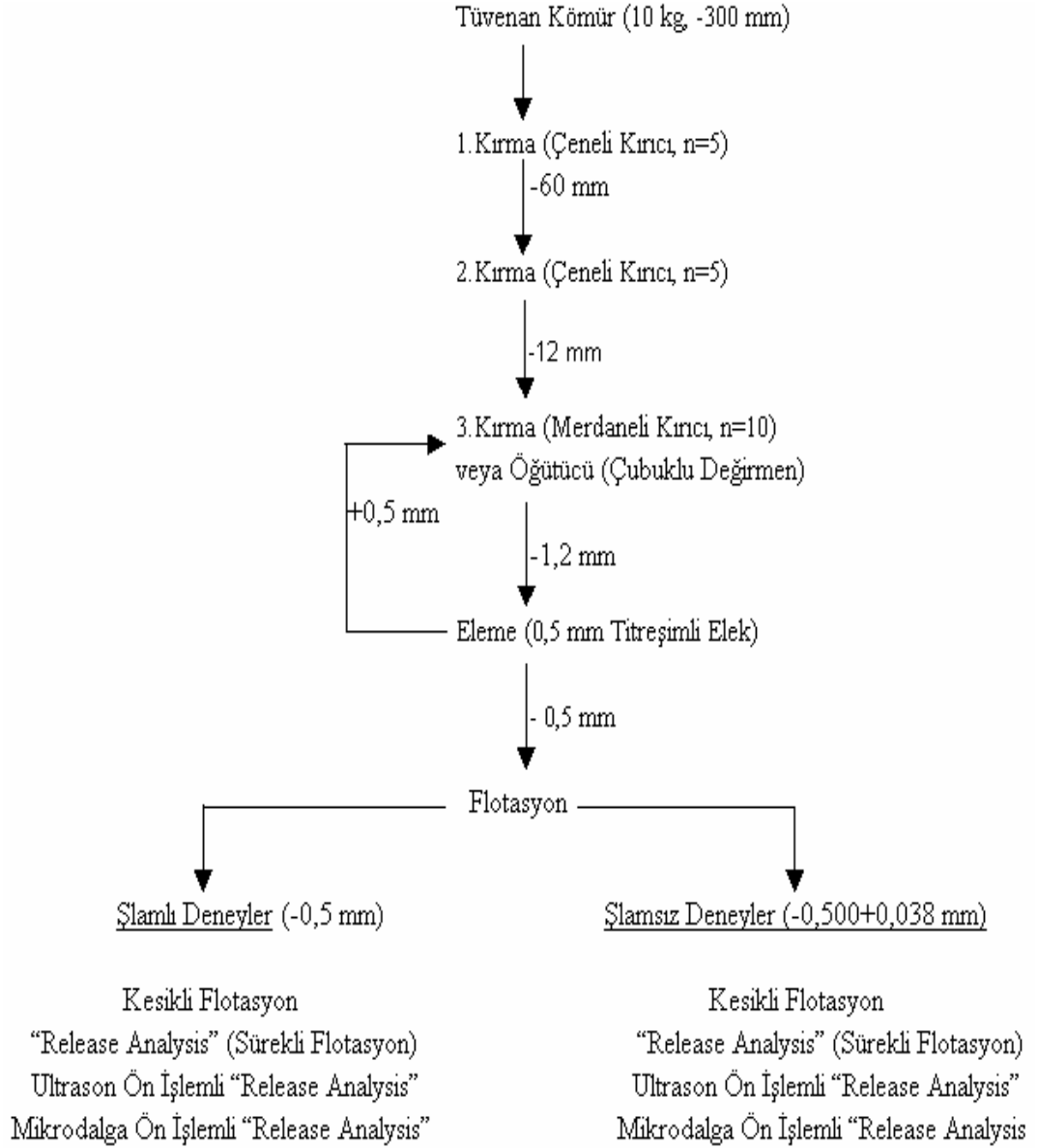
Ayrıca sürekli flotasyon (release analysis) yönteminde yeni teknikler (ultrason, mikrodalga) kömür numuneleri üzerinde ön işlemli olarak uygulanmıştır. Bunun için kömür numuneleri ön işlemli olarak ultrasonik banyoda ultrason enerjisine tabi tutularak “release analysis” flotasyon deneyleri yapılmış, yine flotasyona hazırlanan kömür numuneleri ön işlemli olarak mikrodalga enerjisine tabi tutulup “release analysis” flotasyon deneyleri tamamlanmıştır.



Şekil 3.2 : Kesikli (batch) flotasyonu şematik görünümü



Şekil 3.3 : “Release analysis” tekniği akım şeması [23]



Şekil 3.4 : Flotasyonda uygulanan işlemlere ait genel akım şeması

3.2.2. Flotasyon Deneylerinde Uygulama Koşulları

Deneylerde laboratuvar tipi Denver marka flotasyon makinesi kullanılmıştır. Numuneler kesikli flotasyon deneylerinde 100 gram olarak, sürekli flotasyon deneylerinde ise 100 veya 200 gram numuneler halinde flotasyona hazırlanmıştır. Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait taşkömürü, Kahramanmaraş-Afşin Elbistan ve Muğla-Yatağan bölgesine ait linyit numuneleri 0,5 mm altı (şıamlı) ve -0,5+0,038 mm (şıamsız) fraksiyonlarında hazırlanarak konvansiyonel kesikli flotasyon ve sürekli flotasyon deneyleri ile yeni

tekniklerin de (ultrason veya mikrodalga enerjisi) ön işlemleri olarak kullanıldığı şlamli ve şlamsız sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır.

100'er gram şlamli ve şlamsız olarak hazırlanan Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait taşkömürü numuneleri ile 100'er gram şlamli olarak hazırlanan Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numuneleri üzerinde kesikli flotasyon deneyleri yapılmıştır. Sıcaklığı 19-23 °C arasında değişen ve katı oranı % 10 olan pülpe damla damla ilave edilmek suretiyle gazyağı ve çamyacı ile montanol 531 ve ekofol 440 reaktifler kullanılarak nötr pH koşullarında her bir deney için reaktif miktarı artırılarak kesikli flotasyon deneyleri yapılmıştır.

200 gram şlamsız olarak hazırlanan Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait taşkömürü numunesi hariç diğer numuneler; Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait şlamli ve şlamsız taşkömürü numuneleri, Kahramanmaraş-Afşin Elbistan yöresine ait şlamli ve şlamsız linyit numuneleri ve Muğla-Yatağan bölgesine ait yalnızca şlamli linyit numuneleri 100'er gram olarak hazırlanmıştır. Kesikli flotasyon deneylerinden en iyi koşulların 200 g/t ekofol 440'ın kullanıldığı deneyde elde edildiği sonucuna varılmıştır. Sürekli flotasyon beş kademedeki gerçekleştirilmiştir. Flotasyon, sıcaklığı 19-23 °C arasında değişen, katı oranı % 10 olan ve ekofol 440'ın kullanıldığı nötr pH koşullarda uygulanmıştır. Ekofol 440, damla damla pülpe ilave edilmiş, her kademedeki ekofol 440 miktarı artırılarak sürekli flotasyon deneyleri tamamlanmış ve yeni tekniklerin ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneylerine geçilmiştir.

Sürekli flotasyon deneylerinde de numuneler 100'er gram veya 200'er gram şlamli ve şlamsız olarak hazırlanarak aynı koşullarda deneyler yapılmıştır. Kömür numuneleri mikrodalga enerjisine 180 W'ta 5 dk. maruz bırakılmıştır. Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait 100 gram şlamli taşkömürü numunesi 180 W, 39°C'de 5 dk. mikrodalga enerjisine tabi tutulmuş ve mikrodalga ön işlemleri sürekli flotasyon deneyi yapılmıştır. Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait 200 gram şlamsız taşkömürü numunesi 180 W, 34°C'de 5 dk. mikrodalga enerjisine tabi tutulmuş ve mikrodalga ön işlemleri sürekli flotasyon deneyi yapılmıştır. 100 gram Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi şlamli linyit numunesi aynı koşullarda 48°C'de mikrodalga enerjisine tabi tutularak mikrodalga ön işlemleri sürekli

flotasyon deneyi yapılmıştır. 100 gram Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi şlamsız linyit numunesi aynı koşullarda 42°C’de mikrodalga enerjisine tabi tutularak mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon deneyi yapılmıştır. 100 gram Muğla-Yatağan bölgesi yalnızca şlamli linyit numunesi için yine aynı koşullarda 52°C’de mikrodalga enerjisine uygulanarak mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon deneyi tamamlanmıştır.

Ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneylerine geçilmiş, 100’er gram veya 200’er gram şlamli ve şlamsız olarak hazırlanan numuneler gücü 210 W, frekansı ise 40 kHz olan ultrasonik banyoda 5 dk. bekletilerek sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır. Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait 200 gram selülde pülp halinde bulunan (pülp te katı oranı % 10) şlamli taşkömürü numunesi 5 dk. boyunca 210 W’te 40 kHz’lik bir frekansla su ile dolu ultrasonik banyoda bırakılmış, pülp sıcaklığı 18,7 °C ve ultrasonik banyodaki suyun sıcaklığı ise 17,7 °C olarak ölçülerek ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneyi yapılmıştır. Zonguldak-Armutçuk bölgesine ait 200 gram şlamsız taşkömürü numunesi aynı koşullarda ultrasona maruz bırakılmış, pülp sıcaklığı 19 °C ve ultrasonik banyodaki suyun sıcaklığı ise 17,8 °C olarak ölçülmüş ve ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneyi yapılmıştır. Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesine ait 100 gram şlamli taşkömürü numunesi yine aynı koşullarda ultrasona maruz bırakılmış, pülp sıcaklığı 22,2 °C ve ultrasonik banyodaki suyun sıcaklığı ise 21,5 °C olarak ölçülmüş ve ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneyi yapılmıştır. Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesine ait 100 gram şlamsız taşkömürü numunesi aynı koşullarda ultrasona maruz bırakılmış, pülp sıcaklığı 19,7 °C ve ultrasonik banyodaki suyun sıcaklığı ise 20,1 °C olarak ölçülerek ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneyi yapılmış, yine Afşin Elbistan bölgesine ait 100 gram şlamsız taşkömürü numunesi aynı koşullarda ultrasona maruz bırakılmış, pülp sıcaklığı 19 °C ve ultrasonik banyodaki suyun sıcaklığı ise 21,4 °C olarak ölçülerek ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneyine geçilmiştir. Muğla-Yatağan bölgesine ait 100 gram şlamli taşkömürü numunesi ise yine aynı koşullarda ultrasona maruz bırakılmış, pülp sıcaklığı 18 °C ve ultrasonik banyodaki suyun sıcaklığı ise 17,6 °C olarak ölçülüp ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon deneyi yapılmış ve sürekli flotasyon deneyleri tamamlanmıştır. Ayrıca 240 g/t Ekofol 440 reaktifinin kullanıldığı Afşin-Elbistan bölgesi 100 gram şlamsız linyit numunesi için aynı koşullar kullanılarak ultrason ön işlemlili kesikli flotasyon deneyi de yapılmıştır.

200 gram Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi şlamsız linyit numunesi aynı koşullarda 42°C’de mikrodalga enerjisine tabi tutulmuş ve mikrodalga ön işlemleri sürekli flotasyon deneyi yapılmıştır.suretiyle kullanıldığı 0,5 mm altı (şlamlı) olarak hazırlanan Kahramanmaraş-Afşin Elbistan yöresine ait linyit numuneleri üzerinde kesikli flotasyon deneyleri yapılmış, -0,5+0,038 mm (şlamsız) fraksiyonlarında ise sürekli flotasyon deneyleri ve yeni tekniklerin de (ultrason veya mikrodalga enerjisi) ön işlemleri olarak kullanıldığı şlamlı ve şlamsız sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır. Ancak pülpleri karıştırıldıktan sonra selül içinde kömür numunesi pülpünü içi su ile dolu ultrasonik banyo içine yerleştirip oda sıcaklıklarında 5 dk boyunca, 210 W gücünde ve 40 kHz’lik frekansla ultrasona tabi tutulmuş, ultrasonik ön işlemleri sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır. Yine taşkömürü ve linyit numuneleri 180 W’ta 5 dk mikrodalga enerjisine maruz bırakılarak mikrodalga ön işlemleri sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır.

Şlamlı (0,5 mm altı) ve şlamsız (-0,5+0,038 fraksiyonu) olarak hazırlanan numuneler üzerinde konvansiyonel kesikli flotasyon ve yeni tekniklerin de (ultrason ve mikrodalga enerjisi) ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır. Kesikli ve sürekli flotasyon deneylerinde pülpe reaktifler damla usulü ile ilave edilmiştir. Kesikli ve sürekli flotasyon deney koşulları aynı tutulmuş, ancak kesikli flotasyonda birinci kademedan sonraki kademelerde kıvam süresi 2 dk olarak belirlenmiştir. Sürekli flotasyon deneylerinde beş kademeli olarak flotasyon deneyleri yapılmıştır. Kesikli flotasyon deneyleriyle sürekli flotasyon deney koşulları reaktif türü ve miktarı bakımından optimize edilmiştir.

Kesikli ve sürekli flotasyon deneylerinden elde edilen ürünler Lenton Thermal AWF 130/25 marka fırında yakılarak kül analizleri yapılmıştır. Kül analizinde uygulanan standart İngiliz standardı olan BS 1016-14:1963’tür. Flotasyon ürünlerinin kül analizleri için agat havanda 0,2 mm altına öğütülen kömür numuneleri, 1’er gram numuneler halinde krozelere konulmuş, yarım saat 250 °C ve 500 °C’de, daha sonra 1 saat 815 °C’de sabit ağırlığa gelinceye kadar yakıldıktan sonra tartımlardan yüzde kül içeriği elde edilmiştir[22].

Kesikli flotasyon deneylerinden elde edilen kül uzaklaştırma verimi, yanabilir verim ve flotasyon ayırma etkinliği yüzdeleri, kullanılan reaktif türü ve miktarlarına bağlı olarak değerlendirilmiş ve en iyi koşulların 200 g/t miktarda ekofol 440'ın kullanılması durumunda elde edildiği sonucuna varılarak sürekli flotasyon koşulları optimize edilmiştir.

Yeni tekniklerin de ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneylerinden elde edilen ürünler ise fırında yakılarak kül analizleri yapılmış ve küle bağlı yanabilir verim yüzdeleri belirlenmiştir. Flotasyon ortamına reaktifler damla damla ilave edilmiştir. 10 damla reaktif tartılıp ortalama damla ağırlığı elde edilmiş ve reaktif miktarları g/t cinsinden hesaplanmıştır. Tablo 3.4' de şlamı atılmış ve şlamlı kömür numuneleri üzerinde yapılan batch (kesikli) ve “release analysis” (sürekli) flotasyon deneylerine ait koşullar belirtilmiştir.

Tablo 3.4 : Flotasyon deney koşulları

Numune Miktarı	100 –200 g
Kullanılan Su	Avcılar Çeşme Suyu
Karıştırma Hızı	1200 devir/dk.
Tane Boyutu	-0,500 (şlamlı) ve –0,500+0,038 mm (şlamsız)
Pülpte Katı Oranı	% 10
pH	6,5-7 (doğal)
Kullanılan Reaktifler	Gazyağı, Çamyağı, Montanol 531 ve Ekofol 440
Karıştırma Süresi	5 dk.
Kıvam Süresi	5 dk. (her bir reaktif için)
Flotasyon Süresi	Değişken

3.2.3. Tezde Uygulanan Hümik Asit Analiz Yöntemi

Literatürde belirtilen hümik asit eldesi yöntemlerine bağlı olarak İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Cevher Hazırlama ve Zenginleştirme Laboratuvarı'nda uygulanan pratik hümik asit analiz yöntemi şu şekildedir; 50 gram kadar numune tartılır ve bu numune 750 mililitre'lik erlene konur. Üzerine 250 mililitre su ilave edilir. Karıştırıcı üzerinde HNO_3 (%65,5) yavaş yavaş ilave edilerek, reaksiyon bitene kadar karıştırılır. Reaksiyon işlemi bittikten sonra %20-30'luk KOH pH yaklaşık 9-10 arası olacak şekilde ilave edilir. Daha sonra çözelti süzülür ve katı miktar sabit tartıma gelene kadar kurutularak, başlangıçtaki kuru numune miktarına bağlı olarak yüzde ekstraksiyon hesaplanır [25,27,28,30].

4.BULGULAR

Zonguldak-Armutçuk, Muğla-Yatağan ve Kahramanmaraş-Afşin Elbistan yörelerinden sağlanan numuneler üzerinde elek analizleri ve flotasyon deneyleri yapılmıştır.

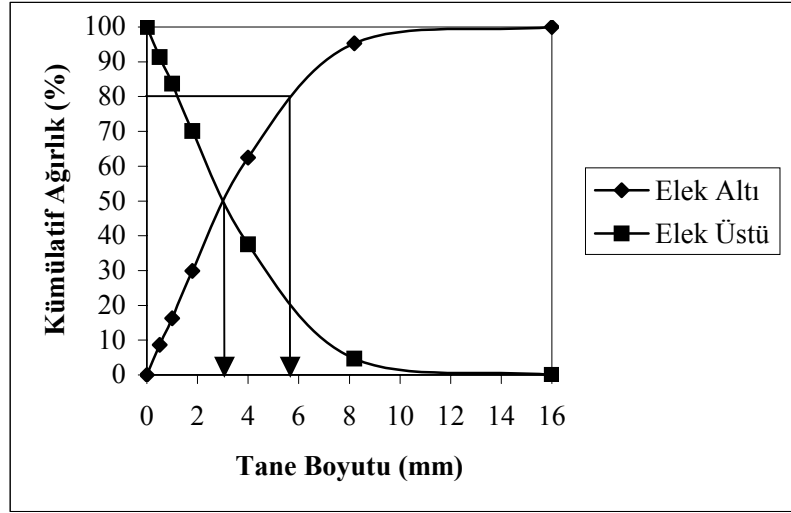
4.1. ELEK ANALİZLERİ

Tablo 4.1’de Zonguldak Armutçuk taşkömürüne ait numunenin çeneli kırıcı çıkışı elek analizi verilmiştir.

Tablo 4.1 : Armutçuk numunesi çeneli kırıcı çıkışı elek analizi

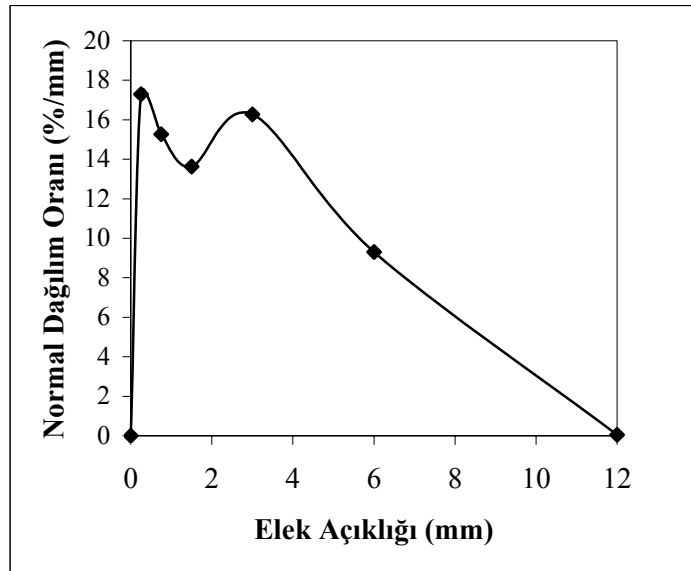
Elek Açıklığı (mm)	Miktar		Kümülatif Elek Altı (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)	Δd (mm)	Normal Dağılım Oranı (%/mm)	Ortalama Elek Açıklığı (mm)
	(g)	(%)					
(-16+8)	44,5	0,37	100,00	0,37	8	0,05	12
(-8+4)	4487,8	37,19	99,63	37,56	4	9,3	6
(-4+2)	3927,5	32,55	62,44	70,10	2	16,27	3
(-2+1)	1644,0	13,62	29,90	83,72	1	13,62	1,5
(-1+0,5)	921,1	7,63	16,28	91,36	0,5	15,27	0,75
(-0,5)	1043,0	8,64	8,64	100,00	0,5	17,29	0,25
Toplam	12067,9	100,00					

Şekil 4.1 ve Şekil 4.2 de ise Zonguldak Armutçuk taşkömürü numunesine ait çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri ve normal dağılım eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.1 : Armutçuk numunesi çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri

Şekil 4.1'deki Armutçuk numunesi çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrilerinin çakışma noktasından düşey çizilerek elde edilen ve elenen malzemenin yarısının elek altında diğer yarısının da elek üstünde kaldığı elek açıklığını ifade eden d_{50} değeri grafikten 3 mm olarak bulunmuştur. Kümülatif ağırlık % 80'den kümülatif elek altı eğrisini kestiği noktaya ulaşıp düşey çizilerek elde edilen ve malzemenin % 80'inin geçtiği elek açıklığını ifade eden d_{80} değeri de grafikten 5,8 mm olarak bulunmuştur.



Şekil 4.2 : Armutçuk numunesi çeneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi

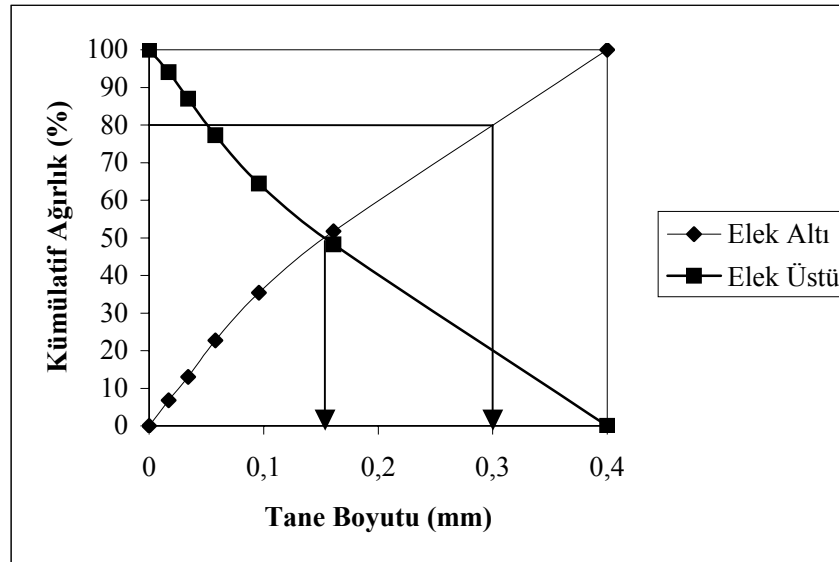
Şekil 4.2'deki normal dağılım eğrisinden hareketle numunede farklı kırılma özelliğinde malzeme olabileceği saptanmıştır.

Tablo 4.2'de Zonguldak Armutçuk taşkömürüne ait numunenin merdaneli kırıcı çıkışı elek analizi verilmiştir.

Tablo 4.2 : Armutçuk numunesi merdaneli kırıcı çıkışı elek analizi

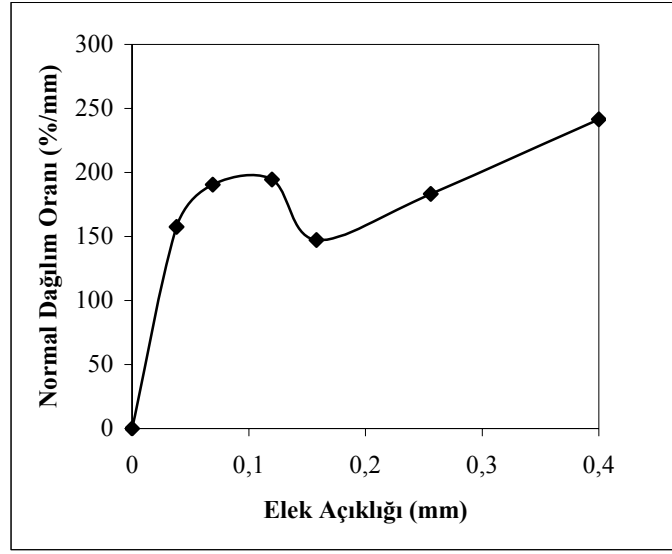
Elek Açıklığı (mm)	Miktar		Kümülatif Elek Altı (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)	Δd (mm)	Normal Dağılım Oranı (%/mm)	Ortalama Elek Açıklığı (mm)
	(g)	(%)					
(-0,500+0,300)	43,4	48,06	100,00	43,20	0,200	240,31	0,4
(-0,300+0,212)	9,9	10,96	57,30	60,7	0,088	124,59	0,256
(-0,212+0,125)	13,5	14,95	37,00	71,7	0,087	171,84	0,1685
(-0,125+0,075)	9,2	10,19	27,10	80,6	0,050	203,77	0,1
(-0,075+0,038)	8,3	9,19	17,40	88,6	0,037	248,42	0,0565
(-0,038)	6,0	6,64	11,50	100,00	0,038	174,86	0,019
Toplam	90,3	100,00					

Şekil 4.3 ve Şekil 4.4'de ise Zonguldak Armutçuk taşkömürü numunesine ait merdaneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri ve normal dağılım eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.3 : Armutçuk numunesi merdaneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri

Şekil 4.3'den $d_{50}=0,15$ mm ve $d_{80}=0,30$ mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.4 : Armutçuk numunesi merdaneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi

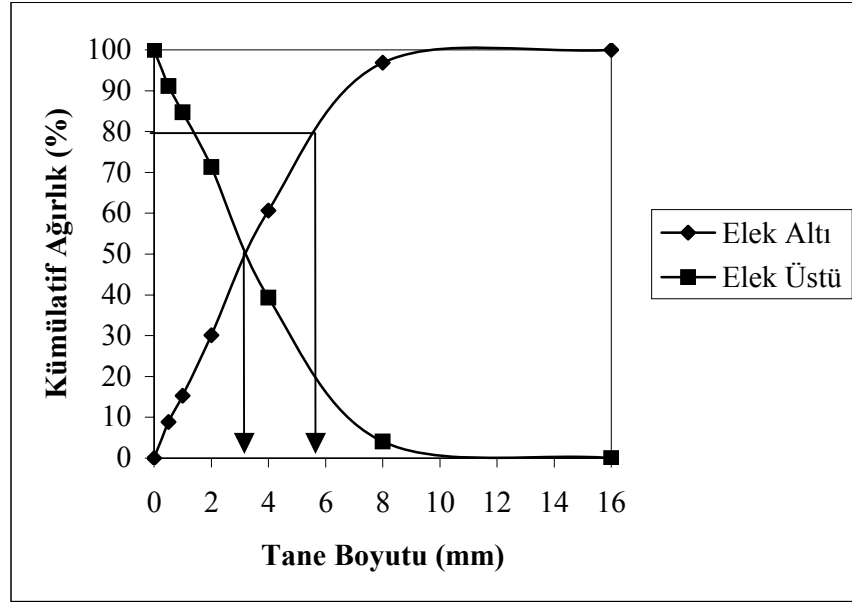
Şekil 4.4’de numunenin tane boyut dağılımının özellikle 0,1 ve 0,4 mm elek açıklıklarında yığılma gösterdiği saptanmıştır.

Tablo 4.3’de Yatağan Bölgesi’ne ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek analizi verilmiştir.

Tablo 4.3 : Yatağan Bölgesi’ne ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek analizi

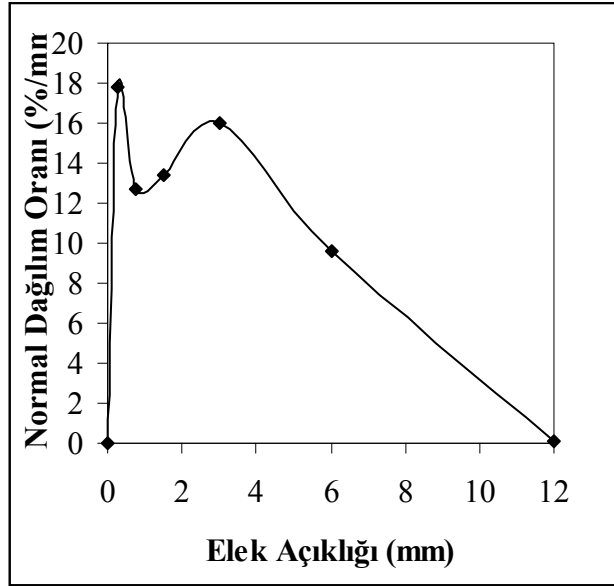
Tane Boyutu (mm)	Miktar		Kümülatif Elek Altı (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)	Δd (mm)	Normal Dağılım Oranı (%/mm)	Ortalama Elek Açıklığı (mm)
	(g)	(%)					
(-16+8)	192,9	13,43	100,00	13,43	8	1,68	12
(-8+4)	15,0	1,04	86,57	14,47	4	0,26	6
(-4+2)	91,5	6,37	85,53	20,84	2	3,19	3
(-2+1)	127,7	8,89	79,16	29,73	1	8,89	1,5
(-1+0,5)	459,2	31,97	70,27	61,70	0,5	63,94	0,75
(-0,5)	550,1	38,30	38,30	100,00	0,5	76,59	0,25
Toplam	1436,4	100,00					

Şekil 4.5 ve Şekil 4.6’da ise Yatağan bölgesine ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri ve normal dağılım eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.5 : Yatağan bölgesi linyit numunesine ait çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri

Şekil 4.5'den $d_{50}=3$ mm ve $d_{80}=5,8$ mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.6 : Yatağan bölgesi linyit numunesine ait çeneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi

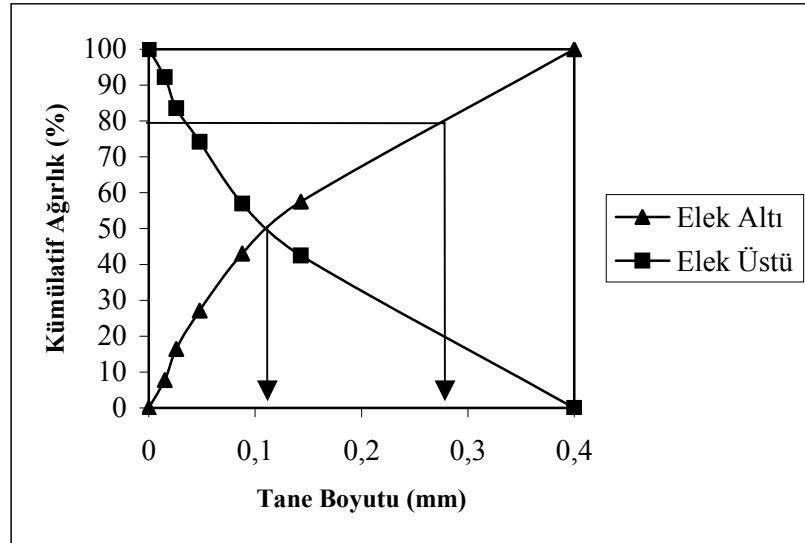
Şekil 4.6'da malzemenin 4 mm elek açıklığında daha fazla malzemenin birikim gösterdiği gözlenmiştir.

Tablo 4.4'de Yatağan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek analizi verilmiştir.

Tablo 4.4 : Yatağan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek analizi

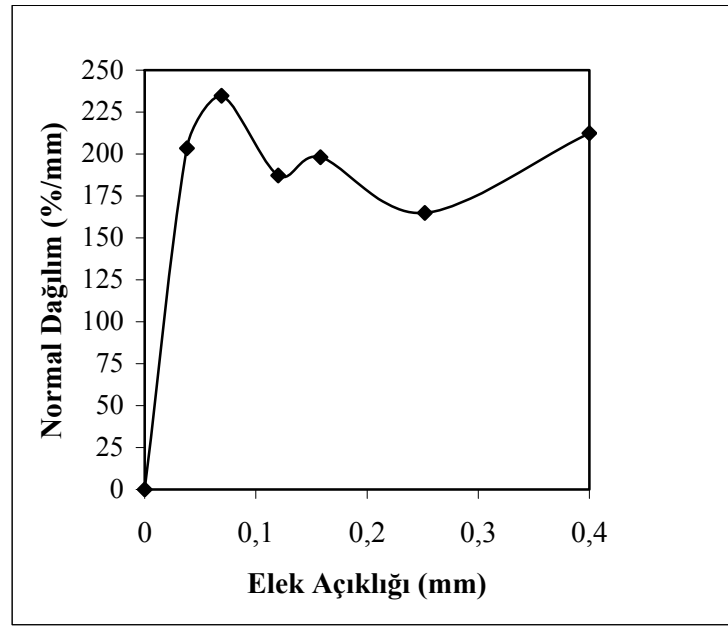
Tane Boyutu (mm)	Miktar		Kümülatif Elek Altı (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)	Δd (mm)	Normal Dağılım Oranı (%/mm)	Ortalama Elek Açıklığı (mm)
	(g)	(%)					
(-0,500+0,300)	31,3	42,47	100,00	42,47	0,200	212,35	0,4
(-0,300+0,212)	10,7	14,52	57,53	56,99	0,088	164,98	0,256
(-0,212+0,125)	12,7	17,23	43,01	74,22	0,087	198,07	0,1685
(-0,125+0,075)	6,9	9,36	25,78	83,58	0,050	187,25	0,1
(-0,075+0,038)	6,4	8,68	16,42	92,27	0,037	234,7	0,0565
(-0,038)	5,7	7,73	7,73	100,00	0,038	203,53	0,019
Toplam	73,7	100,00					

Şekil 4.7 ve Şekil 4.8’de ise Yatağan bölgesine ait linyit numunesinin 20 dk. öğütüldükten sonra çubuklu değirmen çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri ve normal dağılım eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.7 : Yatağan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri

Şekil 4.7’den $d_{50}=0,12$ mm ve $d_{80}=0,28$ mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.8 : Yatağan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı normal dağılım eğrisi

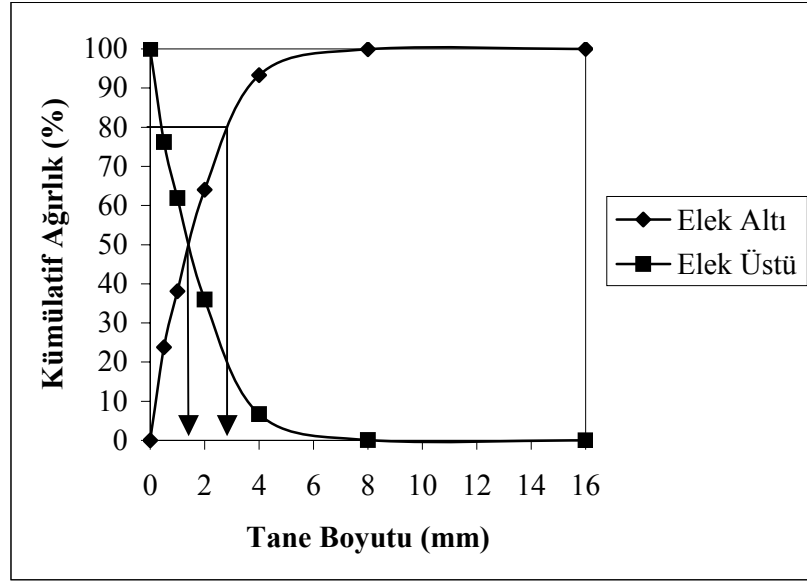
Şekil 4.8’de malzemenin herhangi bir fraksiyonda yığılmanın olmadığı görülebilmektedir.

Tablo 4.5’de Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek analizi verilmiştir.

Tablo 4.5 : Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek analizi

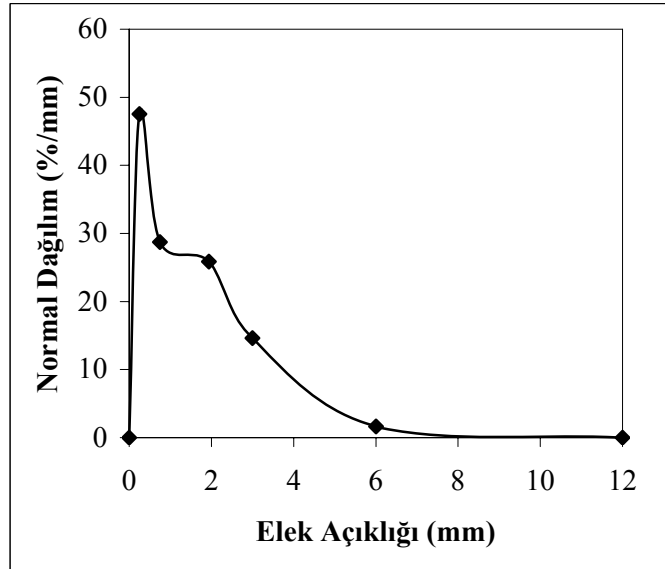
Tane Boyutu (mm)	Miktar		Kümülatif Elek Altı (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)	Δd (mm)	Normal Dağılım Oranı (%/mm)	Ortalama Elek Açıklığı (mm)
	(g)	(%)					
(-16+8)	1,3	0,08	100,00	0,08	8	0,01	12
(-8+4)	101,6	6,63	99,92	6,71	4	1,66	6
(-4+2)	448,6	29,27	93,29	35,99	2	14,64	3
(-2+1)	396,5	25,87	64,01	61,86	1	25,87	1,5
(-1+0,5)	220,1	14,36	38,14	76,23	0,5	28,73	0,75
(-0,5)	364,3	23,77	23,77	100,00	0,5	47,55	0,25
Toplam	1532,4	100,00					

Şekil 4.9 ve Şekil 4.10’da ise Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri ve normal dağılım eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.9 : Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri

Şekil 4.9'dan $d_{50}=1,6$ mm ve $d_{80}=2,8$ mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.10 : Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çeneli kırıcı çıkışı normal dağılım eğrisi

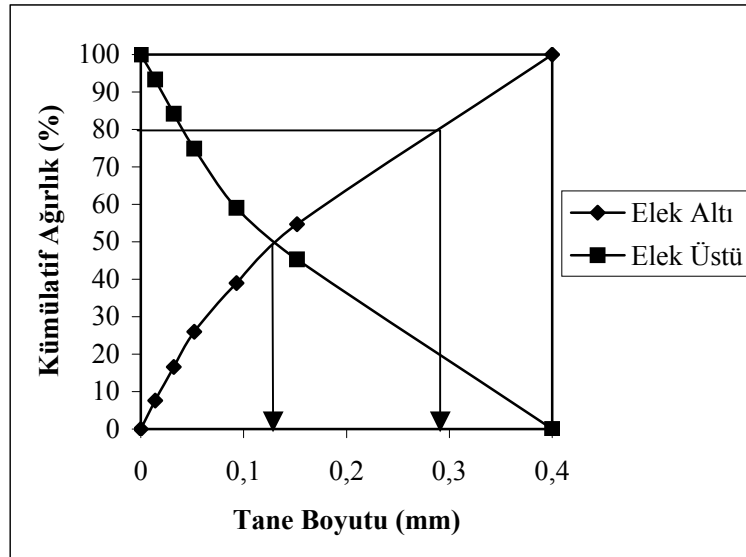
Şekil 4.10'da malzemenin 6 mm'den küçük elek açıklığında toplandığı görülmektedir.

Tablo 4.6'da Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek analizi verilmiştir.

Tablo 4.6 : Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek analizi

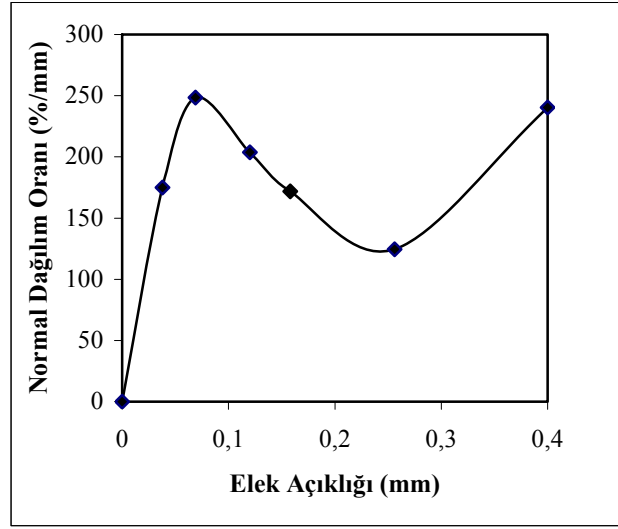
Tane Boyutu (mm)	Miktar		Kümülatif Elek Altı (%)	Kümülatif Elek Üstü (%)	Δd (mm)	Normal Dağılım Oranı (%/mm)	Ortalama Elek Açıklığı (mm)
	(g)	(%)					
(-0,500+0,300)	43,4	48,06	100,00	48,60	0,200	240,310	0,4
(-0,300+0,212)	9,9	10,96	51,40	59,03	0,088	124,585	0,256
(-0,212+0,125)	13,5	14,95	40,97	73,98	0,087	171,841	0,1685
(-0,125+0,075)	9,2	10,19	26,02	84,16	0,050	203,765	0,1
(-0,075+0,038)	8,3	9,19	15,84	93,36	0,037	248,421	0,0565
(-0,038)	6,0	6,64	6,64	100,00	0,038	174,856	0,019
Toplam	90,3	100,00					

Şekil 4.11 ve Şekil 4.12’de ise Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin 20 dk. öğütüldükten sonra çubuklu değirmen çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri ve normal dağılım eğrisi görülmektedir.



Şekil 4.11 : Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı elek altı-elek üstü eğrileri

Şekil 4.11’den $d_{50}=0,13$ mm ve $d_{80}=0,29$ mm olarak elde edilmiştir.



Şekil 4.12 : Afşin-Elbistan bölgesine ait linyit numunesinin çubuklu değirmen çıkışı normal dağılım eğrisi

Şekil 4.12’de 0,1 mm ve 0,4 mm elek açıklıklarında yığılmalar gözlenmektedir.

4.2. FLOTASYON DENEYLERİ

Deneylerin amacı hiçbir işlem uygulanmamış kömür numuneleri ile ultrasonik veya mikrodalga enerjilerine maruz bırakılmış kömür numunelerinin flotasyonları arasındaki konsantre miktarı ve kül oranları farklarını karşılaştırarak ultrasonik ses dalgaları ve mikrodalgaların kömür flotasyonuna etkilerini açığa çıkarmaktır.

Kesikli flotasyon deneylerinin değerlendirilmesinde reaktif türü ve miktarına bağlı % kül uzaklaştırma verimi, % yanabilir verim ve % ayırma etkinliği; sürekli flotasyon deneylerinin değerlendirilmesinde ise % kül içeriklerine bağlı % yanabilir verim değerleri kullanılmıştır.

Flotasyon deneylerinin yorumlanmasında kullanılan *kül uzaklaştırma verimi*, konsantreye geçen kül yüzdesini; *yanabilir verim*, yantaşı ayrılmış kömür içerisindeki yanabilir kısmın yüzdesini ve *ayırma etkinliği*, flotasyonun istenen ve istenmeyen kısımları birbirinden ayırmadaki başarısını ifade eden kriterlerdir. Aşağıda formüller verilmiştir.

$$\text{Kül Uzaklaştırma Verimi} = 100 - \text{Kül Kazanma Verimi} \quad (4.1.)$$

$$\text{Kül Kazanma Verimi} = [(C \cdot c) / (F \cdot f)] \cdot 100 \quad (4.2.)$$

(Kül Kazanma Verimi, konsantreye kaçan kül yüzdesi)

$$\text{Yanabilir Verim} = [C \cdot (100 - c) / F \cdot (100 - F)] \cdot 100 \quad (4.3.)$$

$$(\text{Konsantre}) \text{ Ayırma Etkinliği} = C \cdot 100 \cdot \{[(100 - c) - (100 - b)] / [(100 - b) \cdot b]\} \quad (4.4.)$$

$$(\text{Artık}) \text{ Ayırma Etkinliği} = 100 - \text{Konsantre Ayırma Etkinliği} \quad (4.5.)$$

F: Tuvenan kömür miktarı, %

C: Temiz kömür miktarı, %

t: Artık şist külü, %

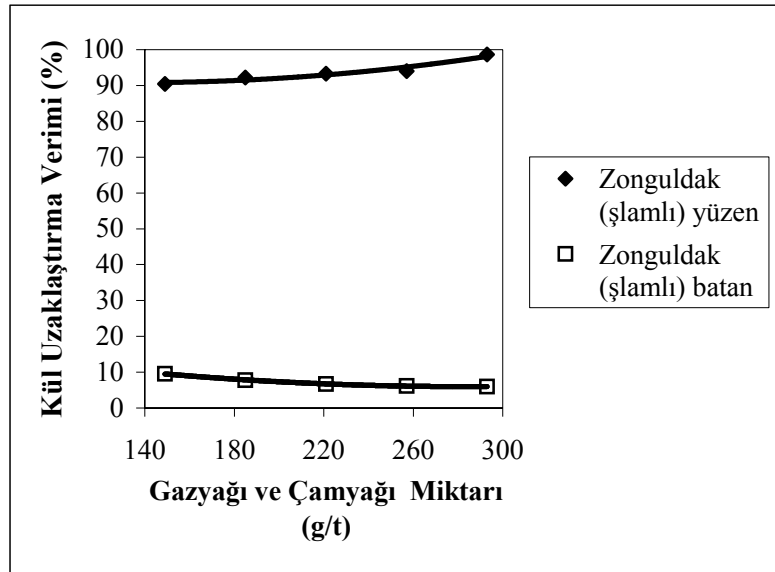
c: Temiz kömür külü, %

f: Tuvenan kömür külü, %

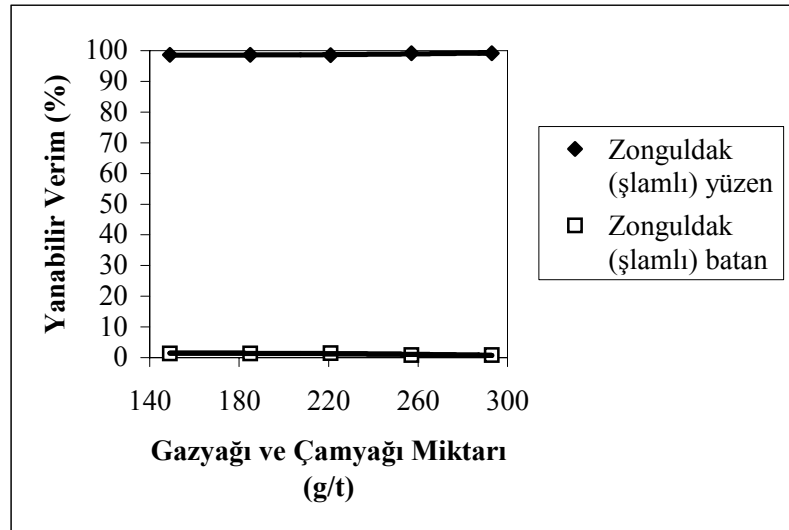
Her bir deneye ait sonuçlar ağırlık, kül yüzdesi, yanabilir verim yüzdesi, kül uzaklaştırma verimi yüzdesi ve flotasyon ayırma etkinliği yüzdesi Ekler Ek 1 (kesikli flotasyon deneyi tabloları) ve Ek 2’de (sürekli flotasyon deneyi tablo ve şekilleri) gösterilen tablolarda belirtilmiş olup benzer ve farklı koşullarda yapılan kömür flotasyonlarının karşılaştırılması için grafikler oluşturulmuştur.

Aşağıda Zonguldak-Armutçuk yöresine ait taşkömürü numunesi ve Kahramanmaraş-Afşin Elbistan ile Muğla-Yatağan yörelerine ait linyit numuneleri üzerinde yapılan konvansiyonel kesikli, sürekli ve yeni tekniklerin ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneylerinden elde edilen grafikler yer almaktadır. Konvansiyonel kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı ile Montanol 531 ve Ekofol 440 reaktifleri ve miktarlarına bağlı olarak şamlı ve şamsız Zonguldak-Armutçuk taşkömürü flotasyon ürünleri ile şamlı Afşin-Elbistan ve şamlı Yatağan linyitlerine ait flotasyon ürünlerinin % kül uzaklaştırma verimleri, % yanabilir verimler ve % ayırma etkinliklerine göre grafikler oluşturulmuştur.

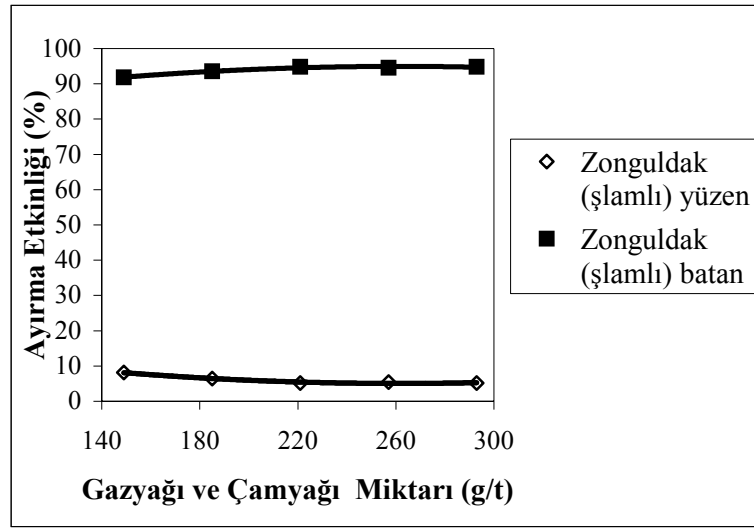
Aşağıda Batch yöntemiyle Çamyacı ve Gazyağı ile Montanol 531 ve Ekofol 440 reaktifleri kullanılarak flotasyonu yapılmış şamlı ve şamsız Zonguldak taşkömürü, şamlı ve şamsız Afşin-Elbistan linyit ve şamlı Yatağan numuneleri için reaktif türü ve miktarlarına bağlı % yanma verimlerini gösteren grafikler yer almaktadır.



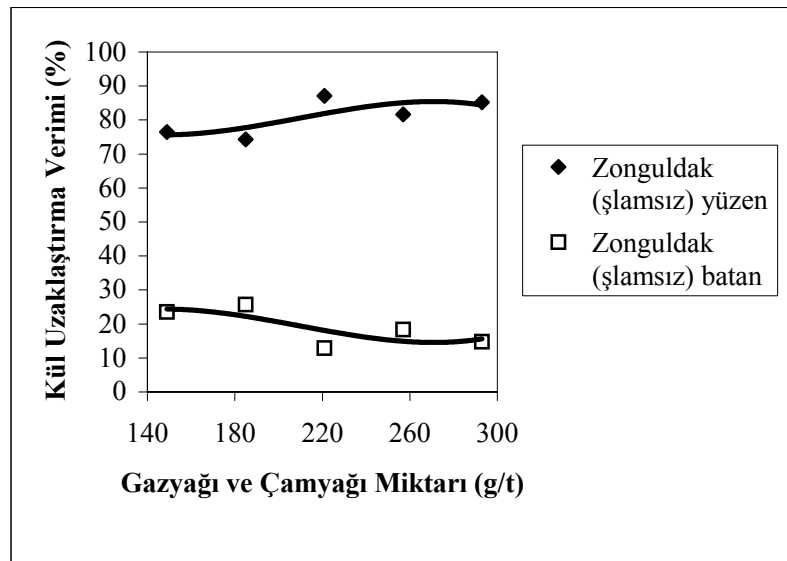
Şekil 4.13 : Şlamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.1 (a)]



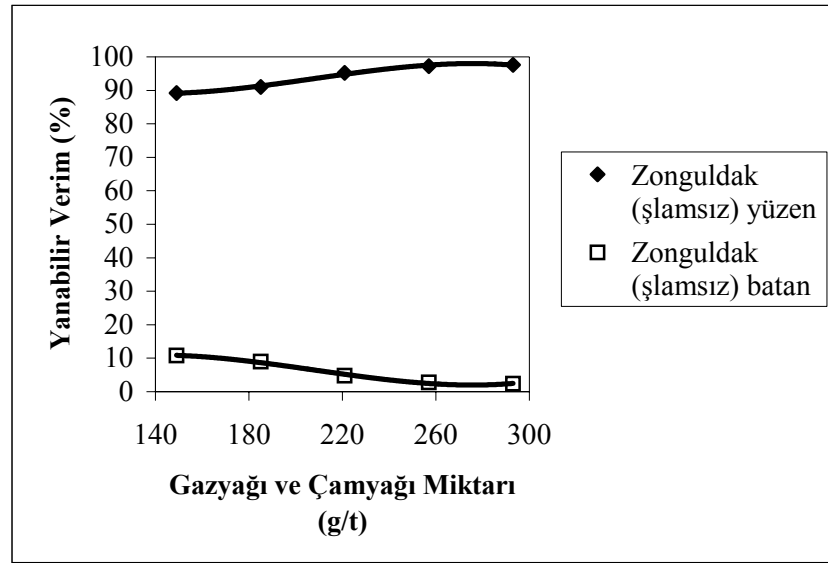
Şekil 4.14 : Şlamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.1 (b)]



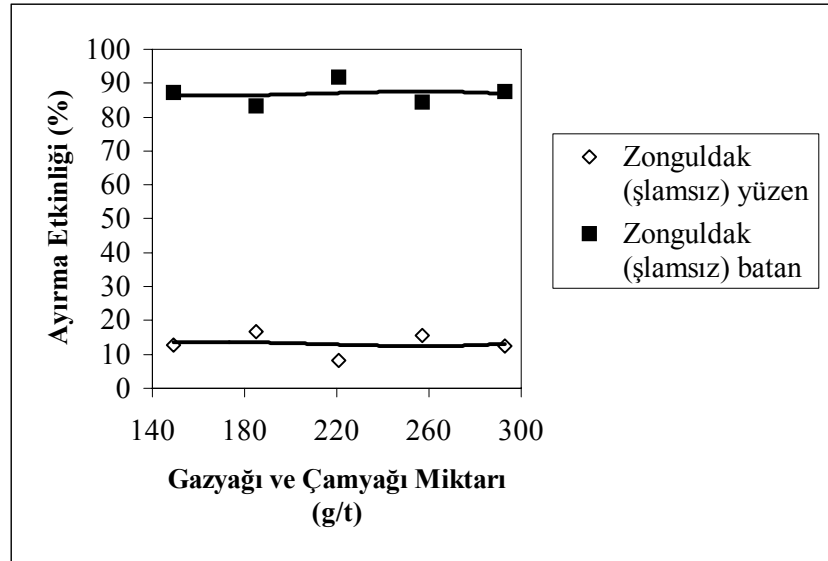
Şekil 4.15 : Şlamli Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.1 (c)]



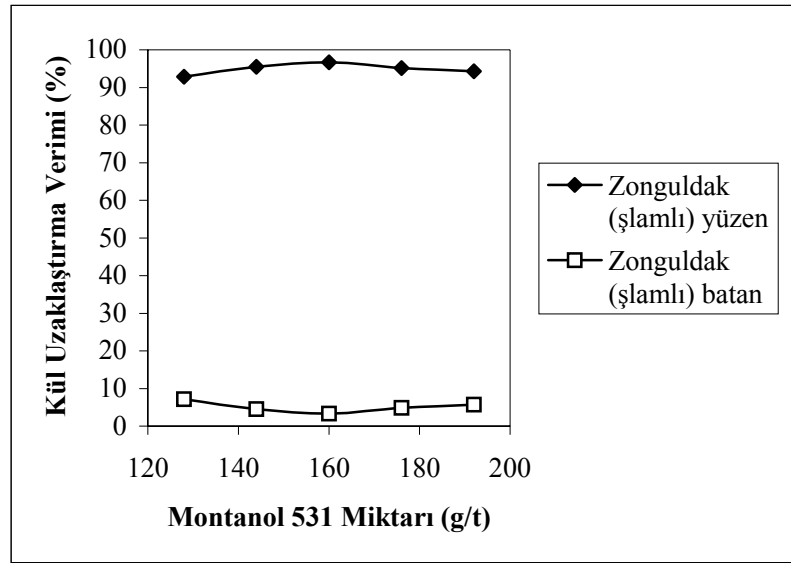
Şekil 4.16 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.2 (a)]



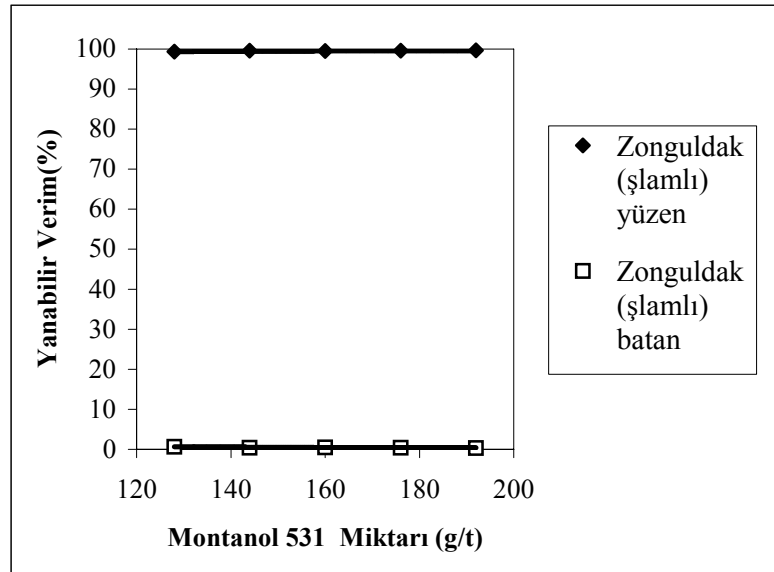
Şekil 4.17 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.2 (b)]



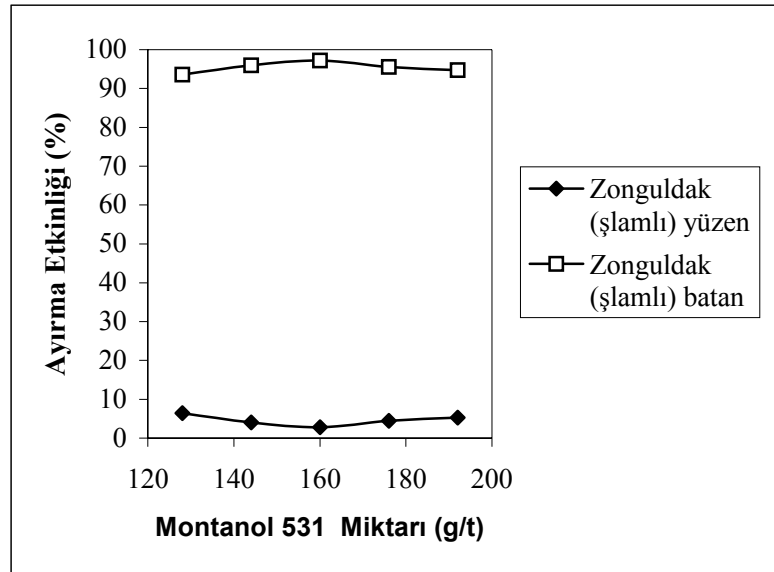
Şekil 4.18 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.2 (c)]



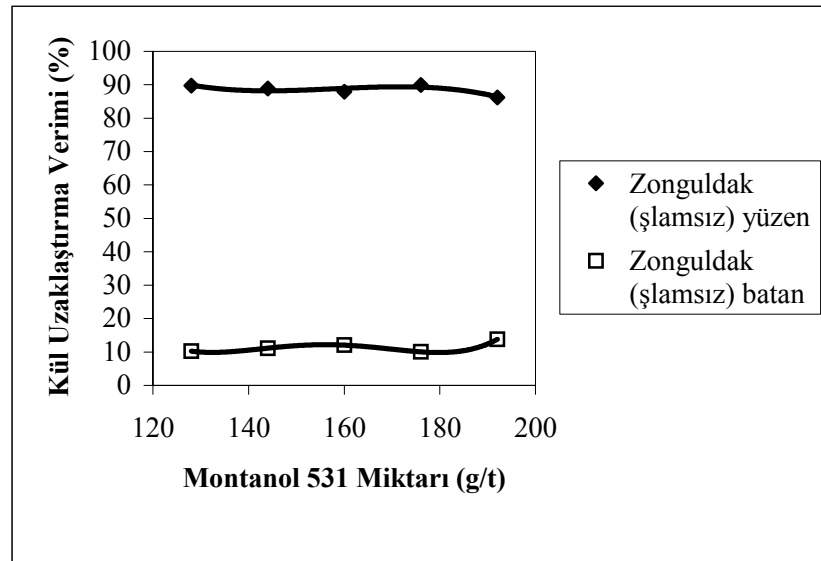
Şekil 4.19 : Şlamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.3 (a)]



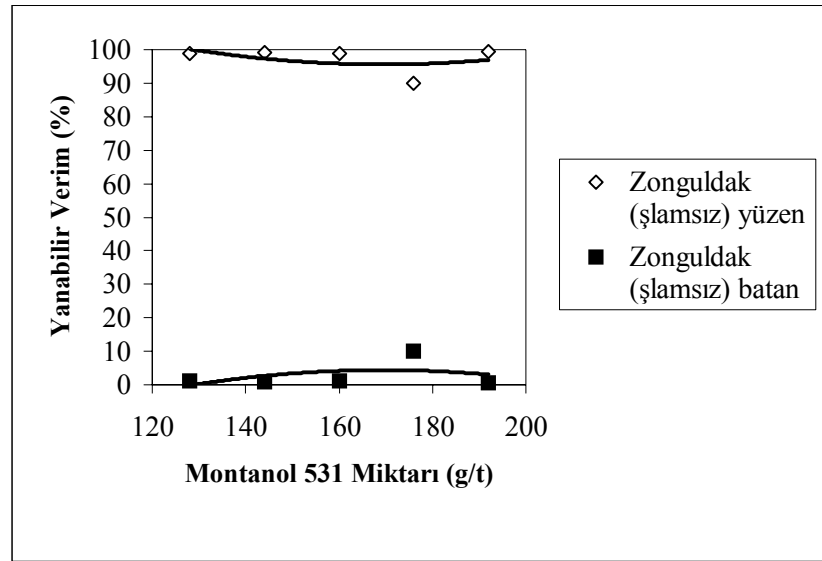
Şekil 4.20 : Şlamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.3 (b)]



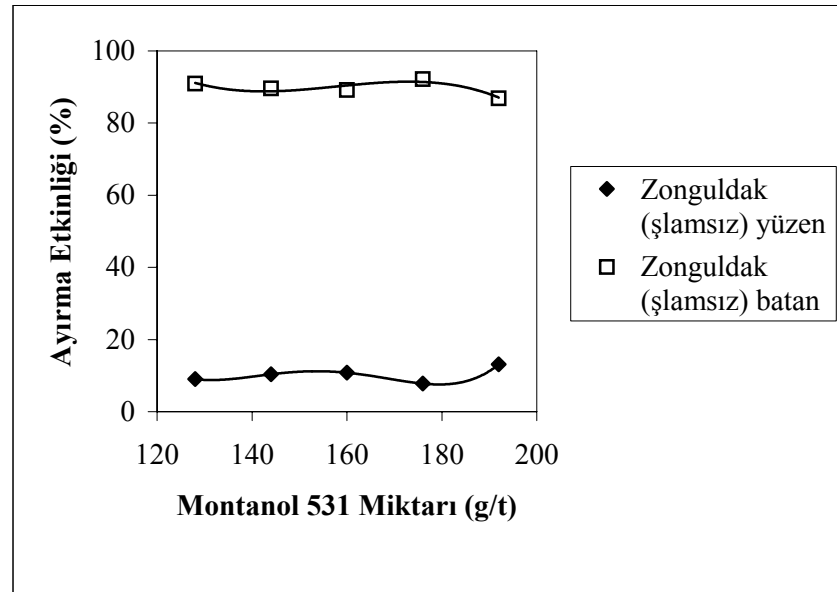
Şekil 4.21 : Şlamli Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri
[Ekler; Ek 1 Tablo 7.3 (c)]



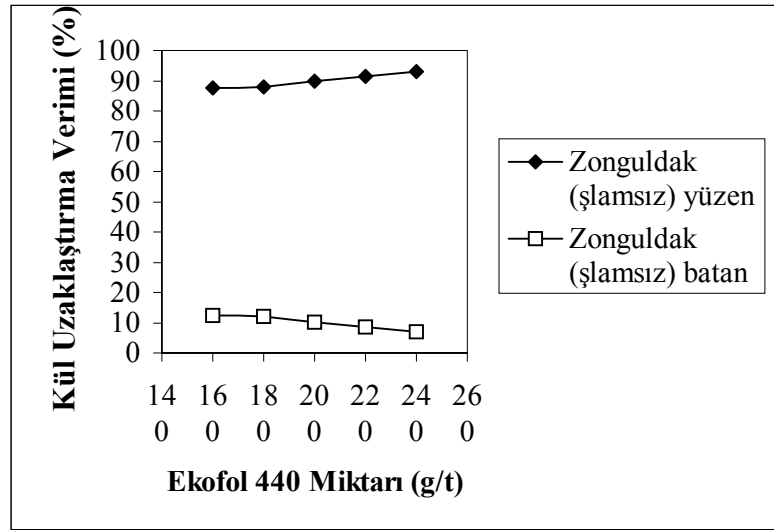
Şekil 4.22 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri
[Ekler; Ek 1 Tablo 7.4 (a)]



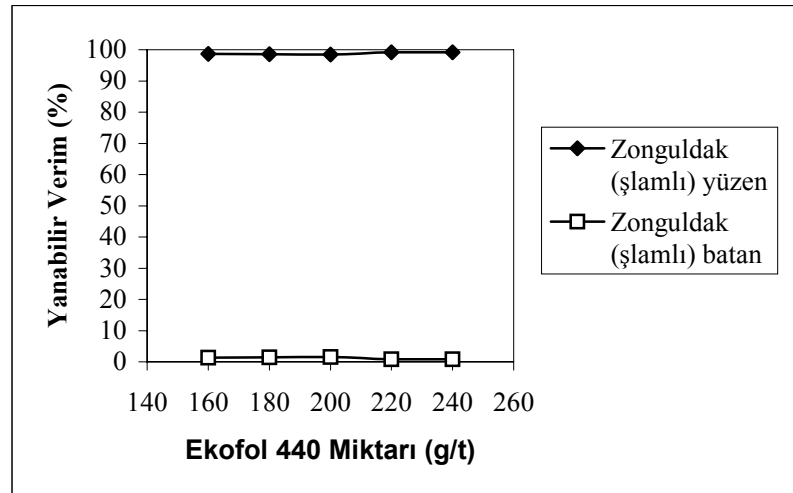
Şekil 4.23: Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.4 (b)]



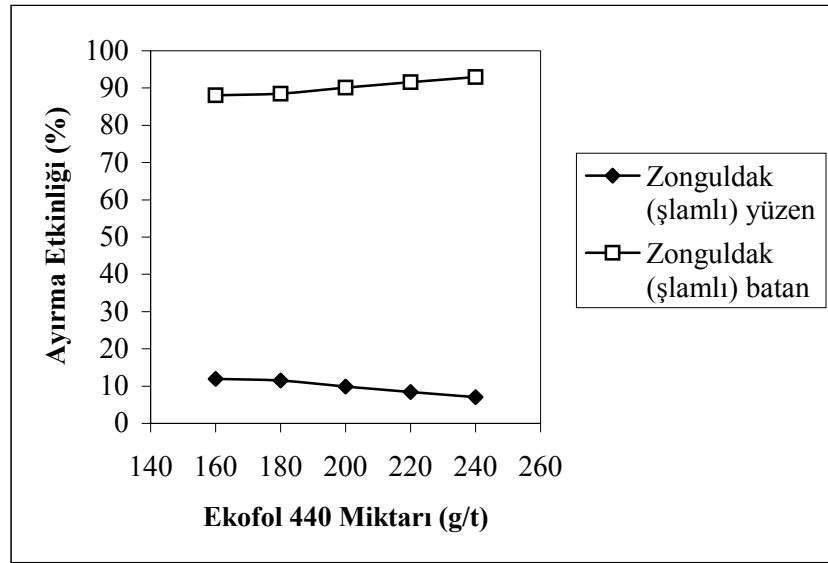
Şekil 4.24 : Şlamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.4 (c)]



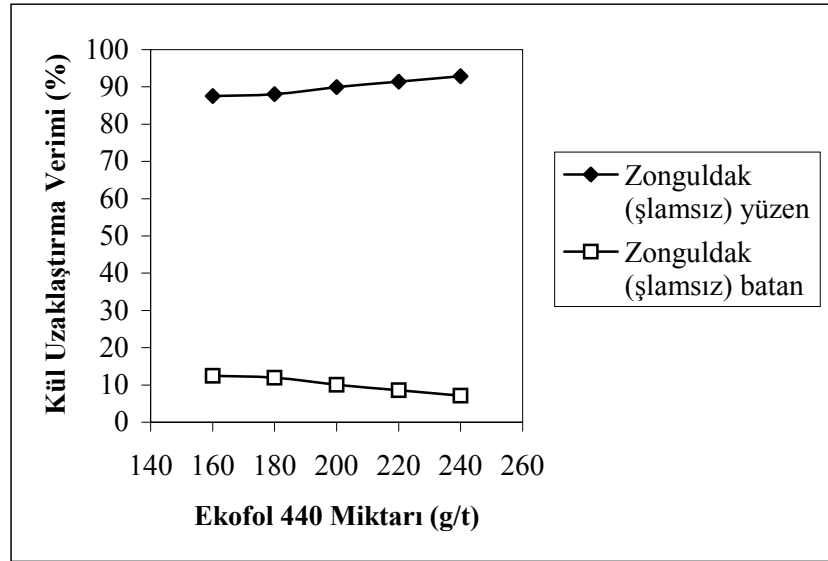
Şekil 4.25 : Şıamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.45(a)]



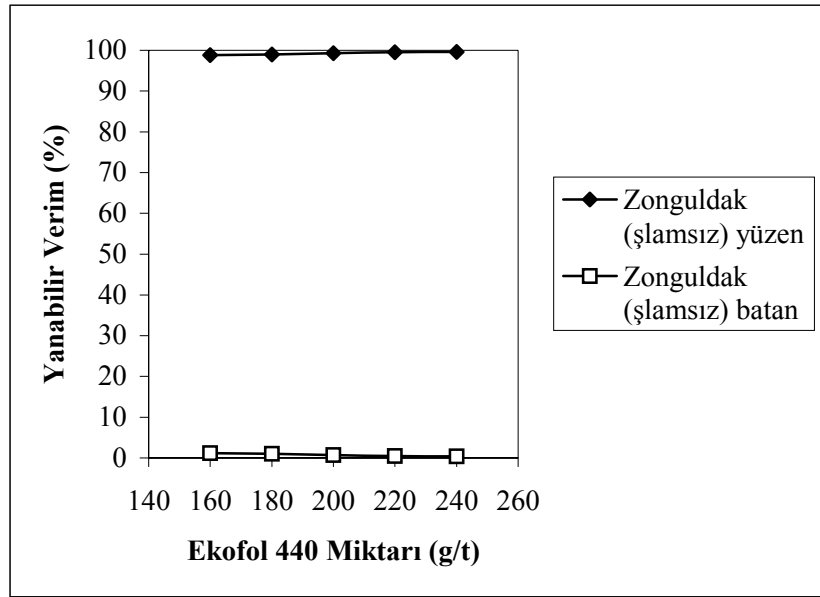
Şekil 4.26 : Şıamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.5 (b)]



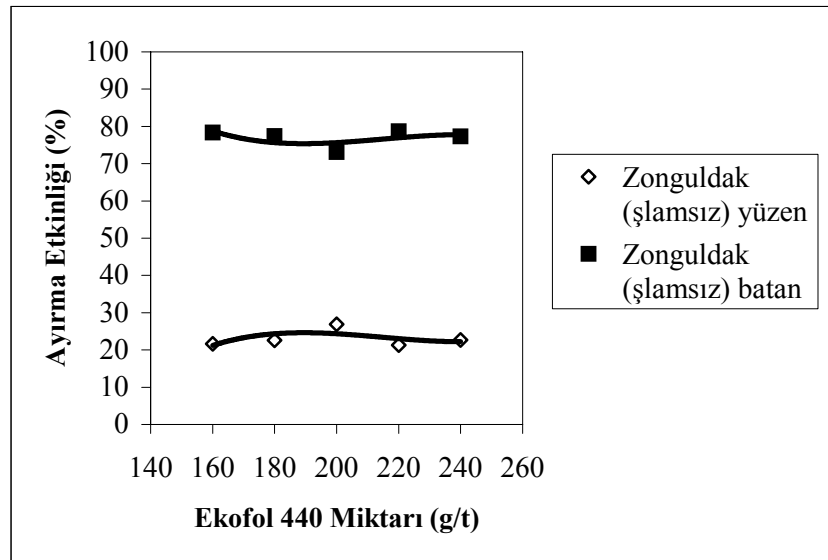
Şekil 4.27 : Şlamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.5 (c)]



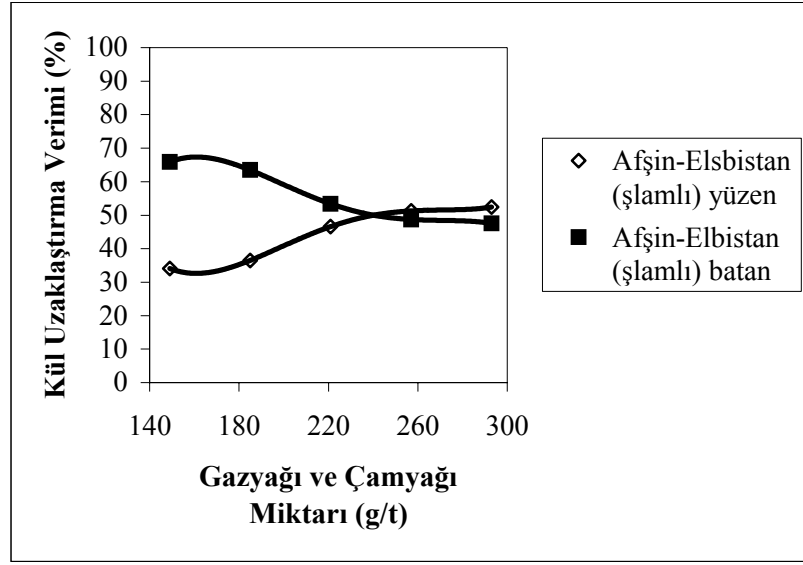
Şekil 4.28 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.6 (a)]



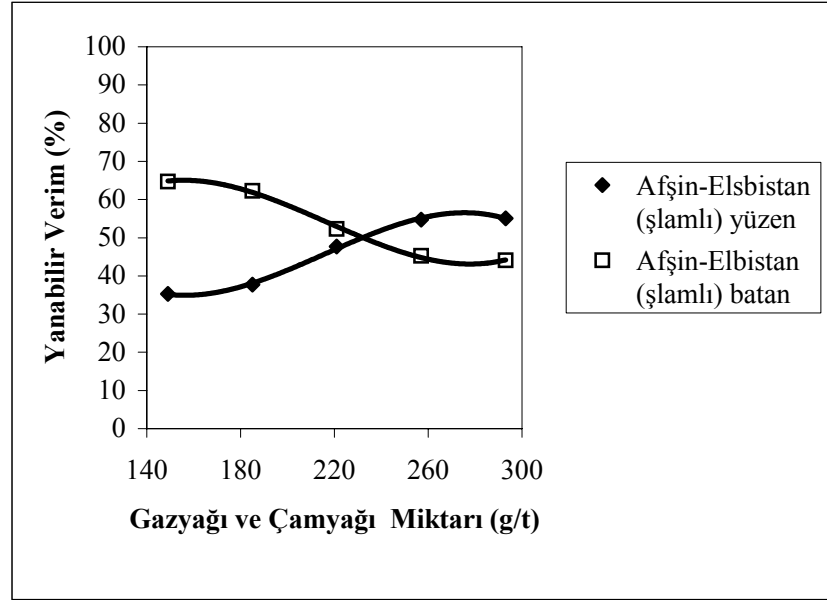
Şekil 4.29 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.6 (b)]



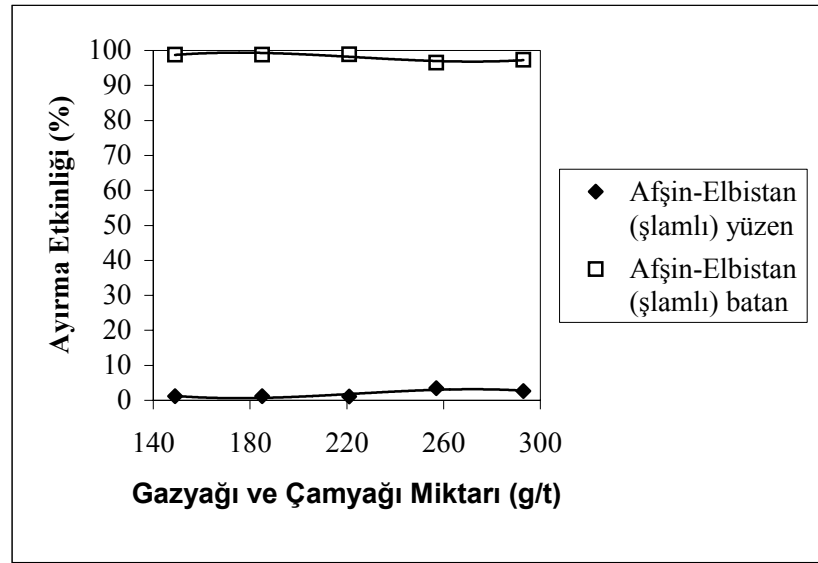
Şekil 4.30 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.6 (c)]



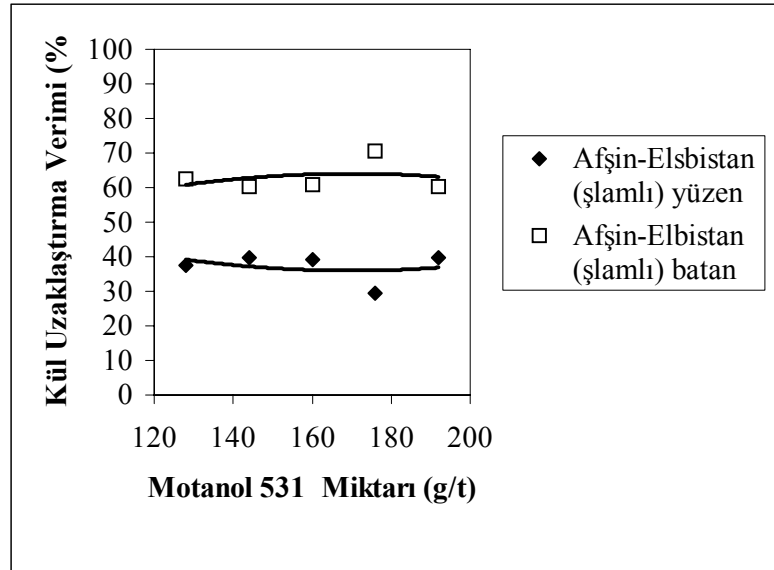
Şekil 4.31 : Şamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.7 (a)]



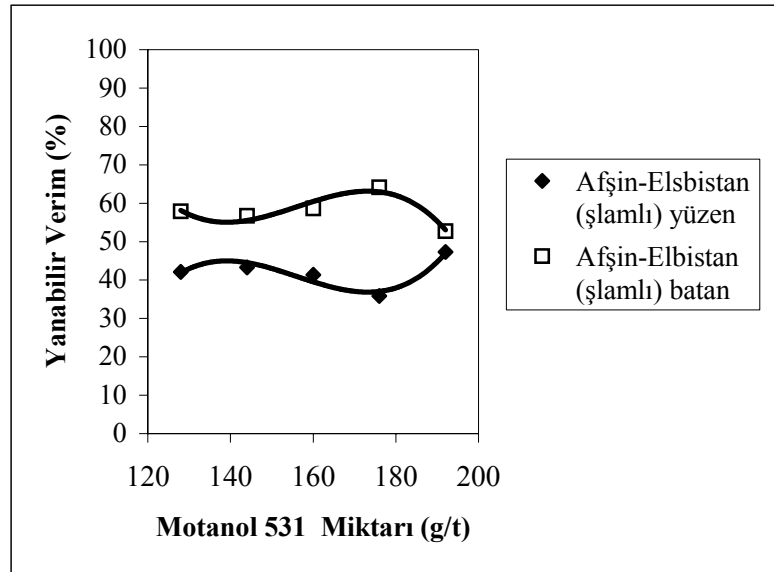
Şekil 4.32 : Şamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyacı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.7 (b)]



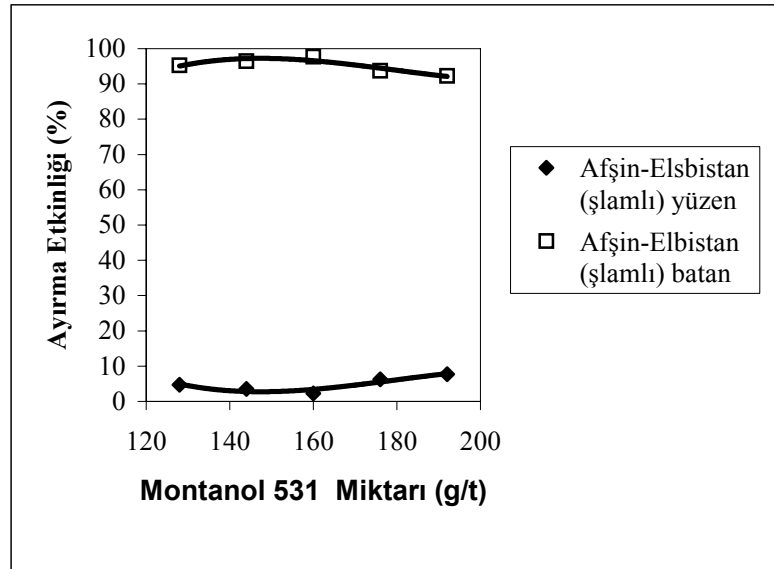
Şekil 4.33 : Şlamalı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Gazyağı ve Çamyağı reaktiflerinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.7 (c)]



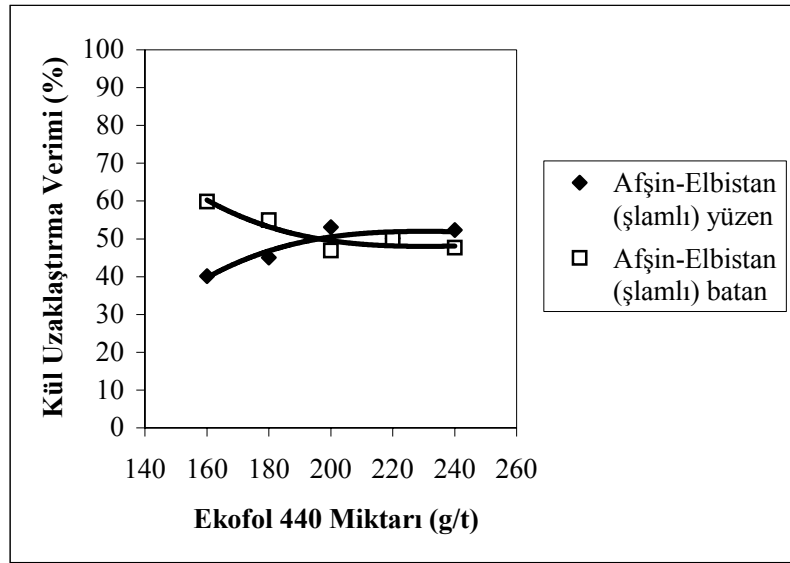
Şekil 4.34 : Şlamalı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.8 (a)]



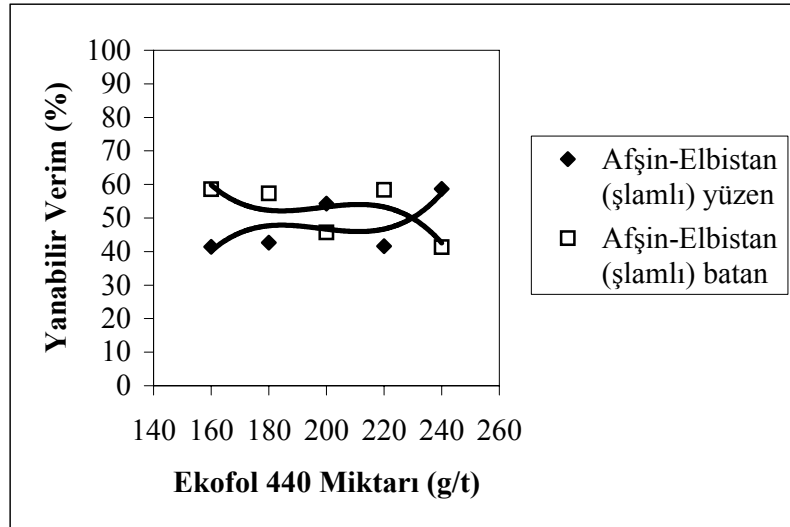
Şekil 4.35 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.58(b)]



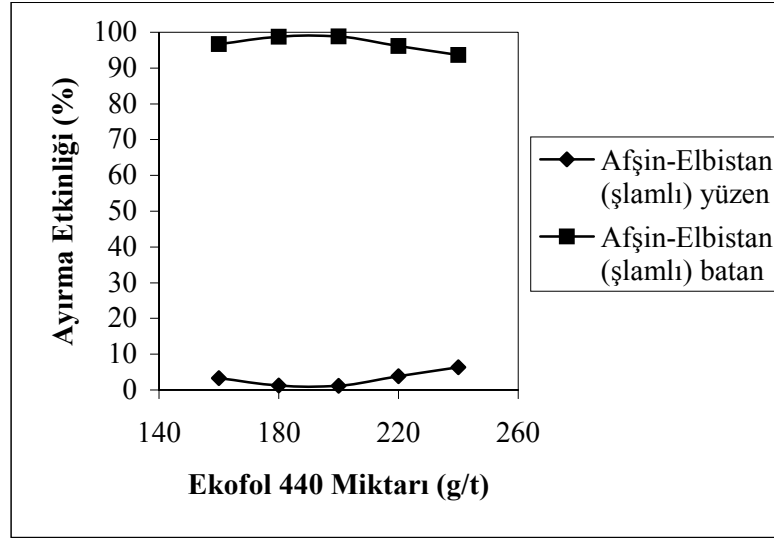
Şekil 4.36 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Montanol 531 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.8 (c)]



Şekil 4.37 : Şlamalı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % kül uzaklaştırma verimi eğrileri
[Ekler; Ek 1 Tablo 7.9 (a)]

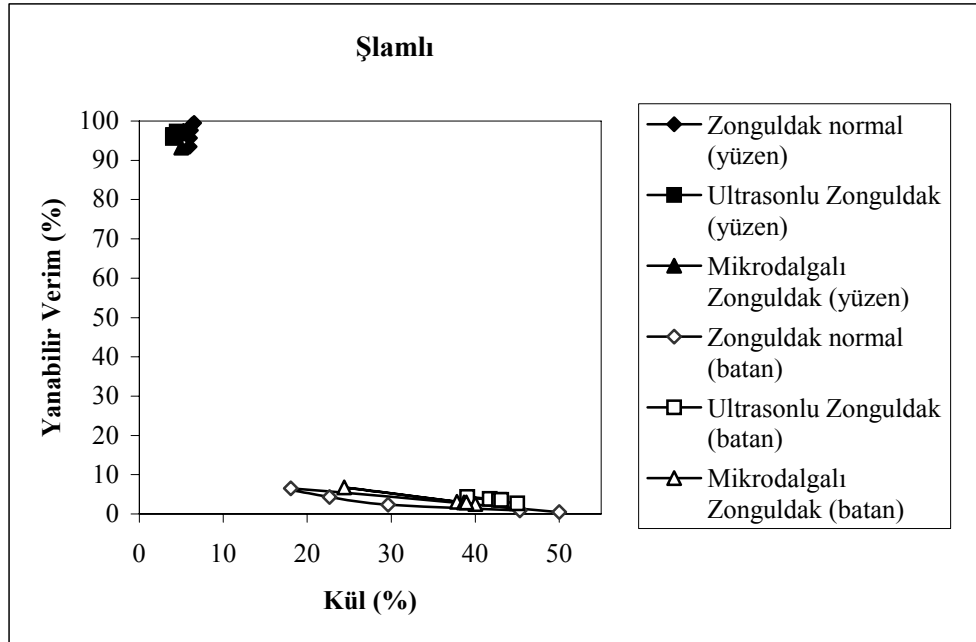


Şekil 4.38 : Şlamalı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % yanabilir verim eğrileri
[Ekler; Ek 1 Tablo 7.5 (b)]

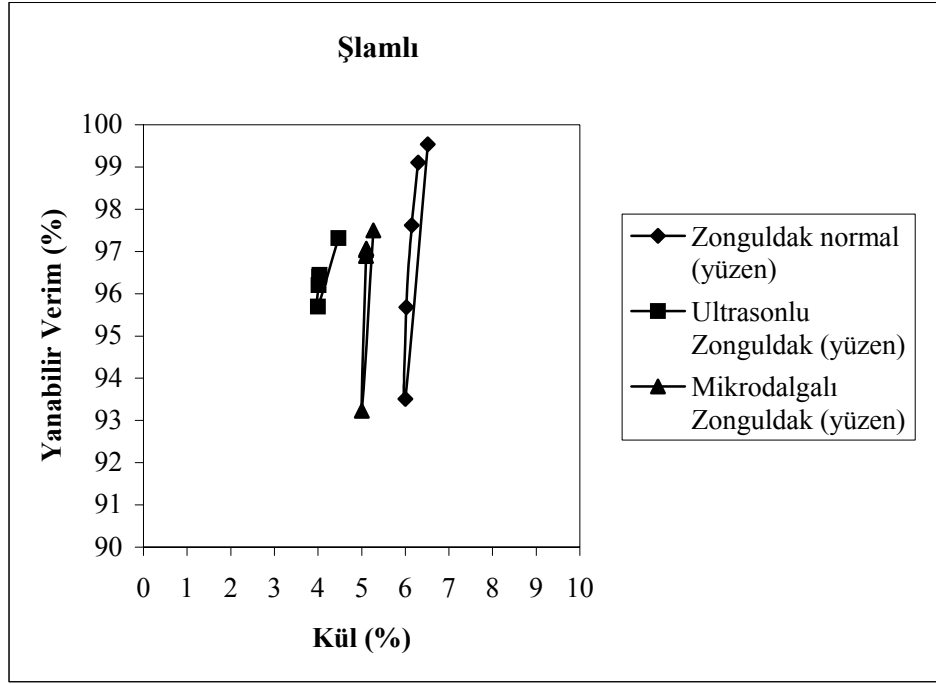


Şekil 4.39 : Şamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon deneylerinde Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ve batan ürünlerin % ayırma etkinliği eğrileri [Ekler; Ek 1 Tablo 7.9 (c)]

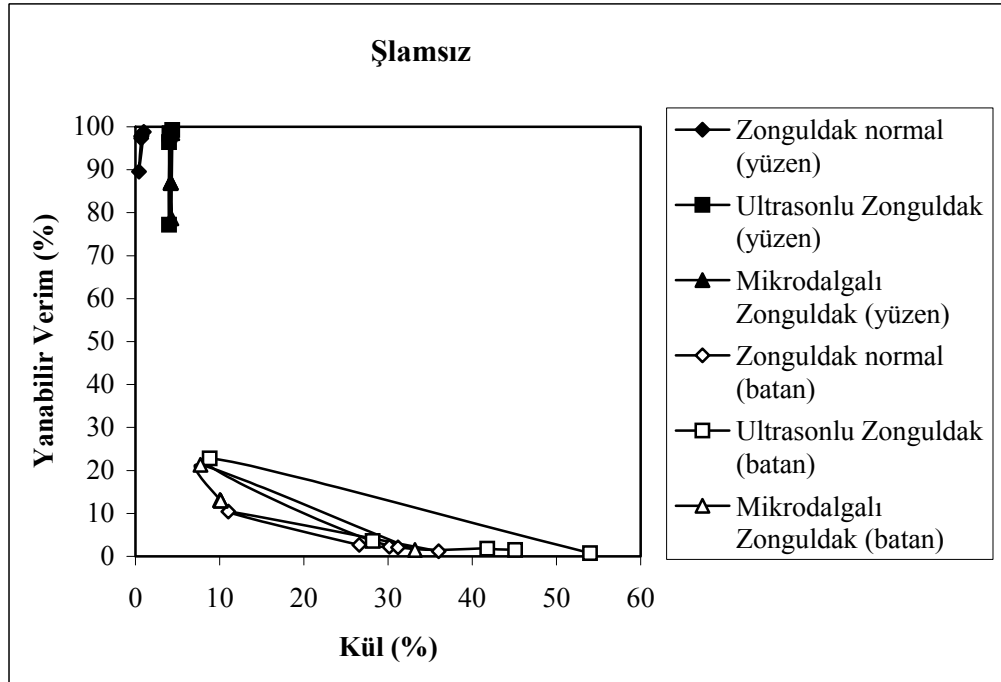
Yukarıdaki grafiklerden anlaşılabacağı üzere taşkömürü flotasyonunda Ekofol 440 reaktifinin kullanımı durumunda yüzen ürünlere ait % kül uzaklaştırma ve % yanabilir verimlerin % 99'larda ve % ayırma etkinliğinin % 90'larda olduğu, gazyağı ve çamyağı ile yapılan flotasyonlarda bu oranların düştüğü, Montanol 531 reaktifinin ise gazyağı ve çamyağı reaktiflerine göre daha iyi sonuç verdiği, tüm bunların yanı sıra linyit ürünlerinin flotasyonunun başarısız olduğu görülmektedir.



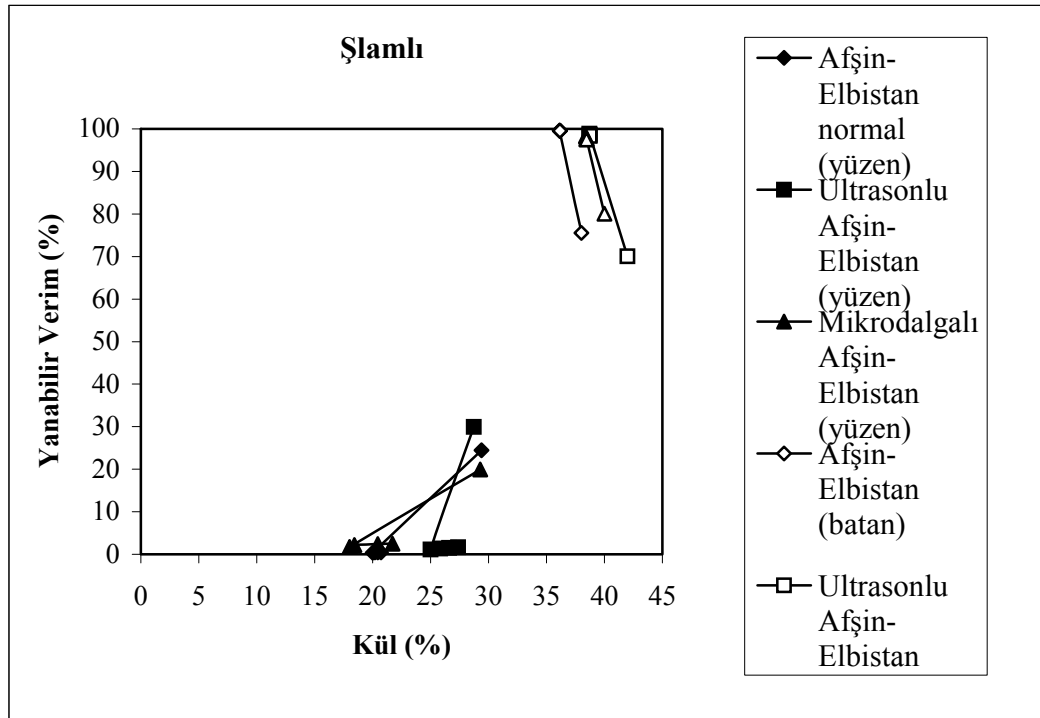
Şekil 4.40 : Şamlı Zonguldak numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 2 Tablo 7.10-Tablo 7.14]



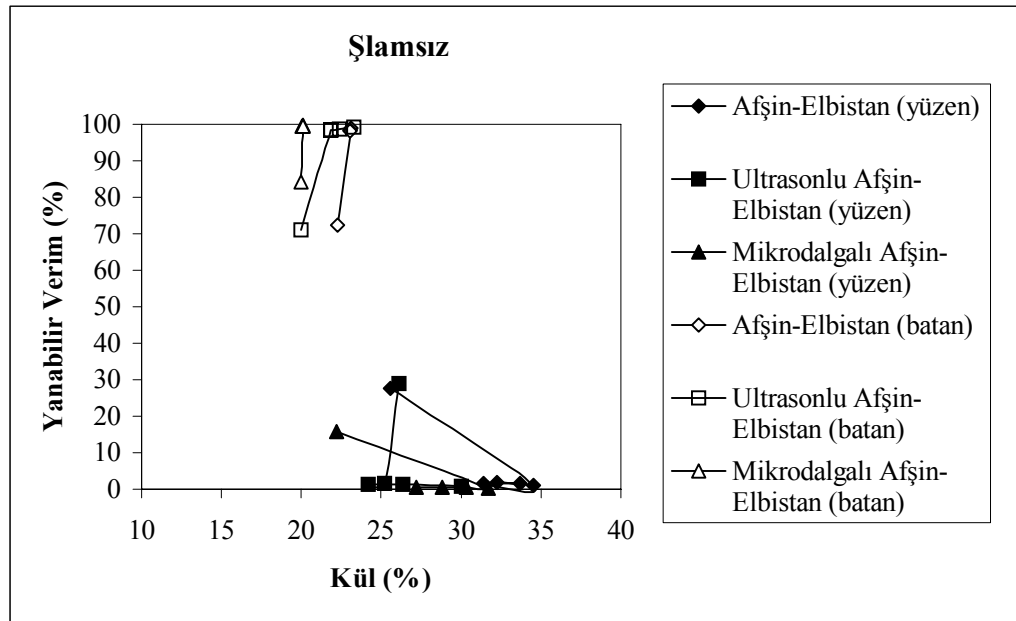
Şekil 4.41 : Şıamlı Zonguldak numunesi üzerinde yüzene göre yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrilerinin yakın ölçekli görünümü



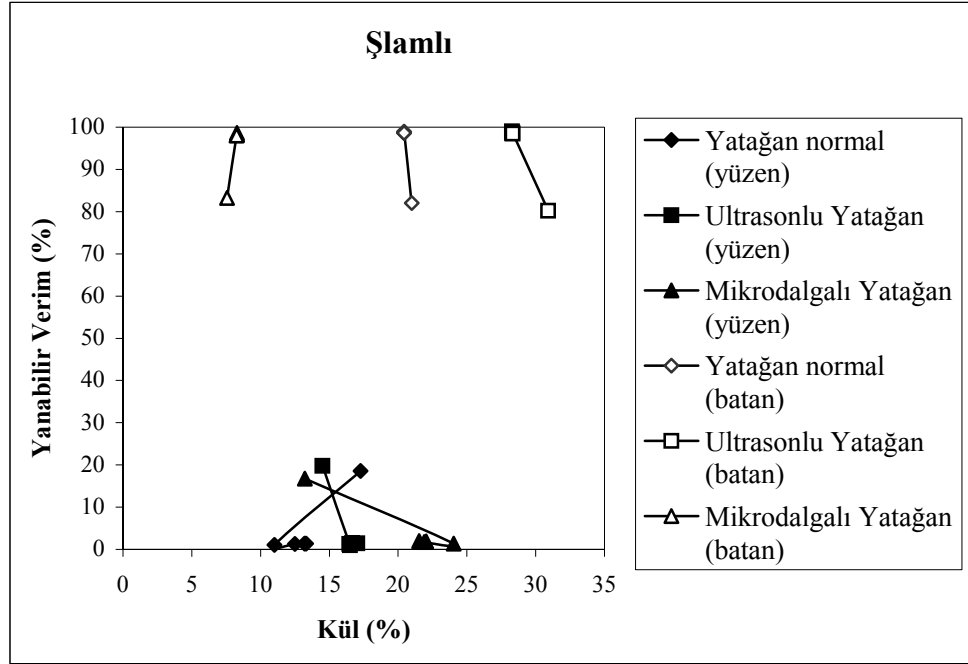
Şekil 4.42 : Şıamsız Zonguldak numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 2 Tablo 7.10-Tablo 7.15]



Şekil 4.43 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri[Ekler; Ek 2 Tablo 7.15-Tablo 7.19]



Şekil 4.44 : Şlamsız Afşin-Elbistan numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri[Ekler; Ek 2 Tablo 7.15-Tablo 7.20]



Şekil 4.45 : Şlamlı Yatağan numunesi üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerine ait % kül-yanabilir verim eğrileri [Ekler; Ek 2 Tablo 7.21-Tablo 7.23]

Yukarıdaki grafiklerden anlaşılabileceği üzere % kül ve % yanabilir verim ilişkisine bağlı olarak ultrason ön işlemlili Zonguldak taşkömürü sürekli flotasyon yüzenlerinin normal Zonguldak taşkömürü sürekli flotasyon yüzenlerinden daha olumlu etki yaptığı, yine mikrodalga ön işlemlili Zonguldak taşkömürü sürekli flotasyon yüzenlerinin normal Zonguldak taşkömürü sürekli flotasyon yüzenlerinden daha olumlu etki yaptığı görülmüş ancak linyit numunelerinde yeni teknikler ters etki yapmıştır.

4.3. HÜMİK ASİT ELDESİ

Linyit numuneleri ile ilgili yapılan konvansiyonel kesikli ve sürekli flotasyon deneylerinden elde edilen ürünlerin % yanabilir verim ve % kül uzaklaştırma verimliliklerinin düşük olması nedeniyle linyit numuneleri ile flotasyon ürünlerinden hümik asit eldesi analizine yönelilmiştir.

Linyit numuneleri üzerinde hümik asit eldesi analizleri yapılarak optimal koşullar belirlenmiştir. Daha sonra linyit numunelerinin kesikli flotasyon deneylerinde reaktif türü ve miktarına göre en iyi yüzen ürünlerin elde edildiği koşullar dikkate alınarak artık ürünler üzerinde hümik asit eldesi analizleri yapılmıştır. Sürekli flotasyon deneyleri ile

yeni tekniklerin ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneyleri artık ürünlerinin hümik asit eldesi analizleri de yapılarak hümik asit yüzde ekstraksiyon ve yüzde verimler belirlenmiştir.

Tablo 4.27’de amonyak çözeltisi ve % 30’luk KOH kullanılarak hümik asit analizleri yapılan numune ve artık ürünler için % hümik asit ekstraksiyonları ve % hümik asit verimleri yer almaktadır.

Tablo 4.7 : Amonyak çözeltisi ve % 30’luk KOH kullanılarak hümik asit analizleri yapılan numune ve artık ürünler için % hümik asit ekstraksiyonları

NUMUNE VE ÜRÜNLER	EKSTRAKSİYON %	
	Amonyak çözeltisi ile muamele edilmiş	% 30’luk KOH ile muamele edilmiş
Şıamlı Afşin-Elbistan numunesi	55	-
Şıamlı Yatağan numunesi	70	-
293 g/t Gazyağı ve Çamyağı reaktifler ile muamele görmüş şıamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon artığı	78	-
192 g/t montanol 531 reaktifi ile muamele görmüş şıamlı Afşin-Elbistan kesikli flotasyon artığı	56	-
Ultrason ön işlemleri şıamlı Afşin-Elbistan numunesi sürekli flotasyon artığı	65	-
Şıamlı Yatağan numunesi sürekli flotasyon artığı	71	-
Mikroalga ön işlemleri şıamlı Yatağan numunesi sürekli flotasyon artığı	72	-
Ultrason ön işlemleri şıamlı Yatağan numunesi sürekli flotasyon artığı	72	-
Şıamlı Afşin-Elbistan numunesi	-	44
240 g/t Ekofol 440 reaktifi ile muamele görmüş şıamlı Afşin-Elbistan kesikli flotasyon artığı	-	96
Şıamlı Afşin-Elbistan numunesi sürekli flotasyon artığı	-	48
Şıamsız Afşin-Elbistan numunesi sürekli flotasyon artığı	-	46
Mikroalga ön işlemleri şıamlı Afşin-Elbistan numunesi sürekli flotasyon artığı	-	45
Mikroalga ön işlemleri şıamsız Afşin-Elbistan numunesi sürekli flotasyon artığı	-	38

Tablo 4.8 : Şıamlı Afşin-Elbistan numunesi flotasyonunda 293 g/t gazyağı ve çamyağı kullanıldığı kesikli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	43,00	54,43	63,30	49,22
Batan	36,00	45,57	78,00	50,78
Beslenen	79,00	100,00	70,00	100,00

Tablo 4.9 : Şıamlı Afşin-Elbistan numunesi flotasyonunda 192 g/t montanol 531 kullanıldığı kesikli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	33,30	45,24	53,79	44,24
Batan	40,30	54,76	56,00	55,76
Beslenen	73,60	100,00	55,00	100,00

Tablo 4.10 : Şıamlı Afşin-Elbistan numunesi ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	22,75	25,83	26,29	12,34
Batan	65,30	74,17	65,00	87,66
Beslenen	88,05	100,00	55,00	100,00

Tablo 4.11 : Şıamlı Yatağan numunesi sürekli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	18,48	17,88	65,41	16,71
Batan	84,90	82,12	71,00	83,29
Beslenen	103,38	100,00	70,00	100,00

Tablo 4.12 : Şıamlı Yatağan numunesi mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	19,06	17,62	60,65	15,27
Batan	89,10	82,38	72,00	84,73
Beslenen	108,16	100,00	70,00	100,00

Tablo 4.13 : Şıamlı Yatağan numunesi ultrason ön işlemlili sürekli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	17,56	16,65	59,99	14,27
Batan	87,90	83,35	72,00	85,73
Beslenen	105,46	100,00	70,00	100,00

Tablo 4.14 : 240 g/t Ekofol 440 reaktifi ile muamele görmüş şlamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	54,80	57,02	4,80	6,23
Batan	41,30	42,98	96,00	93,77
Beslenen	96,10	100,00	44,00	100,00

Tablo 4.15 : Şlamsız Afşin-Elbistan numunesi sürekli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	22,21	28,62	39,01	25,38
Batan	55,40	71,38	46,00	74,62
Beslenen	77,61	100,00	44,00	100,00

Tablo 4.16 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	14,67	17,45	39,27	15,57
Batan	69,40	82,55	45,00	84,43
Beslenen	84,07	100,00	44,00	100,00

Tablo 4.17 : Şlamsız Afşin-Elbistan numunesi mikrodalga ön işlemlili sürekli flotasyon ürünlerine ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	27,91	16,03	38,76	14,12
Batan	146,20	83,97	45,00	85,88
Beslenen	174,11	100,00	44,00	100,00

Tablo 4.18 : Şlamlı Afşin-Elbistan numunesi sürekli flotasyon ürününe ait % hümkik asit verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Ekstraksiyon, %	Verim, %
Yüzen	20,75	22,11	29,91	15,03
Batan	73,10	77,89	48,00	84,97
Beslenen	93,85	100,00	44,00	100,00

Yukarıdaki tablolardan da anlaşılacağı üzere; uygulanan flotasyon deney koşullarına bağlı olarak, batan kısımda yer alan linyit numunelerinin hümkik asit ekstraksiyonun daha yüksek olduğu ve % hümkik asit verimlerinin de batan kısımda % 80’lerde elde edildiği görülmüştür.

5. TARTIŞMA VE SONUÇ

Kömür üretiminde mekanizasyonun artmasıyla beraber ince tane boyutundaki kömür üretim miktarı da artış göstermiştir. Ayrıca ince tane boyutlu kil ve kükürt oranının yüksek olması, bu boyuttaki kömürün zenginleştirilmesini zorunlu kılmıştır. Ekonomik nedenlerden dolayı ince boyutta en verimli yıkama yöntemi flotasyondur. Ayrıca kükürtün çevre kirlenmesindeki etkisi de göz önüne alındığında kömürden kükürtün uzaklaştırılmasının ne derece önemli olduğu anlaşılmaktadır. Kömür yanabilen bir kayaç olmasının yanı sıra içeriğinden elde edilen hümit asit ile gübre amaçlı kullanılabilir.

Taşkömürü ve linyit numuneleri üzerinde yapılan konvansiyonel kesikli flotasyon deneylerinde en iyi flotasyon koşullarının Ekofol 440 reaktifi kullanımı durumunda sağlandığı, Montanol 531 reaktifinin ise gazyağı ve çamyağı reaktiflerinin kullanıldığı deneylere göre daha iyi flotasyon koşulları sağladığı görülmüştür. Kullanılan reaktif miktarları da % kül uzaklaştırma verimi ve % yanabilir verim değerlerinden yararlanarak optimal flotasyon koşulları belirlenmiştir. sürekli flotasyon deneyleri optimal flotasyon koşulları olan 200 g/t Ekofol reaktifi için uygulanmış, yeni tekniklerin de ön işlemleri olarak kullanıldığı sürekli flotasyon deneyleri yapılmıştır.

Taşkömürü numuneleri üzerinde yapılan sürekli flotasyon deneylerinde ultrason ön işlemleri flotasyon, mikrodalga ön işlemleri flotasyona göre % yanabilir verim ve % kül içeriği bakımından daha iyi sonuç verdiği (% 99'larda), mikrodalga ön işlemleri sürekli flotasyon deneylerinin ise ön işlem olmadan yapılan sürekli flotasyon deneylerine göre yine % yanabilir verim ve % kül içeriği bakımından daha iyi ürünler verdiği görülmüştür. Ultrasonik ses dalgalarının kömür yıkamadaki etki mekanizması fiziksel olarak kömür yüzeylerini temizlemesi ile açıklanabilir. Mikrodalga enerjisi ise kömürde oluşturmuş olduğu gözenekli yapı ile bu etkiyi göstermektedir.

Linyit numunelerinde ise yeni tekniklerin ön işlemleri olarak kullanımı ön işlem uygulanmadan yapılan sürekli flotasyon deneylerine etkisi olumsuz yönde olduğu görülmüştür. Linyit yüksek nem içeriği ve düşük temas açısı ile flotasyon koşullarını

güçleştirmiştir. Linyit numuneleri üzerinde uygulanan flotasyon deneylerinde istenen sonuçlara ulaşamadığı için linyitlerden hümik asit eldesi çalışmalarına yönelilmiş, gerek linyit numuneleri gerekse kesikli flotasyon deneylerinde yüzene göre en iyi koşulların sağlandığı artık ürünleri ile ön işlemlili ve ön işlemsiz sürekli flotasyonlarından elde edilen linyit artıkları üzerinde hümik asit eldesi analizleri yapılmış, batan flotasyon ürünlerinde daha yüksek yüzde ekstraksiyon (% 96'ya kadar ulaşılmış) ve yüksek yüzde hümik asit verimlerine (% 80'lerde) ulaşılmıştır.

6. KAYNAKLAR

- [1]. ÖNAL G., ATEŞOK G., Haziran 1994, *Cevher Hazırlama El Kitabı*, Yurt Madenciliğini Geliştirme Vakfı, İstanbul
- [2]. TORUN, M., TAMZOK N., Türkiye Enerji Politikaları İçerisinde Kömürün Önemi, http://www.geocities.com/ceteris_tr3/n_tamzok3.pdf [2007]
- [3]. KURAL O. Şubat 1991, *Kömür*, İ.T.Ü. Maden Fak.
- [4]. ASMATÜLÜ R., Haziran, 1995, *İstanbul-Yeniköy Bölgesi Kömürlerinden Semikok Elde Etme Olanaklarının Araştırılması*, İ.T.Ü. Maden Fak, Yüksek Lisans Tezi
- [5]. ÜNAL E., 20-22 Haziran 1996 , *Kömür ve Çevre 21.Yüzyıla Girerken Türkiye Madenciliği*, C.Ü. Maden Müh. Bölümü, Sivas
- [6]. ARIOĞLU E., 1984, *Türkiye Linyit Madenciliğinin Sorunları ve Çözüm Önerileri*, İ.T.Ü. Maden Fak., İstanbul
- [7]. KÖKSOY M., 1985, *Yakıtlar Jeolojisi*, H.Ü. Yayınları, Ankara
- [8]. ATEŞOK G., 1986, *Kömür Hazırlama* İ.T.Ü. Maden Fak.
- [9]. YÜCE H., 1998, *Afşin-Elbistan Linyitlerinin Seçimli Salkımlaştırma Yöntemi ile Zenginleştirilmesi*, İ.T.Ü. Maden Fak., Yüksek Lisans Tezi
- [10]. ÜMİT, İ., Temmuz 1997, *Çanakkale-Çan Linyitlerindeki Kükürtün Flotasyon Yöntemi ile Uzaklaştırılması*, İ.T.Ü. Maden Fak., Lisans Tezi
- [11]. KÜÇÜKBAYRAK S., Şubat 1984, *Farklı Kükürt Giderme Yöntemlerinin Çeşitli Türk Linyitlerine Uygulanması*, İ.T.Ü. Kimya-Metalurji Fak., Doktora Tezi
- [12]. ÖNAL G., 1985, *Cevher Hazırlamada Flotasyon Dışındaki Zenginleştirme Yöntemleri*, İ.T.Ü. Maden Fak., İstanbul
- [13]. ÖNAL G., ACARKAN N., GÜNEY A., 20-22 Haziran 1996, *Cevher Hazırlamadaki Yeni Gelişmeler*, 21. yy'a Girerken Türkiye Madenciliği, C.Ü. Maden Müh. Bölümü, Sivas
- [14]. GROUDEV STOYAN N., 10-14 Mayıs 1982, *Çeşitli Kömür Türlerinin Piritik Sülfürden Biyolojik Olarak Temizlenmesi*, Türkiye 3. Kömür Kongresi Maden Müh. Odası Yayını
- [15]. GÜNGÖREN Can, Haziran 2006, *Ultrasonik ve Mikrodalga Enerjisinin Bor Minerallerinin Çözünürlüğüne Etkisinin Araştırılması*, İ.Ü. Mühendislik Fak., Lisans Tezi
- [16]. Yıldırım, M.. and Özbayoğlu, G., 1997, *Production of Ammonium Nitrohumate from Elbistan Lignite and Its Use As a Coal Binder*, Fuel, 76 (5);385-389.

- [17]. ÖZBEK, C., Haziran 1998, *GELİ Yatağan Bölgesi Eskişehir Açık Ocak Kömür İşletmesinde İç Döküm İçin Cross-Pit Konveyörün Dekapajda Kullanılabilme İmkânlarının Etüdü*, Lisans Tezi
- [18]. Ordu, Ş., 1997, *Afşin-Elbistan Üst Örtüsünde Döner Kepçeli Ekskavatör ile Alınamayan Sert Formasyonların Dekapajı*, Lisans Tezi
- [19]. KURAL, O., 1998, *Kömür*
- [20]. ATEŞOK, G., 2004, *Kömür Hazırlama ve Teknolojisi*, İ.T.Ü. Maden Fak., İstanbul
- [21]. Türkiye Taşkömürü Kurumu, <http://www.taskomuru.gov.tr> [2007]
- [22]. BS 1016-14:1963, <http://www.standardsdirect.org/standards> [2007]
- [23]. LASKOWSKI, J.S., 2001, *Coal Flotation and Fine Coal Utilization*, Canada
- [24]. <http://www.abdullahcoban.com> [2007]
- [25]. Barış, H. ve Dinçer, S., 1982, *Linyitten Azotlu Gübre Üretimi*, 3. Kömür kongresi; 409-415s., Zonguldak.
- [26]. Gürüz, K., 1980, *Oxy-ammoniation of Elbistan lignite to produce a nitrogenous fertilizer*. *Department of Chemical Engineering*, Middle East Technical University 59 (November);772-776.
- [27]. Yıldırım, M., 2000, *Elbistan Linyitinin Havada Değişik Sıcaklıklarda Oksitlenmesi*, Turk J Engin Environ Sci, 25; 219-224.
- [28]. Kural, O., 1978, *Türkiye Linyitlerinde Hüyük Asit Dağılımının İncelenmesi*, İstanbul Teknik Üniversitesi, Doktora Tezi
- [29]. KÖKSOY M., 1985, *Yakıtlar Jeolojisi*, H.Ü. Yayınları, Ankara
- [30]. Tuncalı, E., Çiftçi, B., Yavuz, N., Toprak, S., Köker, A., Gencer Z., Ayçık, H. ve Şahin, N., 2002, *Türkiye Tersiyer Kömürlerinin Kimyasal ve Teknolojik Özellikleri*, MTA Yayını, Ankara
- [31]. Clariant, [http://fun.clariant.com/C125691A003596E5/vwLookupDownloads/MinigChemicals.pdf/\\$FILE/MiningChemicals.pdf](http://fun.clariant.com/C125691A003596E5/vwLookupDownloads/MinigChemicals.pdf/$FILE/MiningChemicals.pdf) [2007]
- [32]. *Bilim ve Teknoloji Sitesi*, www.meteor.gov.tr/2006/arastirma/files/uvradetki.pdf [2007]
- [33]. AKŞEHİRLİ, B., *Taşkömürü*, Lisans Tezi, Haziran 1997
- [34]. *GELİ Müessesesi Müdürlüğü*, www.geli.gov.tr [2007]

- [35]. *Türkiye Kömür İşletmesi*, http://www.tki.gov.tr/s_anac.ppt#1 [2007]
- [36]. 1999, *Türkiye 'de Kömür Politikaları ve Temiz Kömür Teknolojileri Sempozyumu*, Ankara
- [37]. ALTINTEPE, A., Afşin-Elbistan kömür açık işletmesinin üretim yönteminin incelenmesi, Lisans Tezi, Haziran 2000
- [38]. OZKAN, S.G., KUYUMCU, H.Z., Investigation of Mechanism of Ultrasound on Coal Flotation, <http://www.sciencedirect.com> [2007]
- [39]. OZKAN, S.G., KUYUMCU, H.Z., 2007, *Design of a Flotation Cell Equipped with Ultrasound Transducers to Enhance Coal Flotation*
- [40]. OZKAN, S.G., KUYUMCU, H.Z., 2006, *Zum Einfluss von Ultraschall auf die Steinkohleflotation*, Springer Bauverlag
- [41]. OZKAN, S.G., KUYUMCU, H.Z., 3-8 Eylül 2006, *Investigation of Effects of Ultrasonic Waves on Various Phases of Froth Flotation*, Proc. 23rd International Mineral Processing Congress, Vol 1, İstanbul
- [42]. OZKAN, S.G., KUYUMCU, H.Z., 6-7 Ekim 2005, *Application of Ultrasonics for Coal Flotation*, 4. Kolloquium Sortieren, Innovationen und Anwendungen, Technische Universität Berlin, Berlin
- [43]. OZKAN, S.G., KUYUMCU, H.Z., 2006, *Investigation of Effect of Ultrasound on Flotation of Hard Coal Slimes*, Zonguldak

7.EKLER

EK 1

Tablo 7.1 : Gazyağı ve çamyağının kullanıldığı şlamalı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon ürünleri : (a) kül uzaklaştırma (b) jyanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
149	Yüzen	95,90	97,96	7,50	734,67	90,45
	Batan	2,00	2,04	38,00	77,63	9,55
	Beslenen	97,90	100,00	8,12	812,30	100,00
185	Yüzen	96,40	98,07	7,90	774,73	92,19
	Batan	1,90	1,93	34,00	65,71	7,81
	Beslenen	98,30	100,00	8,40	840,45	100,00
221	Yüzen	95,50	98,05	8,30	813,81	93,29
	Batan	1,90	1,95	30,00	58,52	6,71
	Beslenen	97,40	100,00	8,72	872,33	100,00
257	Yüzen	96,60	98,77	7,70	760,55	93,79
	Batan	1,20	1,23	41,00	50,30	6,21
	Beslenen	97,80	100,00	8,11	810,85	100,00
293	Yüzen	97,00	98,78	7,40	730,95	94,03
	Batan	1,20	1,22	38,00	46,43	5,97
	Beslenen	98,20	100,00	7,77	777,39	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
149	Yüzen	95,90	97,96	7,50	734,69	98,62
	Batan	2,00	2,04	38,00	77,63	1,38
	Beslenen	97,90	100,00	8,12	812,31	100,00
185	Yüzen	96,40	98,07	7,90	774,73	98,61
	Batan	1,90	1,93	34,00	65,72	1,39
	Beslenen	98,30	100,00	8,40	840,45	100,00
221	Yüzen	95,50	98,05	8,30	813,81	98,50
	Batan	1,90	1,95	30,00	58,52	1,50
	Beslenen	97,40	100,00	8,72	872,33	100,00
257	Yüzen	96,60	98,77	7,70	760,55	99,21
	Batan	1,20	1,23	41,00	50,31	0,79
	Beslenen	97,80	100,00	8,11	810,86	100,00
293	Yüzen	97,00	98,78	7,40	730,96	99,18
	Batan	1,20	1,22	38,00	46,44	0,82
	Beslenen	98,20	100,00	7,77	777,40	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayırma Etkinliği (%)
		g	%			
149	Yüzen	95,90	97,96	7,50	734,68	8,18
	Batan	2,00	2,04	38,00	77,63	91,82
	Beslenen	97,90	100,00	8,12	812,31	100,00
185	Yüzen	96,40	98,07	7,90	774,73	6,43
	Batan	1,90	1,93	34,00	65,72	93,57
	Beslenen	98,30	100,00	8,40	840,45	100,00
221	Yüzen	95,50	98,05	8,30	813,81	5,21
	Batan	1,90	1,95	30,00	58,52	94,79
	Beslenen	97,40	100,00	8,72	872,33	100,00
257	Yüzen	96,60	98,77	7,70	760,55	5,42
	Batan	1,20	1,22	41,00	50,31	94,58
	Beslenen	97,80	100,00	8,11	810,86	100,00
293	Yüzen	97,00	98,78	7,40	730,96	5,15
	Batan	1,20	1,22	38,00	46,43	94,85
	Beslenen	98,20	100,00	7,77	777,39	100,00

(c)

7.2: Gazyağı ve çamyağının kullanıldığı şlamsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon ürünleri : (a) kül uzaklaştırma (b)yanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
149	Yüzen	84,80	88,52	4,69	415,15	76,50
	Batan	11,00	11,48	11,11	127,57	23,51
	Beslenen	95,80	100,00	5,43	542,72	100,00
185	Yüzen	87,80	89,96	5,28	474,98	74,31
	Batan	9,80	10,04	16,35	164,17	25,69
	Beslenen	97,60	100,00	6,39	639,15	100,00
221	Yüzen	93,60	94,74	5,57	527,68	87,10
	Batan	5,20	5,26	14,85	78,16	12,90
	Beslenen	98,80	100,00	6,06	605,84	100,00
257	Yüzen	94,50	96,23	5,58	536,98	81,63
	Batan	3,70	3,77	32,07	120,83	18,37
	Beslenen	98,20	100,00	6,58	657,81	100,00
293	Yüzen	94,4	96,82	5,52	534,45	85,24
	Batan	3,10	3,18	29,11	92,55	14,76
	Beslenen	97,5	100,00	6,27	627,00	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
149	Yüzen	84,80	88,52	4,69	415,15	89,21
	Batan	11,00	11,48	11,11	127,57	10,79
	Beslenen	95,80	100,00	5,43	542,72	100,00
185	Yüzen	87,80	89,96	5,28	474,98	91,03
	Batan	9,80	10,04	16,35	164,17	8,97
	Beslenen	97,60	100,00	6,39	639,15	100,00
221	Yüzen	93,60	94,74	5,57	527,68	95,23
	Batan	5,20	5,26	14,85	78,16	4,77
	Beslenen	98,80	100,00	6,06	605,84	100,00
257	Yüzen	94,50	96,23	5,58	536,98	97,26
	Batan	3,70	3,77	32,07	120,83	2,74
	Beslenen	98,20	100,00	6,58	657,81	100,00
293	Yüzen	94,40	96,82	5,52	534,45	97,60
	Batan	3,10	3,18	29,11	92,55	2,40
	Beslenen	97,50	100,00	6,27	627,00	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayırma Etkinliği (%)
		g	%			
149	Yüzen	84,80	88,52	4,69	415,15	12,71
	Batan	11,00	11,48	11,11	127,57	87,29
	Beslenen	95,80	100,00	5,43	542,72	100,00
185	Yüzen	87,80	89,96	5,28	474,98	16,71
	Batan	9,80	10,04	16,35	164,17	83,29
	Beslenen	97,60	100,00	6,39	639,15	100,00
221	Yüzen	93,60	94,74	5,57	527,68	8,13
	Batan	5,20	5,26	14,85	78,16	91,87
	Beslenen	98,80	100,00	6,06	605,84	100,00
257	Yüzen	94,50	96,23	5,58	536,98	15,63
	Batan	3,70	3,77	32,07	120,83	84,37
	Beslenen	98,20	100,00	6,58	657,81	100,00
293	Yüzen	94,40	96,82	5,52	534,45	12,36
	Batan	3,10	3,18	29,11	92,55	87,64
	Beslenen	97,50	100,00	6,27	627,00	100,00

(c)

Tablo 7.3 : Montanol 531'in kullanıldığı şamlı Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon ürünleri: (a) kül uzaklaştırma (b) yanalabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
128	Yüzen	96,30	98,87	6,70	662,43	92,87
	Batan	1,10	1,13	45,00	50,82	7,13
	Beslenen	97,40	100,00	7,13	713,25	100,00
144	Yüzen	97,00	99,28	7,10	704,91	95,53
	Batan	0,70	0,72	46,00	32,96	4,47
	Beslenen	97,70	100,00	7,38	737,87	100,00
160	Yüzen	97,30	99,29	7,30	724,79	96,67
	Batan	0,70	0,71	35,00	25,00	3,33
	Beslenen	98,00	100,00	7,49	749,79	100,00
176	Yüzen	97,80	99,29	7,00	695,03	95,14
	Batan	0,70	0,71	50,00	35,53	4,86
	Beslenen	98,50	100,00	7,30	730,56	100,00
192	Yüzen	97,20	99,28	6,60	655,28	94,34
	Batan	0,70	0,72	55,00	39,33	5,66
	Beslenen	97,90	100,00	6,95	694,61	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
149	Yüzen	96,30	98,87	6,7	662,43	99,33
	Batan	1,10	1,13	45	50,82	0,67
	Beslenen	97,40	100	7,133	713,25	100
185	Yüzen	97,00	99,28	7,10	704,91	99,58
	Batan	0,70	0,72	46,00	32,96	0,42
	Beslenen	97,70	100,00	7,38	737,87	100,00
221	Yüzen	97,30	99,29	7,30	724,80	99,50
	Batan	0,70	0,71	35,00	25,00	0,50
	Beslenen	98,00	100,00	7,50	749,80	100,00
257	Yüzen	97,80	99,29	7,00	695,03	99,62
	Batan	0,70	0,71	50,00	35,53	0,38
	Beslenen	98,50	100,00	7,31	730,56	100,00
293	Yüzen	97,20	99,28	6,60	655,28	99,65
	Batan	0,70	0,72	55,00	39,33	0,35
	Beslenen	97,90	100,00	6,95	694,61	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayırma Etkinliği (%)
		g	%			
149	Yüzen	96,30	98,87	6,70	662,43	6,46
	Batan	1,10	1,13	45,00	50,82	93,54
	Beslenen	97,40	100,00	7,13	713,25	100,00
185	Yüzen	97,00	99,28	7,10	704,91	4,05
	Batan	0,70	0,72	46,00	32,958	95,95
	Beslenen	97,70	100,00	7,38	737,87	100,00
221	Yüzen	97,30	99,29	7,30	724,8	2,83
	Batan	0,70	0,71	35,00	25,00	97,17
	Beslenen	98,00	100,00	7,498	749,8	100,00
257	Yüzen	97,80	99,29	7,00	695,03	4,48
	Batan	0,70	0,71	50,00	35,53	95,52
	Beslenen	98,50	100,00	7,31	730,56	100,00
293	Yüzen	97,80	99,29	6,60	655,31	5,29
	Batan	0,70	0,71	55,00	39,09	94,71
	Beslenen	98,50	100,00	6,94	694,40	100,00

(c)

Tablo 7.4 : Montanol 531'in kullanıldığı şımsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon ürünleri : (a) kül uzaklaştırma (b)yanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
128	Yüzen	97,10	98,18	5,98	587,12	89,74
	Batan	1,80	1,82	36,9	67,16	10,26
	Beslenen	98,90	100,00	6,54	654,28	100,00
144	Yüzen	98,00	98,59	5,49	541,27	88,85
	Batan	1,40	1,41	48,21	67,90	11,15
	Beslenen	99,40	100,00	6,09	609,17	100,00
160	Yüzen	96,40	97,97	6,42	628,95	87,94
	Batan	2,00	2,03	42,44	86,26	12,06
	Beslenen	98,40	100,00	7,15	715,21	100,00
176	Yüzen	95,80	97,16	6,80	660,69	89,95
	Batan	2,80	2,84	26,00	73,83	10,05
	Beslenen	98,60	100,00	7,35	734,52	100,00
192	Yüzen	98,00	98,59	5,08	500,85	86,23
	Batan	1,40	1,41	56,78	79,97	13,77
	Beslenen	99,40	100,00	5,81	580,82	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
149	Yüzen	97,10	98,18	5,98	587,12	98,77
	Batan	1,80	1,82	36,90	67,16	1,23
	Beslenen	98,90	100,00	6,54	654,28	100,00
185	Yüzen	98,00	98,59	5,49	541,27	99,22
	Batan	1,40	1,41	48,21	67,90	0,78
	Beslenen	99,40	100,00	6,09	609,17	100,00
221	Yüzen	96,40	97,97	6,42	628,95	98,74
	Batan	2,00	2,03	42,44	86,26	1,26
	Beslenen	98,40	100,00	7,15	715,21	100,00
257	Yüzen	95,80	97,16	6,80	660,69	89,95
	Batan	2,80	2,84	26,00	73,83	10,05
	Beslenen	98,60	100,00	7,35	734,52	100,00
293	Yüzen	98,00	98,59	5,08	500,85	99,35
	Batan	1,40	1,41	56,78	79,97	0,65
	Beslenen	99,40	100,00	5,81	580,82	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayırma Etkinliği (%)
		g	%			
149	Yüzen	97,10	98,18	5,98	587,12	9,04
	Batan	1,80	1,82	36,90	67,16	90,96
	Beslenen	98,90	100	6,54	654,28	100,00
185	Yüzen	98,00	98,59	5,49	541,27	10,37
	Batan	1,40	1,41	48,21	67,90	89,63
	Beslenen	99,40	100,00	6,09	609,17	100,00
221	Yüzen	96,40	97,97	6,42	628,95	10,80
	Batan	2,00	2,03	42,44	86,26	89,20
	Beslenen	98,40	100,00	7,15	715,21	100,00
257	Yüzen	95,80	97,16	6,80	660,69	7,78
	Batan	2,80	2,84	26,00	73,83	92,22
	Beslenen	98,60	100,00	7,35	734,52	100,00
293	Yüzen	98,00	98,59	5,08	500,85	13,12
	Batan	1,40	1,41	56,78	79,97	86,88
	Beslenen	99,40	100,00	5,81	580,82	100,00

(c)

Tablo 7.5 : Ekofol 440'ın kullanıldığı şlamli Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon ürünleri:
(a) kül uzaklaştırma (b)yanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
160	Yüzen	98,50	98,99	3,20	316,78	87,51
	Batan	1,00	1,01	45,00	45,23	12,49
	Beslenen	99,50	100,00	3,62	362,01	100,00
180	Yüzen	97,70	99,19	3,15	312,44	88,09
	Batan	0,80	0,81	52,00	42,23	11,91
	Beslenen	98,50	100,00	3,55	354,68	100,00
200	Yüzen	98,60	99,50	3,10	308,44	89,99
	Batan	0,50	0,50	68,00	34,31	10,01
	Beslenen	99,10	100,00	3,43	342,74	100,00
220	Yüzen	98,00	99,59	3,05	303,76	91,43
	Batan	0,40	0,41	70	28,46	8,57
	Beslenen	98,40	100	3,32	332,22	100,00
240	Yüzen	98,00	99,69	3,00	299,08	92,89
	Batan	0,30	0,31	75,00	22,89	7,11
	Beslenen	98,30	100,00	3,22	321,97	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
160	Yüzen	98,50	98,99	3,20	316,78	99,43
	Batan	1,00	1,01	45,00	45,23	0,57
	Beslenen	99,50	100,00	3,62	362,01	100,00
180	Yüzen	97,70	99,19	3,15	312,44	99,60
	Batan	0,80	0,81	52,00	42,23	0,40
	Beslenen	98,50	100,00	3,55	354,68	100,00
200	Yüzen	98,60	99,50	3,10	308,44	99,83
	Batan	0,50	0,50	68,00	34,31	0,17
	Beslenen	99,10	100,00	3,43	342,74	100,00
220	Yüzen	98,00	99,59	3,05	303,76	99,87
	Batan	0,40	0,41	70,00	28,46	0,13
	Beslenen	98,40	100,00	3,32	332,22	100,00
240	Yüzen	94,50	96,23	5,58	536,98	97,26
	Batan	3,70	3,77	32,07	120,83	2,74
	Beslenen	98,20	100,00	6,58	657,81	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayırma Etkinliği (%)
		g	%			
160	Yüzen	98,50	98,99	3,20	316,78	11,92
	Batan	1,00	1,01	45,00	45,22	88,08
	Beslenen	99,50	100,00	3,62	362,01	100,00
180	Yüzen	97,70	99,19	3,15	312,44	11,50
	Batan	0,80	0,81	52,00	42,23	88,50
	Beslenen	98,50	100,00	3,55	354,68	100,00
200	Yüzen	98,60	99,50	3,1	308,44	9,84
	Batan	0,50	0,50	68,00	34,39	90,16
	Beslenen	99,10	100,00	3,43	342,74	100,00
220	Yüzen	98,00	99,59	3,05	303,76	8,44
	Batan	0,40	0,41	70,00	28,45	91,56
	Beslenen	98,40	100,00	3,32	332,21	100,00
240	Yüzen	98,00	99,69	3,00	299,08	7,03
	Batan	0,30	0,31	75,00	22,89	92,97
	Beslenen	98,30	100,00	3,22	321,97	100,00

(c)

Tablo 7.6 : Ekofol 440 'ın kullanıldığı şımsız Zonguldak-Armutçuk numunesi kesikli flotasyon ürünleri : (a) kül uzaklaştırma (b)yanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
160	Yüzen	97,50	99,00	3,10	316,78	87,51
	Batan	1,10	1,00	44,00	45,23	12,49
	Beslenen	99,50	100,00	3,62	362,01	100,00
180	Yüzen	97,00	99,19	3,05	312,44	88,09
	Batan	1,50	0,81	48,00	42,23	11,91
	Beslenen	98,50	100,00	3,55	354,68	100,00
200	Yüzen	97,00	99,50	3,00	308,44	89,99
	Batan	1,60	0,50	58,00	34,31	10,01
	Beslenen	99,10	100,00	3,43	342,74	100,00
220	Yüzen	97,30	99,59	2,90	303,76	91,43
	Batan	1,10	0,41	65,00	28,46	8,57
	Beslenen	98,40	100,00	3,32	332,21	100,00
240	Yüzen	97,00	99,69	2,85	299,08	92,89
	Batan	1,10	0,31	69,00	22,89	7,11
	Beslenen	98,30	100,00	3,22	321,97	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
160	Yüzen	97,50	97,96	3,10	303,67	98,81
	Batan	1,10	2,04	44,00	89,89	1,19
	Beslenen	97,90	100,00	3,94	393,55	100,00
180	Yüzen	97,30	98,07	3,05	299,1	98,95
	Batan	1,10	1,93	48,00	92,78	1,05
	Beslenen	98,30	100,00	3,92	391,88	100,00
200	Yüzen	97,00	98,05	2,90	284,34	99,29
	Batan	1,10	1,95	65,00	126,80	0,71
	Beslenen	97,40	100,00	4,11	411,14	100,00
220	Yüzen	96,60	98,77	2,90	286,4	99,55
	Batan	1,20	1,23	65,00	79,75	0,45
	Beslenen	97,80	100,00	3,66	366,20	100,00
240	Yüzen	97,00	98,78	2,85	281,52	99,61
	Batan	1,20	1,22	69,00	84,32	0,39
	Beslenen	98,20	100,00	3,66	365,84	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayrırma Etkinliği (%)
		g	%			
160	Yüzen	97,50	97,96	3,10	303,67	21,65
	Batan	1,10	2,04	44,00	89,89	78,35
	Beslenen	97,90	100,00	3,94	393,55	100,00
180	Yüzen	97,30	98,07	3,05	299,10	22,63
	Batan	1,10	1,93	48,00	92,78	77,37
	Beslenen	98,30	100,00	3,92	391,88	100,00
200	Yüzen	97,00	98,05	3,00	294,15	26,93
	Batan	1,10	1,95	58,00	113,14	73,07
	Beslenen	97,40	100,00	4,07	407,29	100,00
220	Yüzen	96,60	98,77	2,90	286,44	21,33
	Batan	1,20	1,22	65,00	79,75	78,67
	Beslenen	97,80	100,00	3,66	366,20	100,00
240	Yüzen	97,00	98,78	2,85	281,52	22,65
	Batan	1,20	1,22	69,000	84,32	77,35
	Beslenen	98,20	100,00	3,66	365,84	100,00

(c)

Tablo 7.7 : Gazyağı ve çamyağının kullanıldığı şamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon ürünleri:
(a) kül uzaklaştırma (b)yanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
149	Yüzen	26,50	34,96	26,00	908,97	34,11
	Batan	49,30	65,04	27,00	1756,07	65,89
	Beslenen	75,80	100,00	26,65	2665,04	100,00
185	Yüzen	31,30	37,35	28,00	1045,82	36,53
	Batan	52,50	62,65	29,00	1816,83	63,47
	Beslenen	83,80	100,00	28,63	2862,65	100,00
221	Yüzen	36,50	47,34	33,00	1562,26	46,60
	Batan	40,60	52,66	34,00	1790,40	53,40
	Beslenen	77,10	100,00	33,53	3352,66	100,00
257	Yüzen	39,60	53,66	30,00	1609,76	51,28
	Batan	34,20	46,34	33,00	1529,27	48,72
	Beslenen	73,80	100,00	31,39	3139,02	100,00
293	Yüzen	43,00	54,43	24,00	1306,33	52,43
	Batan	36,00	45,57	26,00	1184,81	47,56
	Beslenen	79,00	100,00	18,08	2491,14	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
149	Yüzen	26,50	34,96	26,00	908,97	35,27
	Batan	49,30	65,04	27,00	1756,07	64,73
	Beslenen	75,80	100,00	26,65	2665,04	100,00
185	Yüzen	31,30	37,35	28,00	1045,82	37,68
	Batan	52,50	62,65	29,00	1816,83	62,32
	Beslenen	83,80	100,00	28,63	2862,65	100,00
221	Yüzen	36,50	47,34	33,00	1562,26	47,72
	Batan	40,60	52,66	34,00	1790,40	52,28
	Beslenen	77,10	100,00	33,53	3352,66	100,00
257	Yüzen	39,60	53,66	30,00	1609,76	54,75
	Batan	34,20	46,34	33,00	1529,27	45,25
	Beslenen	73,80	100,00	31,39	3139,02	100,00
293	Yüzen	43,00	54,43	24,00	1306,33	55,10
	Batan	36,00	45,57	26,00	1184,81	44,10
	Beslenen	79,00	100,00	18,05	2491,14	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayrırma Etkinliği (%)
		g	%			
149	Yüzen	26,50	34,96	26,00	908,97	1,16
	Batan	49,30	65,04	27,00	1756,07	98,84
	Beslenen	75,80	100,00	26,65	2665,04	100,00
185	Yüzen	31,30	37,35	28,00	1045,82	1,15
	Batan	52,50	62,65	29,00	1816,83	98,85
	Beslenen	83,80	100,00	28,63	2862,65	100,00
221	Yüzen	36,50	47,34	33,00	1562,26	1,12
	Batan	40,60	52,66	34,00	1790,4	98,88
	Beslenen	77,10	100,00	33,53	3352,66	100,00
257	Yüzen	39,60	53,66	30,00	1609,76	3,46
	Batan	34,20	46,34	33,00	1529,27	96,54
	Beslenen	73,80	100,00	31,39	3139,02	100,00
293	Yüzen	43,00	54,43	24,00	1306,33	52,44
	Batan	36,00	45,57	26,00	1184,26	47,56
	Beslenen	79,00	100,00	18,08	2491,59	100,00

(c)

Tablo 7.8: Montanol 531'in kullanıldığı şıamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon ürünleri : (a) kül uzaklaştırma (b) yanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
128	Yüzen	32,60	40,80	26,00	1060,83	37,40
	Batan	47,30	59,20	30,00	1775,97	62,60
	Beslenen	79,90	100,00	28,37	2836,80	100,00
144	Yüzen	33,40	42,28	27,00	1141,52	39,73
	Batan	45,60	57,72	30,00	1731,65	60,27
	Beslenen	79,00	100,00	28,73	2873,17	100,00
160	Yüzen	29,60	40,66	30,00	1219,78	39,11
	Batan	43,20	59,34	32,00	1898,90	60,89
	Beslenen	72,80	100,00	31,19	3118,68	100,00
176	Yüzen	27,60	33,91	27,00	915,48	29,56
	Batan	53,80	66,09	33,00	2181,08	70,44
	Beslenen	81,40	100,00	30,97	3096,56	100,00
192	Yüzen	33,30	45,24	23,00	1040,63	39,59
	Batan	40,30	54,76	29,00	1587,91	60,41
	Beslenen	73,60	100,00	26,29	2628,53	100,00

(a)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
149	Yüzen	32,60	40,80	26,00	1060,83	42,15
	Batan	47,30	59,20	30,00	1775,97	57,85
	Beslenen	79,90	100,00	28,36	2836,80	100,00
185	Yüzen	33,40	42,28	27,00	1141,52	43,31
	Batan	45,60	57,72	30,00	1731,65	56,69
	Beslenen	79,00	100,00	28,73	2873,17	100,00
221	Yüzen	29,60	40,66	30,00	1219,78	41,36
	Batan	43,20	59,34	32,00	1898,9	58,64
	Beslenen	72,80	100,00	31,19	3118,68	100,00
257	Yüzen	27,60	33,91	27,00	915,48	35,85
	Batan	53,80	66,09	33,00	2181,08	64,15
	Beslenen	81,40	100,00	30,97	3096,56	100,00
293	Yüzen	33,30	45,24	23,00	1040,63	47,26
	Batan	40,30	54,76	29,00	1587,91	52,74
	Beslenen	73,60	100,00	26,29	2628,53	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayırma Etkinliği (%)
		g	%			
149	Yüzen	32,60	40,80	26,00	1060,83	4,75
	Batan	47,30	59,20	30,00	1775,97	95,25
	Beslenen	79,90	100,00	28,37	2836,80	100,00
185	Yüzen	33,40	42,28	27,00	1141,52	3,58
	Batan	45,60	57,72	30,00	1731,65	96,42
	Beslenen	79,00	100,00	28,73	2873,17	100,00
221	Yüzen	29,60	40,66	30,00	1219,78	2,25
	Batan	43,20	59,34	32,00	1898,90	97,75
	Beslenen	72,80	100,00	31,19	3118,68	100,00
257	Yüzen	27,60	33,91	27,00	915,48	6,29
	Batan	53,80	66,09	33,00	2181,08	93,71
	Beslenen	81,40	100,00	30,97	3096,56	100,00
293	Yüzen	33,30	45,24	23,00	1040,63	7,67
	Batan	40,30	54,76	29,00	1587,91	92,33
	Beslenen	73,60	100,00	26,29	2628,53	100,00

(c)

Tablo 7.9 : Ekofol 440'ın kullanıldığı şamlı Afşin-Elbistan numunesi kesikli flotasyon ürünleri : (a) kül uzaklaştırma (b) jyanabilir verim ve (c) ayırma etkinliği yüzdeleri

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Kül Uzaklaştırma Verimi (%)
		g	%			
160	Yüzen	32,10	42,86	17,00	728,57	40,16
	Batan	42,80	57,14	19,00	1085,71	59,84
	Beslenen	74,90	100,00	18,14	1814,29	100,00
180	Yüzen	35,50	45,92	28,00	1285,90	45,05
	Batan	41,80	54,08	29,00	1568,18	54,95
	Beslenen	77,30	100,00	28,54	2854,08	100,00
200	Yüzen	43,20	53,93	30,00	1617,98	53,12
	Batan	36,90	46,07	31,00	1428,09	46,88
	Beslenen	80,10	100,00	30,46	3046,07	100,00
220	Yüzen	39,60	52,94	25,00	1323,53	50,11
	Batan	35,20	47,06	28,00	1317,65	49,89
	Beslenen	74,80	100	26,41	2641,18	100,00
240	Yüzen	54,80	57,02	24,00	1368,57	52,34
	Batan	41,30	42,98	29,00	1246,31	47,66
	Beslenen	96,10	100,00	26,15	2614,88	100,00

(a)

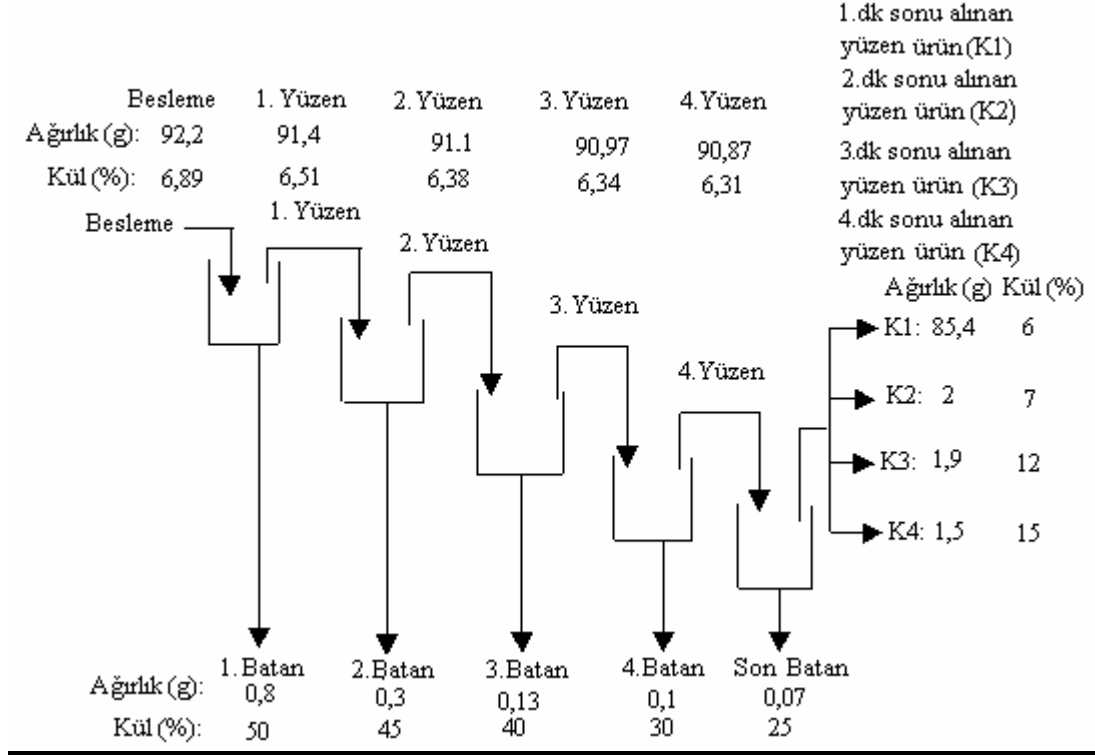
Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Yanabilir Verim (%)
		g	%			
160	Yüzen	32,10	42,86	17,00	693,62	41,39
	Batan	42,80	57,14	19,00	1124,78	58,61
	Beslenen	74,90	100,00	18,18	1818,40	100,00
180	Yüzen	35,50	4,28	28,00	1183,80	42,62
	Batan	41,80	57,72	29,00	1673,92	57,38
	Beslenen	77,30	100,00	28,58	2857,72	100,00
200	Yüzen	43,20	53,93	30,00	1617,98	54,29
	Batan	36,90	46,07	31,00	1428,09	45,71
	Beslenen	80,10	100,00	30,46	3046,07	100,00
220	Yüzen	39,60	40,66	25,00	1016,48	41,65
	Batan	35,20	59,34	28,00	1661,54	58,35
	Beslenen	74,80	100,00	26,41	2678,02	100,00
240	Yüzen	54,80	57,02	24,00	1368,57	58,68
	Batan	41,30	42,98	29,00	1246,31	41,31
	Beslenen	96,10	100,00	26,15	2614,88	100,00

(b)

Reaktif Miktarı (g/t)	Ürünler	Ağırlık		Kül (%)	İçerik (%)	Ayırma Etkinliği (%)
		g	%			
160	Yüzen	32,10	42,86	17,00	728,57	3,30
	Batan	42,80	57,14	19,00	1085,71	96,70
	Beslenen	74,90	100,00	18,14	1814,28	100,00
180	Yüzen	35,50	45,92	28,00	1285,90	1,28
	Batan	41,80	54,08	29,00	1568,18	98,78
	Beslenen	77,30	100,00	28,54	2854,08	100,00
200	Yüzen	43,20	53,93	30,00	1617,98	1,17
	Batan	36,90	46,07	31,00	1428,08	98,83
	Beslenen	80,10	100,00	30,46	3046,07	100,00
220	Yüzen	39,60	52,94	25,00	1323,53	3,85
	Batan	35,20	47,06	28,00	1317,65	96,15
	Beslenen	74,80	100,00	26,41	2641,18	100,00
240	Yüzen	54,80	57,02	24,00	1368,57	6,35
	Batan	41,30	42,98	29,00	1246,31	93,65
	Beslenen	96,10	100,00	26,15	2614,88	100,00

(c)

Ek 2



Şekil 7.1 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.10 : Şamlı Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait % yanabilir verim tabloları

1.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	91,40	99,13	6,51	645,50	99,53
Batan	0,80	0,87	50,00	43,38	0,47
Beslenen	92,20	100,00	6,89	688,88	100,00

2.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	91,10	99,67	6,38	636,38	99,81
Batan	0,30	0,33	45,00	14,77	0,19
Beslenen	91,40	100,00	6,51	651,15	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	90,97	99,86	6,34	632,77	99,91
Batan	0,13	0,14	40,00	5,71	0,09
Beslenen	91,10	100,00	6,38	638,47	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	90,87	99,89	6,31	630,37	99,92
Batan	0,10	0,11	30,00	3,30	0,08
Beslenen	90,97	100,00	6,34	633,67	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	90,80	99,92	6,30	629,14	99,94
Batan	0,07	0,08	25,00	1,93	0,06
Beslenen	90,87	100,00	6,31	631,07	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	85,40	92,62	6,00	555,75	93,53
Batan	6,80	7,38	18,40	135,73	6,47
Beslenen	92,2	100,00	6,91	691,48	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

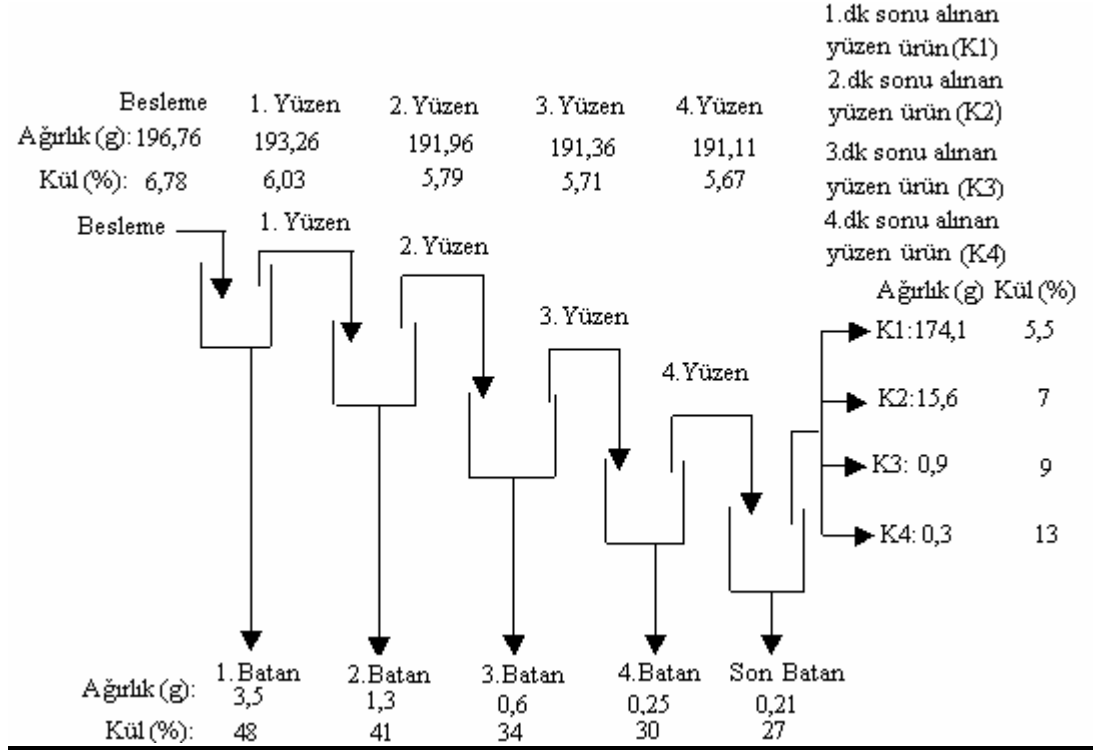
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	87,40	94,79	6,02	570,93	95,69
Batan	4,80	5,21	22,99	119,70	4,31
Beslenen	92,20	100,00	6,91	690,63	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	89,30	96,85	6,15	595,66	97,62
Batan	2,90	3,15	29,64	93,22	2,38
Beslenen	92,20	100,00	6,89	688,88	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	90,80	98,48	6,30	620,07	99,11
Batan	1,40	1,52	45,32	68,82	0,89
Beslenen	92,20	100,00	6,89	688,88	100,00



Şekil 7.11 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.11 : Şlamsız Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	193,26	98,22	6,03	592,41	99,01
Batan	3,50	1,78	48,00	85,38	0,99
Beslenen	196,76	100,00	6,78	677,79	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	191,96	99,33	5,79	575,56	99,58
Batan	1,30	0,67	41,00	27,58	0,42
Beslenen	193,26	100,00	6,03	603,14	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	191,36	99,69	5,71	568,83	99,78
Batan	0,60	0,31	34,00	10,63	0,22
Beslenen	191,96	100,00	5,79	579,45	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	191,11	99,87	5,67	566,69	99,92
Batan	0,25	0,13	42,15	5,51	0,08
Beslenen	191,36	100,00	5,72	572,20	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	190,90	99,89	5,65	564,47	99,91
Batan	0,21	0,11	27,00	2,97	0,09
Beslenen	191,11	100,00	5,67	567,43	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	174,10	88,48	5,50	486,66	89,75
Batan	22,66	11,52	17,05	196,33	10,25
Beslenen	196,76	100,00	6,83	682,99	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

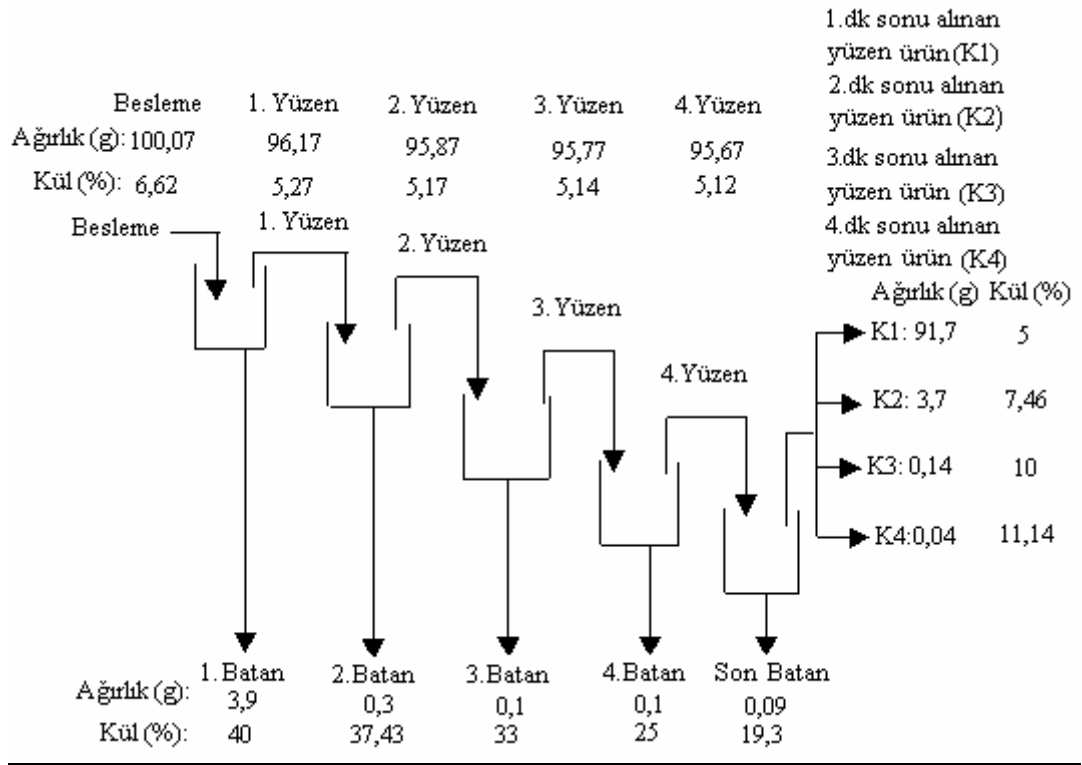
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	189,70	96,41	5,62	542,16	97,65
Batan	7,06	3,59	38,96	139,79	2,35
Beslenen	196,76	100,00	6,82	681,95	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	190,60	96,87	5,64	546,27	98,05
Batan	6,160	3,13	42,01	131,52	1,95
Beslenen	196,76	100,00	6,78	677,79	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	190,90	97,02	5,65	548,26	98,19
Batan	5,86	2,98	43,49	129,53	1,81
Beslenen	196,76	100,00	6,78	677,79	100,00



Şekil 7.3 : Mikrodalga ön işlemlili şlamlı Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.12 : Mikrodalga ön işlemlili şlamlı Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verimi, %
Yüzen	96,17	96,10	5,27	506,36	97,50
Batan	3,90	3,90	40,00	155,89	2,50
Beslenen	100,07	100,00	6,62	662,25	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	95,87	99,69	5,17	515,22	99,79
Batan	0,30	0,31	37,43	11,68	0,21
Beslenen	96,17	100,00	5,27	526,89	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	95,77	99,90	5,14	513,39	99,93
Batan	0,10	0,10	33,00	3,44	0,07
Beslenen	95,87	100,00	5,17	516,83	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	95,67	99,90	5,12	511,31	99,92
Batan	0,10	0,10	25,00	2,61	0,08
Beslenen	95,77	100,00	5,14	513,92	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	95,58	99,91	5,11	510,03	99,92
Batan	0,09	0,09	19,30	1,82	0,08
Beslenen	95,67	100,00	5,12	511,85	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	91,70	91,64	5,00	458,18	93,25
Batan	8,37	8,36	24,69	206,54	6,75
Beslenen	100,07	100,00	6,65	664,72	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

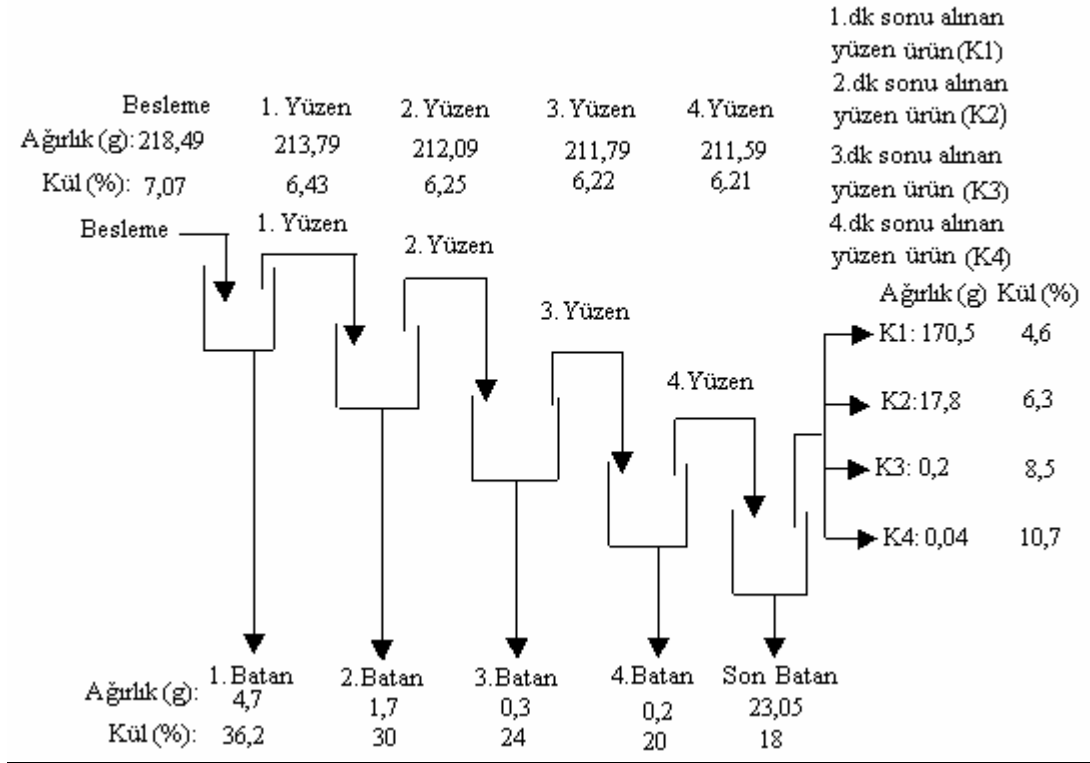
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	95,40	95,33	5,10	485,76	96,93
Batan	4,67	4,67	38,56	179,96	3,07
Beslenen	100,07	100,00	6,66	665,72	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	95,54	95,47	5,10	487,16	97,03
Batan	4,53	4,53	38,68	175,09	2,97
Beslenen	100,07	100,00	6,62	662,25	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	95,58	95,51	5,11	487,61	97,07
Batan	4,49	4,49	38,92	174,64	2,93
Beslenen	100,07	100,00	6,62	662,25	100,00



Şekil 7.4 : Mikrodalga ön işlemlili şılsız Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli

flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.13 : Mikrodalga ön işlemlili şılsız Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	213,79	97,85	6,43	629,63	98,52
Batan	4,70	2,15	36,20	77,87	1,48
Beslenen	218,49	100,00	7,07	707,50	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	212,09	99,20	6,25	619,61	99,41
Batan	1,70	0,80	30,00	23,86	0,59
Beslenen	213,79	100,00	6,43	643,47	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	211,79	99,86	6,22	621,18	99,89
Batan	0,30	0,14	24,00	3,39	0,11
Beslenen	212,09	100,00	6,25	624,58	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	211,59	99,91	6,21	620,17	99,94
Batan	0,20	0,09	42,15	3,98	0,06
Beslenen	211,79	100,00	6,24	624,16	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	188,54	89,11	4,77	424,67	90,48
Batan	23,05	10,89	18,00	196,09	9,52
Beslenen	211,59	100,00	6,21	620,76	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	170,50	78,04	4,60	358,96	80,13
Batan	47,99	21,96	15,97	350,72	19,87
Beslenen	218,49	100,00	7,10	709,69	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

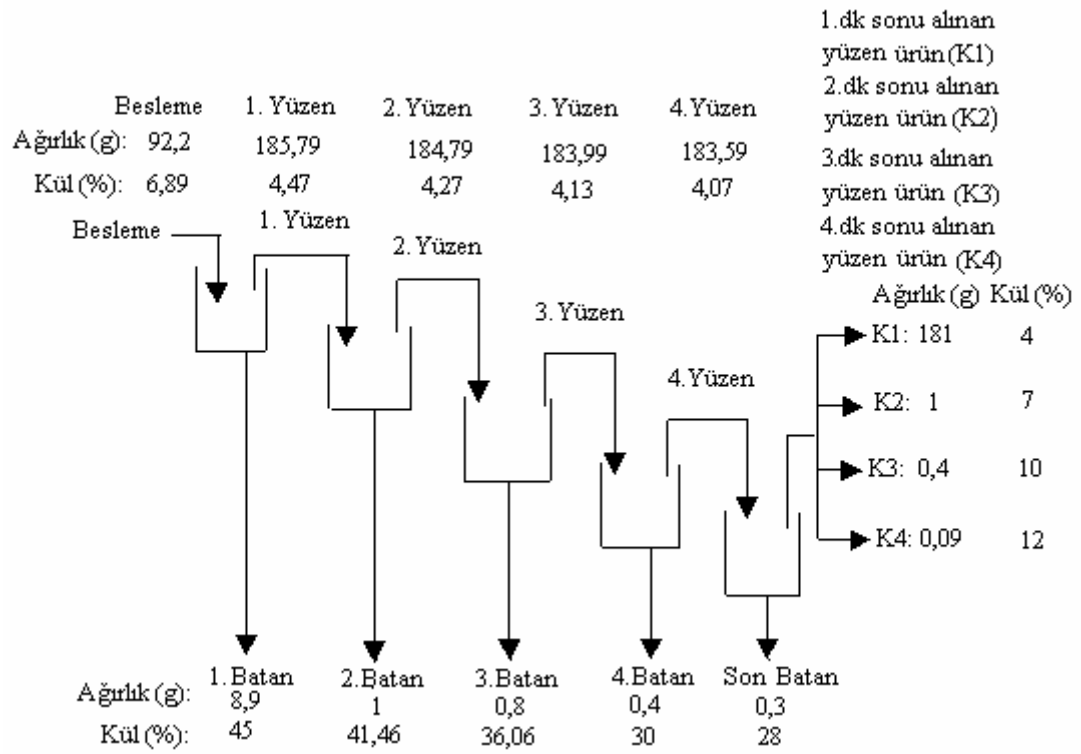
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	188,30	86,18	4,76	410,29	98,50
Batan	30,19	13,82	90,95	1256,68	1,50
Beslenen	218,49	100,00	16,67	1666,97	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	188,50	86,27	4,76	411,07	88,42
Batan	29,99	13,73	21,6	296,43	11,58
Beslenen	218,49	100,00	7,07	707,50	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	188,54	86,29	4,77	411,26	88,44
Batan	29,95	13,71	21,61	296,23	11,56
Beslenen	218,49	100,00	7,07	707,50	100,00



Şekil 7.5 : Ultrason ön işlemlili şlamlı Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine

ait akım şeması

Tablo 7.14 : Ultrason ön işlemlili şlamlı Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	185,79	95,43	4,47	426,31	97,32
Batan	8,90	4,57	45,00	205,71	2,68
Beslenen	194,69	100,00	6,30	632,02	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	184,79	99,46	4,27	424,42	99,67
Batan	1,00	0,54	41,46	22,32	0,33
Beslenen	185,79	100,00	4,47	446,73	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	183,99	99,57	4,13	411,10	99,71
Batan	0,80	0,43	36,06	15,61	0,29
Beslenen	184,79	100,00	4,27	426,72	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	183,59	99,78	4,07	406,37	99,87
Batan	0,40	0,22	42,15	9,16	0,13
Beslenen	183,99	100,00	4,16	415,53	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	183,29	99,84	4,03	402,68	99,88
Batan	0,30	0,16	28,00	4,58	0,12
Beslenen	183,59	100,00	4,07	407,26	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	181,80	93,38	4,00	373,52	95,87
Batan	12,89	6,62	41,63	275,61	4,13
Beslenen	194,69	100,00	6,49	649,13	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

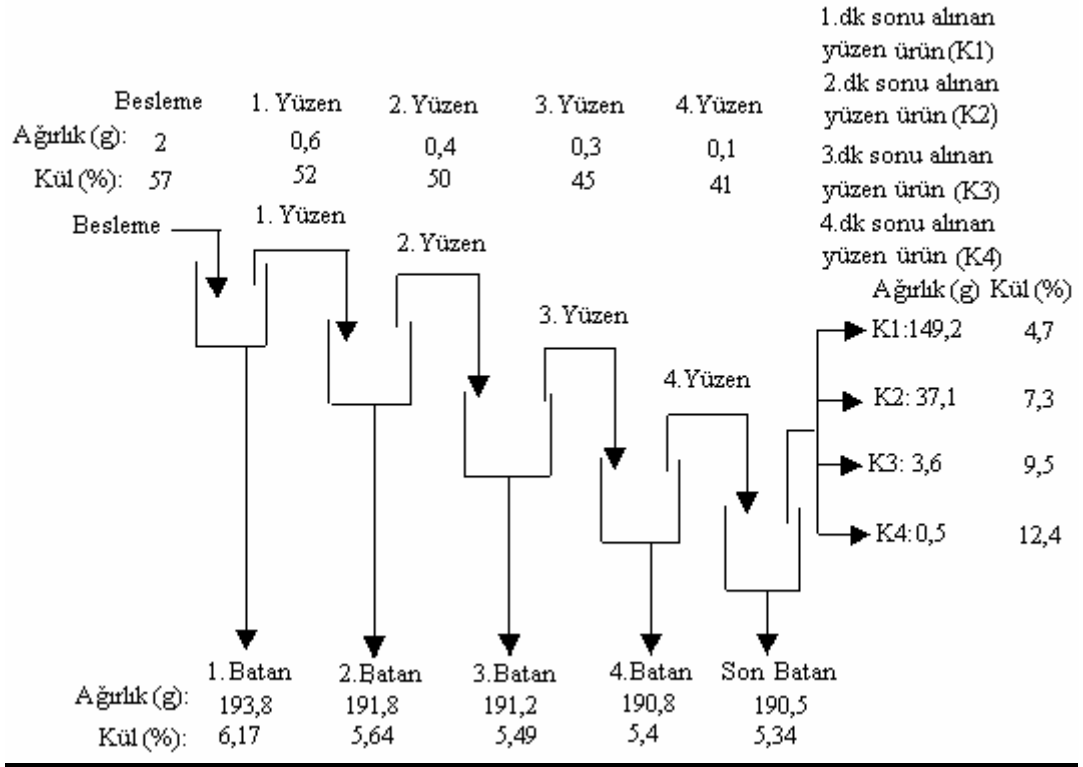
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	182,80	93,89	4,02	377,11	96,27
Batan	11,89	6,11	42,82	261,51	3,73
Beslenen	194,69	100,00	6,39	638,62	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	183,20	94,10	4,03	379,17	96,40
Batan	11,49	5,90	42,84	252,86	3,60
Beslenen	194,69	100,00	6,32	632,02	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	183,29	94,14	4,03	379,72	96,44
Batan	11,40	5,86	43,09	252,3	3,56
Beslenen	194,69	100,00	6,32	632,02	100,00



Şekil 7.6 : Ultrason ön işlemlili şlamsız Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon

ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.15 : Ultrason ön işlemlili şlamsız Zonguldak-Armutçuk bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	191,80	98,97	5,64	557,93	99,53
Batan	2,00	1,03	57,00	58,82	0,47
Beslenen	193,80	100,00	6,17	616,75	100,00

2.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	191,20	99,69	5,49	547,48	99,84
Batan	0,60	0,31	52,00	16,27	0,16
Beslenen	191,80	100,00	5,64	563,75	100,00

3.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	190,80	99,79	5,40	538,74	99,89
Batan	0,40	0,21	50,00	10,46	0,11
Beslenen	191,20	100,00	5,49	549,20	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	190,50	99,84	5,34	532,79	99,90
Batan	0,30	0,16	42,15	6,63	0,10
Beslenen	190,80	100,00	5,39	539,42	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	190,40	99,95	5,32	531,48	99,97
Batan	0,10	0,05	41,00	2,15	0,03
Beslenen	190,50	100,00	5,34	533,63	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	149,20	76,99	4,70	361,84	78,21
Batan	44,60	23,01	11,18	257,22	21,79
Beslenen	193,80	100,00	6,19	619,06	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

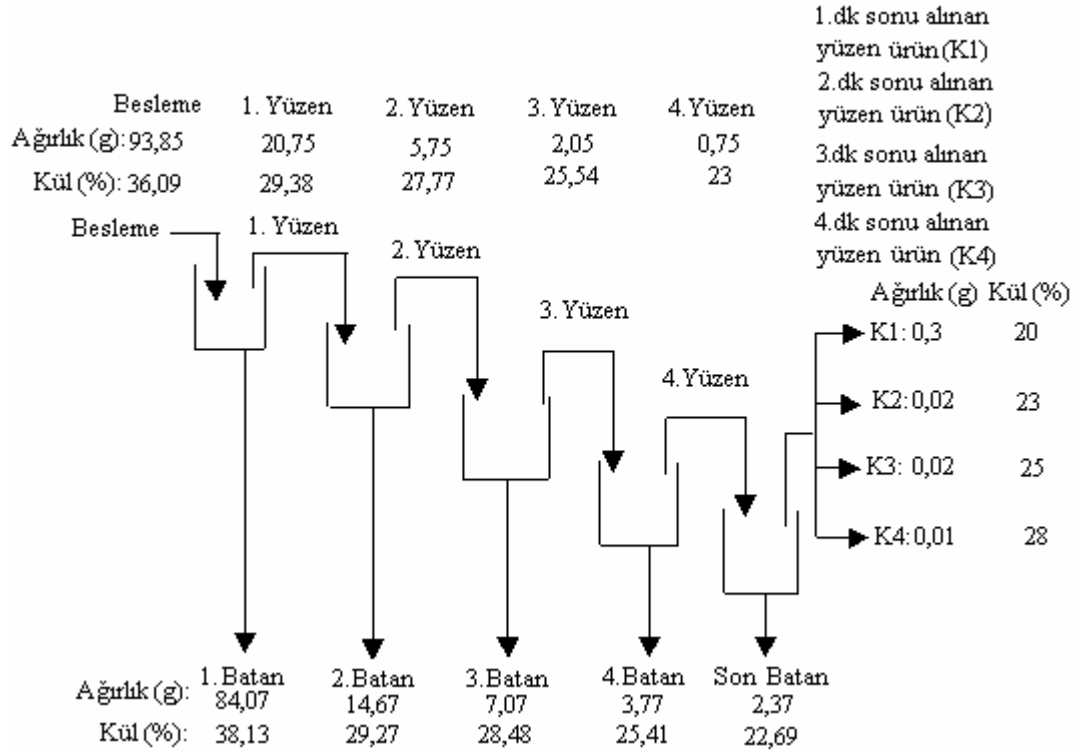
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	186,30	96,13	5,22	501,58	97,12
Batan	7,50	3,87	30,16	116,73	2,88
Beslenen	193,80	100,00	6,18	618,31	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	189,90	97,99	5,30	519,23	98,89
Batan	3,90	2,01	48,46	97,52	1,11
Beslenen	193,80	100,00	6,17	616,75	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	190,40	98,25	5,32	522,43	99,14
Batan	3,40	1,75	53,76	94,32	0,86
Beslenen	193,80	100,00	6,17	616,75	100,00



Şekil 7.7 : Şıamlı Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.16 : Şıamlı Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	20,75	22,11	29,38	649,60	24,43
Batan	73,10	77,89	38,00	2959,83	75,57
Beslenen	93,85	100,00	36,09	3609,43	100,00

2.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	5,75	27,71	27,77	769,39	28,34
Batan	15,00	72,29	30,00	2168,67	71,66
Beslenen	20,75	100,00	29,38	2938,07	100,00

3.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,05	35,65	25,54	910,42	36,75
Batan	3,70	64,35	29,00	1866,09	63,25
Beslenen	5,75	100,00	27,77	2776,50	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,75	36,59	23,00	841,41	37,83
Batan	1,30	63,41	27,00	1712,20	62,17
Beslenen	2,05	100,00	25,54	2553,61	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,35	46,67	20,71	966,53	48,05
Batan	0,40	53,33	25,00	1333,33	51,95
Beslenen	0,75	100,00	23,00	2299,87	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,30	0,32	20,00	6,39	0,41
Batan	93,55	99,68	37,63	3751,41	99,59
Beslenen	93,85	100,00	37,58	3757,80	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

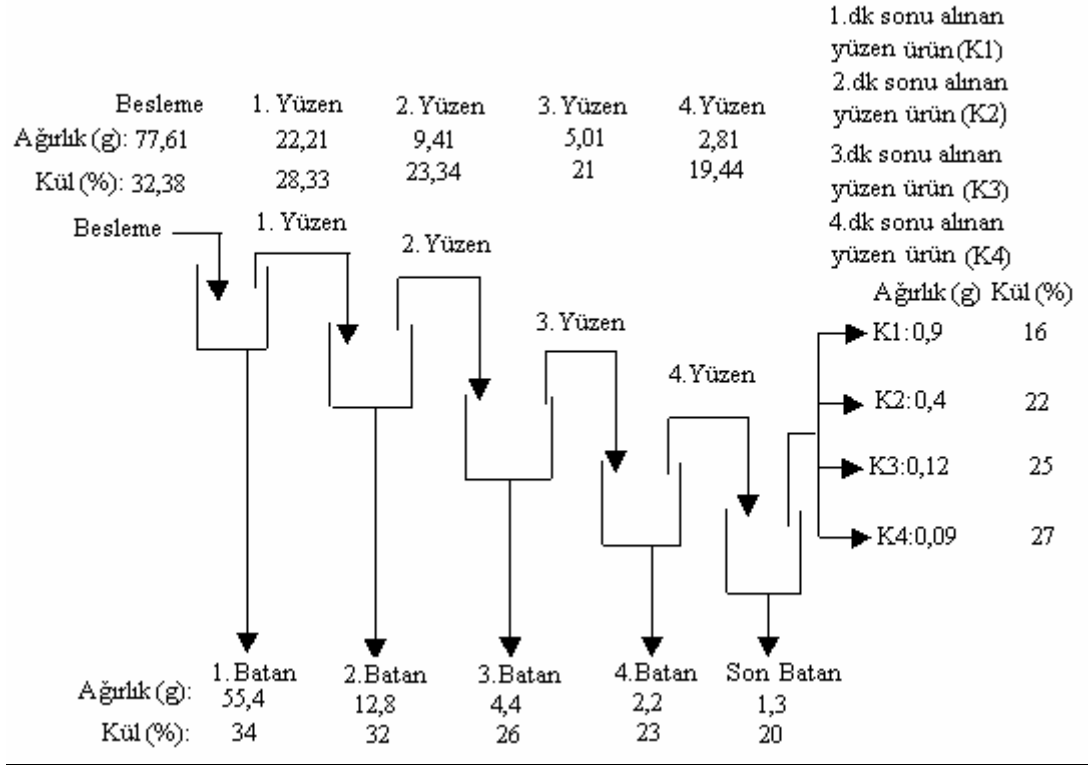
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,32	0,34	20,19	6,88	0,43
Batan	93,53	99,66	36,30	3618,02	99,57
Beslenen	93,85	100,00	36,25	3624,90	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,34	0,36	20,43	7,34	0,45
Batan	93,513	99,64	36,15	3602,09	99,55
Beslenen	93,85	100,00	36,09	3609,43	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,35	0,37	20,71	7,72	0,46
Batan	93,50	99,63	36,15	3601,70	99,54
Beslenen	93,85	100,00	36,09	3609,43	100,00



Şekil 7.8 : Şlamsız Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine

ait akım şeması

Tablo 7.17 : Şlamsız Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	22,21	28,62	28,33	810,76	30,33
Batan	55,40	71,38	34,00	2427,01	69,67
Beslenen	77,61	100,00	32,38	3237,77	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	9,41	42,37	23,34	988,88	45,32
Batan	12,80	57,63	32,00	1844,21	54,68
Beslenen	22,21	100,00	28,33	2833,09	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	5,01	53,24	21,00	1118,28	54,86
Batan	4,40	46,76	26,00	1215,73	45,14
Beslenen	9,41	100,00	23,34	2334,01	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,81	56,09	19,44	1090,42	64,01
Batan	2,20	43,91	42,15	1850,90	35,99
Beslenen	5,01	100,00	29,41	2941,32	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,51	53,74	18,96	1018,86	54,06
Batan	1,30	46,26	20,00	925,27	45,94
Beslenen	2,81	100,00	19,44	1944,13	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,90	1,16	16,00	18,55	1,48
Batan	76,71	98,84	34,55	3415,10	98,52
Beslenen	77,61	100,00	34,34	3433,65	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

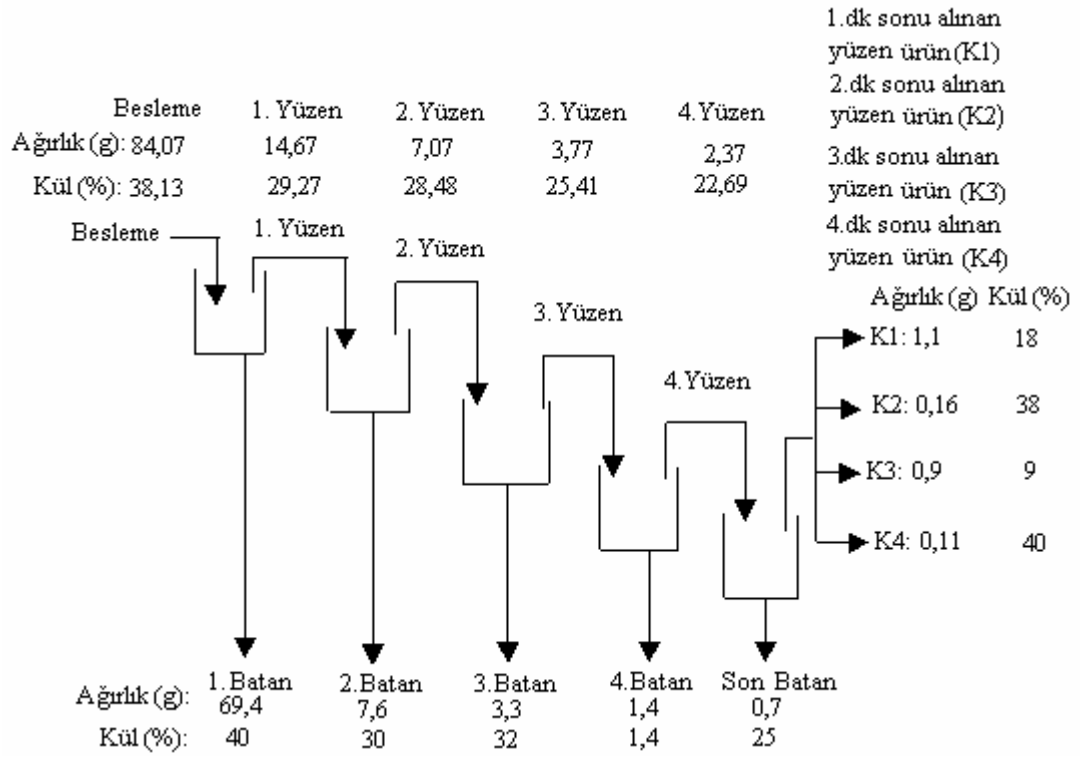
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,30	1,68	17,85	29,89	2,05
Batan	76,31	98,32	33,19	3263,47	97,95
Beslenen	77,61	100,00	32,93	3293,36	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,42	1,83	18,45	33,76	2,21
Batan	76,19	98,17	32,64	3204,01	97,79
Beslenen	77,61	100,00	32,38	3237,77	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,51	1,95	18,96	36,89	2,33
Batan	76,10	98,05	32,64	3200,88	97,67
Beslenen	77,61	100,00	32,38	3237,77	100,00



Şekil 7.9 : Şıamlı Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi mikrodalga ön işlemleri

sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.18 : Şıamlı Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi mikrodalga ön işlemleri sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	14,67	17,45	29,27	510,74	19,95
Batan	69,40	82,55	40,00	3302,01	80,05
Beslenen	84,07	100,00	38,13	3812,75	100,00

2.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	7,07	48,19	28,48	1372,73	48,73
Batan	7,60	51,81	30,00	1554,19	51,27
Beslenen	14,67	100,00	29,27	2926,93	100,00

3.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	3,77	53,32	25,41	1354,74	55,62
Batan	3,30	46,68	32,00	1493,64	44,38
Beslenen	7,07	100,00	28,48	2848,37	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,37	62,86	22,69	1426,53	69,35
Batan	1,40	37,14	42,15	1565,25	30,65
Beslenen	3,77	100,00	29,92	2991,78	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,67	70,46	21,72	1530,8	71,35
Batan	0,70	29,54	25,00	738,40	28,65
Beslenen	2,37	100,00	22,69	2269,20	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,10	1,31	18,00	23,55	1,78
Batan	82,97	98,69	39,98	3946,15	98,22
Beslenen	84,07	100,00	39,70	3969,70	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

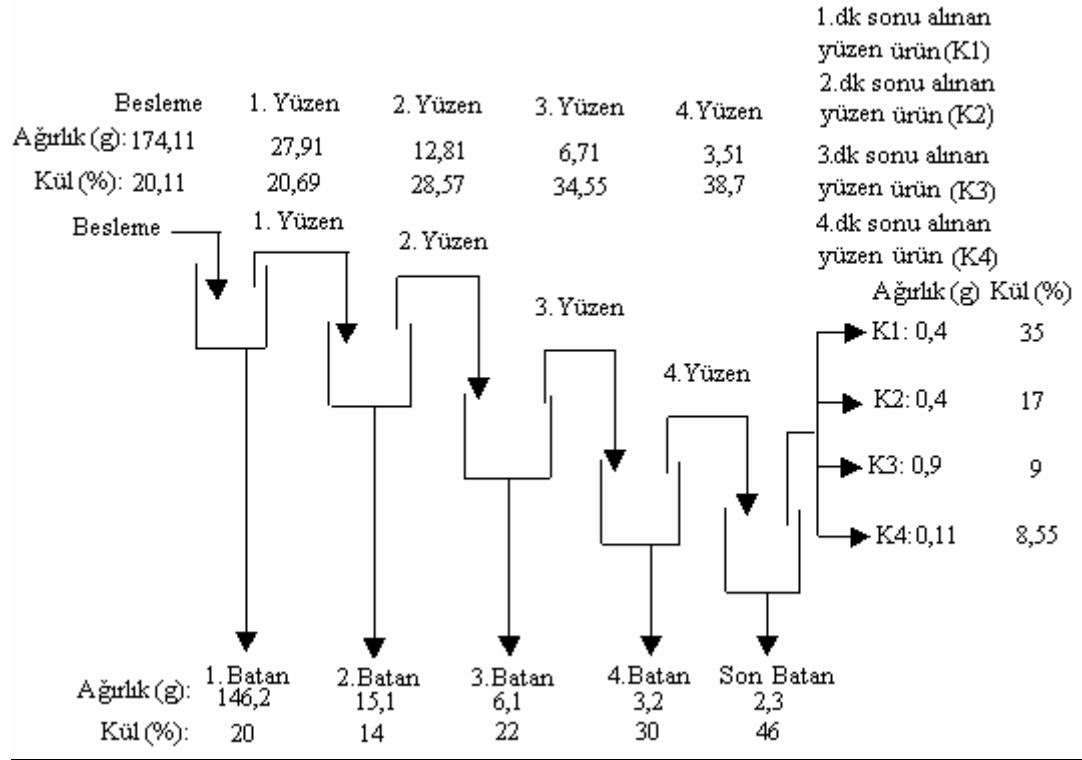
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,40	1,67	18,43	30,69	2,21
Batan	82,67	98,33	38,79	3814,36	97,79
Beslenen	84,07	100,00	38,45	3845,05	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,560	1,86	20,44	37,92	2,39
Batan	82,51	98,14	38,46	3774,83	97,61
Beslenen	84,07	100,00	38,13	3812,75	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,67	1,99	21,72	43,15	2,51
Batan	82,40	98,01	38,46	3769,60	97,49
Beslenen	84,07	100,00	38,13	3812,75	100,00



Şekil 7.10 : Şlamsız Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi mikrodalgâ ön işlemlî

sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.19 : Şlamsız Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi mikrodalgâ ön işlemlî sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	27,91	16,03	20,69	331,65	15,91
Batan	146,20	83,97	20,00	1679,40	84,09
Beslenen	174,11	100,00	20,11	2011,05	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	12,81	45,90	28,57	1311,50	41,33
Batan	15,10	54,10	14,00	757,43	58,67
Beslenen	27,91	100,00	20,69	2068,94	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	6,71	52,38	34,55	1809,84	48,00
Batan	6,10	47,62	22,00	1047,62	52,00
Beslenen	12,81	100,00	28,57	2857,46	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	3,51	52,31	38,70	2024,45	53,75
Batan	3,20	47,69	42,15	2010,13	46,25
Beslenen	6,71	100,00	40,35	4034,58	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,21	34,47	24,83	855,85	42,28
Batan	2,30	65,53	46,00	3014,25	57,72
Beslenen	3,51	100,00	38,70	3870,10	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,40	0,23	35,00	8,04	0,19
Batan	173,71	99,77	20,81	2075,91	99,81
Beslenen	174,11	100,00	20,84	2083,95	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

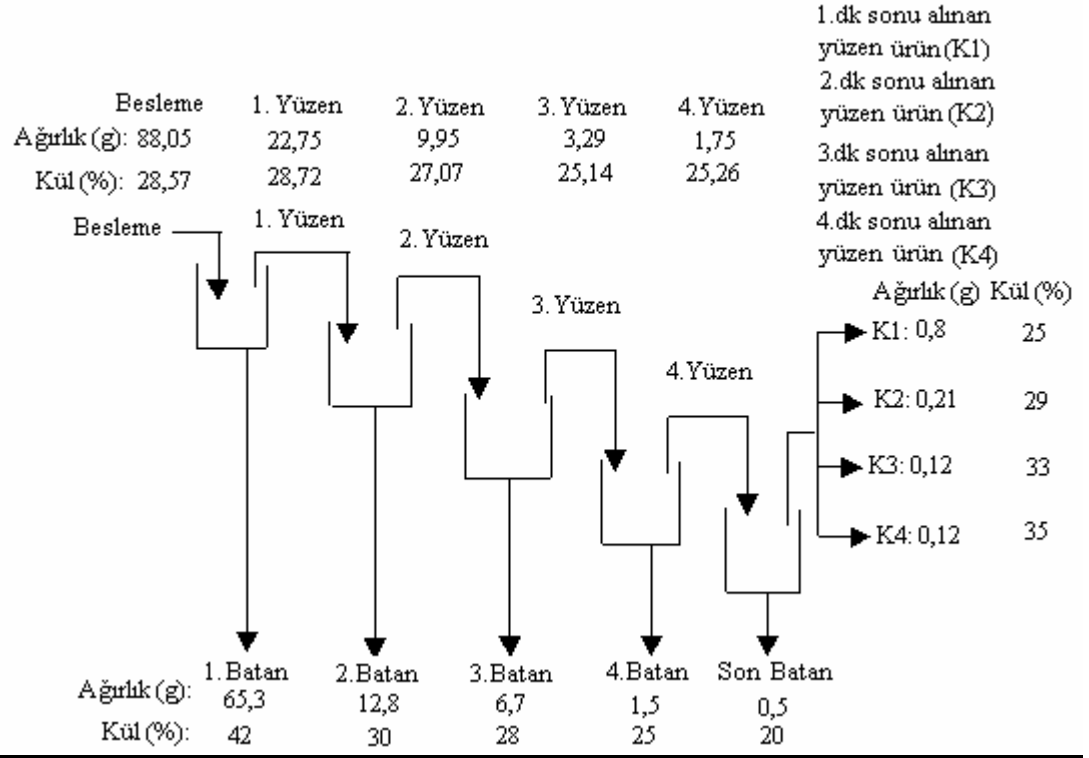
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,80	0,46	30,00	13,78	0,40
Batan	173,31	99,54	20,33	2024,13	99,60
Beslenen	174,11	100,00	20,38	2037,91	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,10	0,63	26,45	16,71	0,58
Batan	173,01	99,37	20,07	1994,34	99,42
Beslenen	174,11	100,00	20,11	2011,05	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,21	0,69	24,83	17,25	0,65
Batan	172,90	99,31	20,08	1993,80	99,35
Beslenen	174,11	100,00	20,11	2011,05	100,00



Şekil 7.11 : Şlamlı Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi ultrason ön işlemleri

sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.20 : Şlamlı Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi ultrason ön işlemleri sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	22,75	25,83	28,72	741,86	29,98
Batan	65,30	74,17	42,00	3115,00	70,02
Beslenen	88,05	100,00	38,57	3856,86	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	9,95	43,72	27,07	1183,45	44,74
Batan	12,80	56,28	30,00	1688,28	55,26
Beslenen	22,75	100,00	28,72	2871,73	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	3,25	32,63	25,14	820,26	33,49
Batan	6,70	67,37	28,00	1886,38	66,51
Beslenen	9,95	100,00	27,07	2706,64	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,75	53,78	25,26	1358,24	60,05
Batan	1,50	46,22	42,15	1948,38	39,95
Beslenen	3,25	100,00	33,07	3306,63	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,25	71,35	27,37	1952,72	69,33
Batan	0,50	28,65	20,00	573,07	30,67
Beslenen	1,745	100,00	25,26	2525,79	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,80	0,91	25,00	22,72	1,17
Batan	87,25	99,09	41,91	4153,08	98,83
Beslenen	88,05	100,00	41,76	4175,80	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

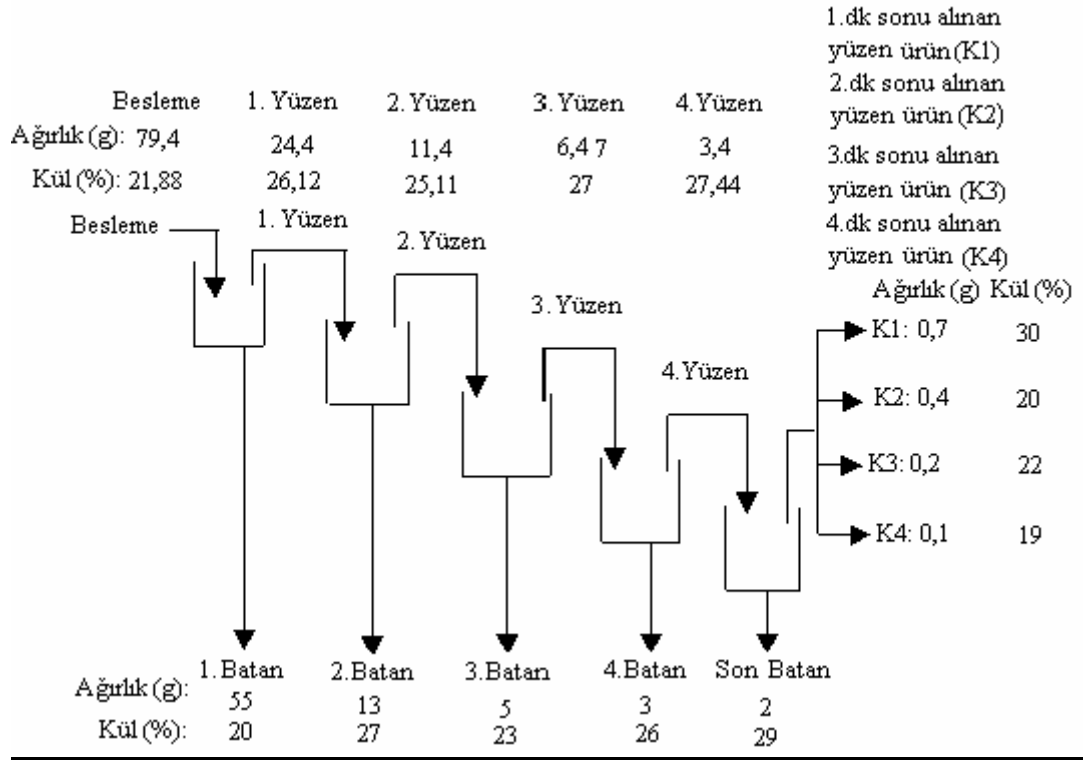
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,01	1,15	25,83	29,63	1,390
Batan	87,04	98,85	38,94	3849,34	98,61
Beslenen	88,05	100,00	38,79	3878,98	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,13	1,28	26,59	34,13	1,53
Batan	86,92	98,72	38,72	3822,73	98,47
Beslenen	88,05	100,00	38,57	3856,86	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,25	1,41	27,37	38,70	1,67
Batan	86,80	98,59	38,73	3818,16	98,33
Beslenen	88,05	100,00	38,57	3856,86	100,00



Şekil 7.11 : Şlamsız Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi ultrason ön işlemleri
sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7 : Şlamsız Kahramanmaraş-Afşin Elbistan bölgesi ultrason ön işlemleri
sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	24,40	30,73	25,00	768,26	29,37
Batan	55,00	69,27	20,00	1385,39	70,63
Beslenen	79,40	100,00	21,54	2153,65	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	11,40	46,72	25,03	1169,26	47,39
Batan	13,00	53,28	27,00	1438,52	52,61
Beslenen	24,40	100,00	26,08	2607,79	100,00

3.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	6,40	56,14	27,00	1493,86	54,95
Batan	5,00	43,86	23,00	1008,77	45,05
Beslenen	11,40	100,00	25,03	2502,63	100,00

4.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	3,40	53,13	27,15	1442,19	58,80
Batan	3,00	46,88	42,15	1975,80	41,20
Beslenen	6,40	100,00	34,18	3417,97	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,40	41,18	24,50	1008,82	42,67
Batan	2,00	58,82	29,00	1705,88	57,33
Beslenen	3,40	100,00	27,15	2714,71	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,70	0,88	28,00	24,69	0,83
Batan	78,70	99,12	23,29	2308,80	99,17
Beslenen	79,40	100,00	23,33	2333,46	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

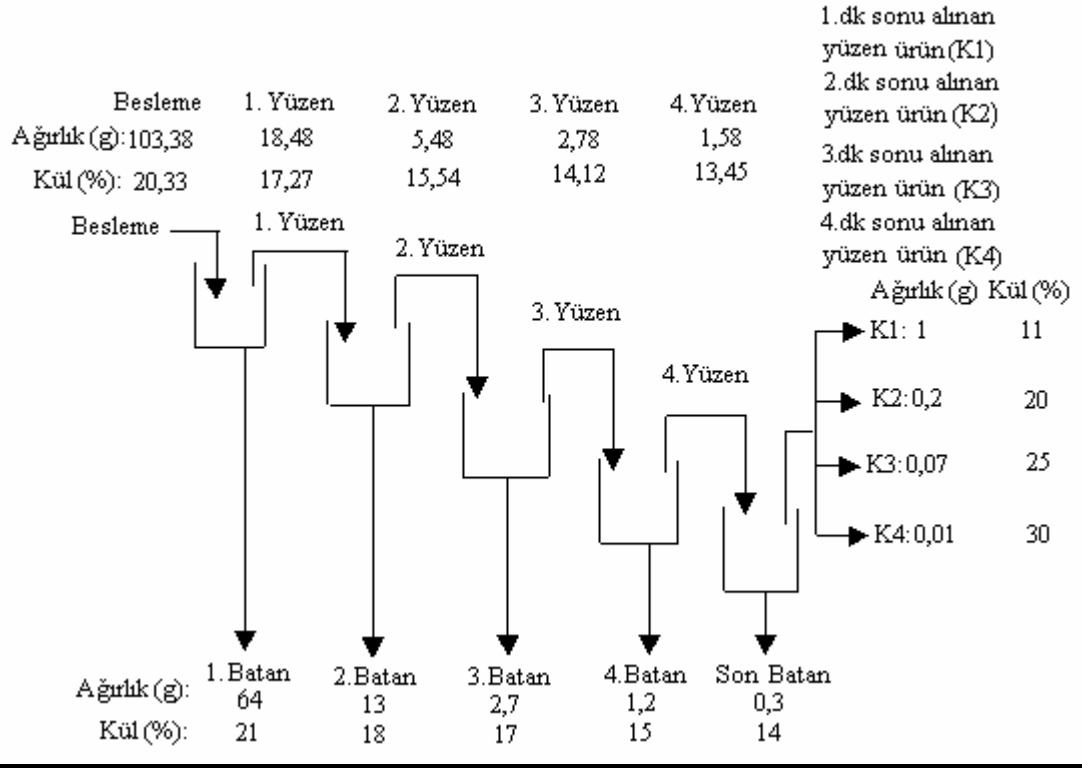
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,10	1,39	25,82	35,77	1,32
Batan	78,30	98,61	22,38	2207,39	98,68
Beslenen	79,40	100,00	22,43	2243,16	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,30	1,64	24,92	40,81	1,57
Batan	78,10	98,36	21,82	2145,97	98,43
Beslenen	79,40	100,00	21,87	2186,78	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,40	1,76	24,50	43,20	1,70
Batan	78,00	98,24	21,82	2143,58	98,30
Beslenen	79,40	100,00	21,87	2186,78	100,00



Şekil 7.12 : Şıamlı Muğla-Yatağan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.21 : Şıamlı Muğla-Yatağan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	18,48	17,88	17,27	308,72	18,56
Batan	84,90	82,12	21,00	1724,61	81,44
Beslenen	103,38	100,00	20,33	2033,32	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	5,48	29,65	15,54	460,77	30,27
Batan	13,00	70,35	18,00	1266,23	69,73
Beslenen	18,48	100,00	17,27	1727,00	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,78	50,73	14,12	716,24	51,58
Batan	2,70	49,27	17,00	837,59	48,42
Beslenen	5,48	100,00	15,54	1553,83	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,58	56,83	13,45	764,39	66,33
Batan	1,20	43,17	42,15	1819,42	33,67
Beslenen	2,78	100,00	25,84	2583,81	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,28	81,01	13,32	1079,11	81,13
Batan	0,30	18,99	14,00	265,82	18,87
Beslenen	1,58	100,00	13,45	1344,94	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,00	0,97	11,00	10,64	1,09
Batan	102,38	99,03	20,98	2077,47	98,91
Beslenen	103,38	100,00	20,88	2088,11	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

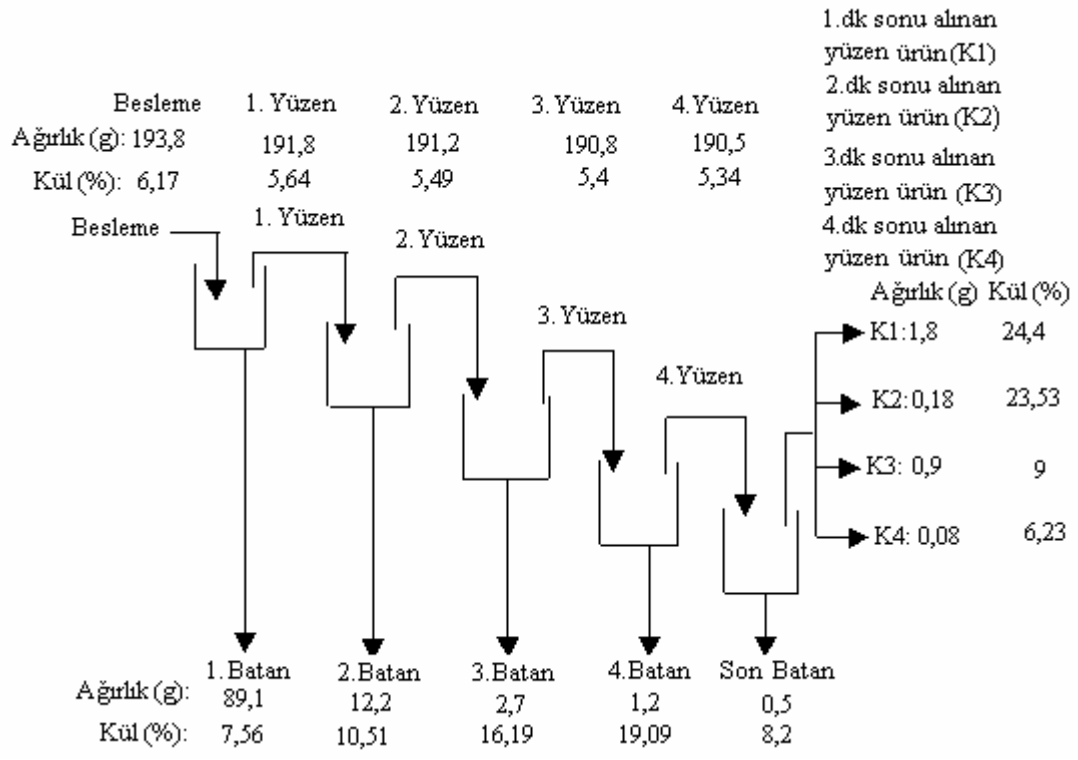
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,20	1,16	12,50	14,51	1,28
Batan	102,18	98,84	20,49	2024,76	98,72
Beslenen	103,38	100,00	20,39	2039,27	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,27	1,23	13,19	16,20	1,34
Batan	102,11	98,77	20,42	2017,12	98,66
Beslenen	103,38	100,00	20,33	2033,32	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,28	1,24	13,32	16,49	1,35
Batan	102,10	98,76	20,42	2016,83	98,65
Beslenen	103,38	100,00	20,33	2033,32	100,00



Şekil 7.13 : Mikrodalga ön işlemlı şlamlı Muğla-Yatağan bölgesi sürekli flotasyon

ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.22 : Mikrodalga ön işlemlı şlamlı Muğla-Yatağan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	19,06	17,62	13,21	232,87	16,72
Batan	89,10	82,38	7,56	622,78	83,28
Beslenen	108,16	100,00	8,56	855,64	100,00

2. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	6,86	35,99	18,02	648,72	34,00
Batan	12,20	64,01	10,51	672,73	66,00
Beslenen	19,06	100,00	13,21	1321,45	100,00

3. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	4,16	60,64	19,21	1165,22	59,76
Batan	2,70	39,36	16,19	637,22	40,24
Beslenen	6,86	100,00	18,02	1802,43	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,96	71,15	19,27	1370,81	77,49
Batan	1,20	28,85	42,15	1215,87	22,51
Beslenen	4,16	100,00	25,87	2586,68	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,46	83,11	21,51	1788,03	80,79
Batan	0,50	16,89	8,20	138,51	19,21
Beslenen	2,96	100,00	19,27	1926,55	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,80	1,66	24,04	40,01	1,39
Batan	106,36	98,34	8,51	836,88	98,61
Beslenen	108,16	100,00	8,77	876,89	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

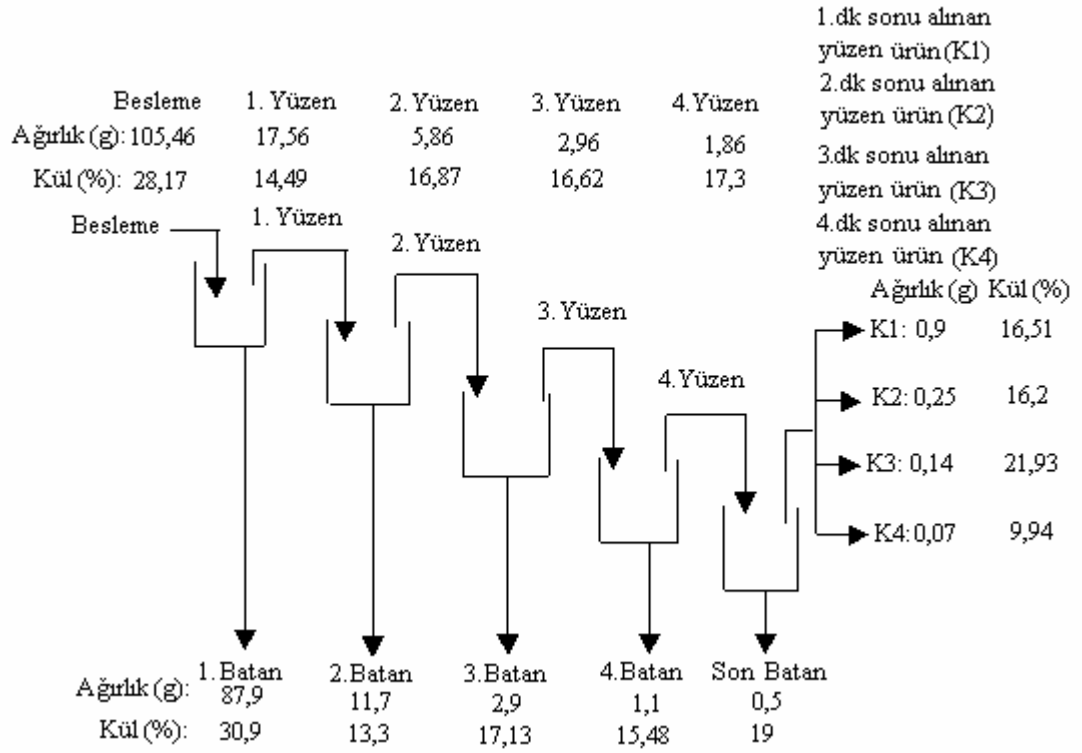
Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,20	2,03	21,91	44,56	1,74
Batan	105,96	97,97	8,32	814,93	98,26
Beslenen	108,16	100,00	8,59	859,49	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,38	2,20	22,03	48,47	1,88
Batan	105,78	97,80	8,25	807,17	98,12
Beslenen	108,16	100,00	8,56	855,64	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,46	2,27	21,51	48,93	1,95
Batan	105,70	97,73	8,25	806,71	98,05
Beslenen	108,16	100,00	8,56	855,64	100,00



Şekil 7.14 : Ultrason ön işlemlili şlamlı Muğla-Yatağan bölgesi sürekli flotasyon

ürünlerine ait akım şeması

Tablo 7.23 : Ultrason ön işlemlili şlamlı Muğla-Yatağan bölgesi sürekli flotasyon ürünlerine ait kodlu % yanabilir verim tabloları

1.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A1);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	17,56	16,65	14,49	241,31	19,82
Batan	87,90	83,35	30,90	2575,49	80,18
Beslenen	105,46	100,00	28,17	2816,80	100,00

2.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A2);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	5,86	33,37	16,87	563,10	32,44
Batan	11,70	66,63	13,30	886,16	67,56
Beslenen	17,56	100,00	14,49	1449,26	100,00

3.Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A3);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	2,96	50,51	16,62	839,64	50,66
Batan	2,90	49,49	17,13	847,73	49,34
Beslenen	5,86	100,00	16,87	1687,37	100,00

4. Artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan %yanabilir verim tablosu (A4);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,86	62,84	17,30	1086,99	70,74
Batan	1,10	37,16	42,15	1566,39	29,26
Beslenen	2,96	100,00	26,53	2653,38	100,00

Son artık ağırlık ve külüne göre oluşturulan % yanabilir verim tablosu (A5);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,36	73,12	16,67	1219,09	73,67
Batan	0,50	26,88	19,00	510,75	26,33
Beslenen	1,86	100,00	17,30	1729,84	100,00

1.dk. sonunda elde edilen konsantrenin ağırlık ve külüne bağlı % yanabilir verim tablosu (A6);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	0,90	0,85	16,51	14,09	1,00
Batan	104,56	99,15	29,07	2882,66	99,00
Beslenen	105,46	100,00	28,97	2896,75	100,00

2.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A7);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,15	1,09	16,44	17,93	1,27
Batan	104,31	98,91	28,43	2812,35	98,73
Beslenen	105,46	100,00	28,30	2830,28	100,00

3.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A8);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,29	1,22	17,04	20,84	1,41
Batan	104,17	98,78	28,31	2795,96	98,59
Beslenen	105,46	100,00	28,17	2816,80	100,00

4.dk. sonunda elde edilen konsantrenin kümülatif ağırlığa göre % yanabilir verim tablosu (A9);

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	1,36	1,29	16,67	21,50	1,50
Batan	104,10	98,71	28,32	2795,30	98,50
Beslenen	105,46	100,00	28,17	2816,80	100,00

Tablo 7.24 : 240 g/t Ekofol reaktifinin kullanıldığı ultrason ön işlemlili kesikli flotasyon ürünlerine ait % kül uzaklaştırma verimi

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Kül Uzaklaştırma Verimi, %
Yüzen	5,70	6,67	25,00	166,67	6,43
Batan	79,80	93,33	26,00	2426,67	93,57
Beslenen	85,50	100,00	25,93	2593,33	100,00

Tablo 7.25 : 240 g/t Ekofol reaktifinin kullanıldığı ultrason ön işlemlili kesikli flotasyon ürünlerine ait % yanabilir verim

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Yanabilir Verim, %
Yüzen	5,7	6,67	25,00	166,67	6,75
Batan	79,80	93,33	26,00	2426,67	93,25
Beslenen	85,5	100,00	25,93	2593,33	100,00

Tablo 7.26 : 240 g/t Ekofol reaktifinin kullanıldığı ultrason ön işlemlili kesikli flotasyon ürünlerine ait % ayırma etkinliği

Ürünler	Ağırlık, g	Ağırlık, %	Kül, %	İçerik, %	Ayırma Etkinliği, %
Yüzen	5,70	6,67	25,00	166,67	0,32
Batan	79,80	93,33	26,00	2426,67	99,68
Beslenen	85,50	100,00	25,93	2593,33	100,00

ÖZGEÇMİŞ

Adı ve Soyadı: Ali TAŞDEMİR
Doğum Yeri ve Tarihi: İSTANBUL, 27.09.1972
Medeni Hali: Bekar
Askerlik Durumu: J. Er , 2002 yılı bitti.
Sürücü Belgesi: 1992'den itibaren (B) sınıfı
Yabancı Dil Düzeyi: İngilizce (orta düzey)
Bilgisayar Tecrübesi: Windows, Excel, Word

Öğrenim Bilgileri:

Tarihler:

1992-1996

1987-1990

Açıklamalar:

İstanbul Üniversitesi, Müh. Fak, Maden Müh. Bölümü
Beyoğlu Fındıklı Lisesi, İSTANBUL