



YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

Amasra kömür flotasyon
özell. inc.

Doktora Tezi

Huriye Karşılayan

**AMASRA KÖMÜRÜNÜN
FLOTASYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

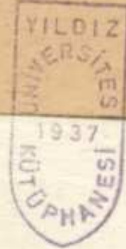
(Doktora Tezi)

Kim. Yük. Müh. Huriye KARŞILAYAN

İstanbul - 1986

YILDIZ UNİVERSİTESİ
GENEL KİTAPLIĞI

Kot : R 361
Alındığı Yer : Fen Bil. Ens. 61
Tarih : 16.3.89
Fatura :
Fiatı : 4500 TL
Ayniyat No : 1/3
Kayıt No : 45964
UDC : 54
Ek : 378.242



AMASRA KÖMÜRÜNÜN
FLOTASYON ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

61

DOKTORA TEZİ



KİM. YÜK. MÜH. Huriye KARŞILAYAN

İSTANBUL, 1986

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
TEŞEKKÜR	I
ÖZET	II
SUMMARY	IV
1. GİRİŞ	1
1.1. Türkiye Taşkömür Rezervleri ve Özellikleri..	5
1.1.1. Amasra Kömür Yatağı ve Özellikleri...	6
1.1.2. Amasra Kömürünün Tüketildiği Alan- lar	38
2. MATERYAL VE YÖNTEM	8
2.1. Kömür Oluşumu ve Yapısı ile İlgili Ge- nel Bilgiler	8
2.1.1. Kömür Yataklarının Oluşumu	8
2.1.2. Kömürün Oluşumu	9
2.1.3. Kömürün Molekül Yapısı	15
2.1.4. Anorganik Maddeler	37
2.1.5. Kömürün Petrografik Yapısı	18
2.2. Flotasyon	19
2.2.1. Temas açısı ve ıslanma	21

2.2.2. Elektriksel Çift Tabaka	23
2.2.3. Flotasyon Reaktifleri	28
2.2.4. Kömür Flotasyonu	33
2.2.4.1. Kömür Flotasyonunda Kulla- nılan Reaktifler	34
2.2.4.2. Yüzey Aktif Maddelerin Kö- mür Flotasyonuna Etkisi	36
2.2.4.3. Tuz Flotasyonu	38
3. DENEYSEL ÇALIŞMA	40
3.1. Örnek Alınması, Hazırlanması ve Özellik- lerinin Belirlenmesi	40
3.1.1. Örnek Alınması	40
3.1.2. Flotasyon Örneklerinin Hazırlanması.	41
3.1.3. Flotasyon Örneklerinin Özellikleri- nin Belirlenmesi	42
3.1.4. Kömür Analizleri	42
3.1.5. Isı Değeri Tayini	45
3.1.6. Elek Analizi	46
3.1.7. Kül Analizi	49
3.1.8. X-Işınları Difraksiyon Analizi	56
3.2. Flotasyon Denemeleri	58
3.2.1. Flotasyon Makinası	58
3.2.2. Denemelerde Kullanılan Reaktifler ...	58
3.3. Denemeler ve Sonuçları	60
3.3.1. -0.500 Tane Boyutunda, Kül Oranı Fazla (%44,30) Kömür Örneği ile Yapılan Denemeler	61
3.3.2. -0.500 mm tane boyutunda, daha az Oranda (%37.68) Kül Bulunduran Kö- mür ile Yapılan Denemeler	87

3.3.3. -0.560 mm Tane Boyutunda, Daha Az Oranda (%37,68) Kül Bulunduran Kömür Örneği İle Yapılan Dene- meler	93
3.3.4. Atmosfer Koşullarında Beklemiş Kömürün Flotasyonu	97
TARTIŞMA VE SONUÇ	103
KAYNAKLAR	110
ÖZGEÇMİŞ	114
ŞEKİL LİSTESİ	115
ÇİZELGE LİSTESİ	117

TEŞEKKÜR

Bu çalışmayı veren ve yürütülmesini destekle-
yen Y.Ü. Fen - Ed. Fak. Kimya Bölüm Başkanı Sa-
yın Doç. Dr. Esin Çurgunlu'ya, denemelerin yapıl-
masında olanak sağlayan İ.T.Ü. Fen - Ed. Fak.
Anorganik Kimya Bölüm Başkanı Sayın Prof. Dr.
İbrahim Özdemir'e ve önerileri ile değerli kat-
kılarda bulunan Doç. Dr. Tülay Eskikaya'ya, X -
ışınları analizinde yardımcı olan Sayın Yrd. Doç.
Dr. Sabriye Pişkin'e teşekkürü bir borç bilirim.

ÖZET

Kömürlerin flotasyonu, organik yapılarına ve anorganik madde içeriklerine bağlı olarak değişmektedir. Küçük tane boyutunda uygulanan flotasyonda; pulpa uygun reaktiflerin ilavesi ile kömür partikül yüzeylerinin hidrofob özelliği arttırmakta ve anorganik maddeler bastırılarak zenginleştirme sağlanmaktadır.

Yapılan çalışmada; rankı düşük, koklaşma özelliği zayıf Amasra kömürünün flotasyonuna çeşitli faktörlerin etkisi incelenerek, en iyi koşulların belirlenmesi amaçlandı. Ocaktan çıkarılan kömürden hazırlanan örneklerle yapılan denemelerde, önce , uygun toplayıcı, köpük yapıcı kil bastırıcı reaktifler ve miktarları belirlendi. Yüzey aktif madde etkisi ile flotasyonun verimi arttırıldı. Karıştırma hızı ve pulpta katı madde oranının etkisi gözlemlendi. En iyi sonuç; 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılan 3 kg/ton motorin,

100 g/ton çam yağı ve 25 g/ton Magnefloc 1017 kullanı-
lan denemede elde edildi. Bu denemede, pulpta katı
madde oranı %20 ve karıştırma hızı 1200 devir/dak. a-
lındı.

Elde edilen sonuçlara göre, kül oranı daha az ve bo-
yutu farklı örneklerle denemeler yapıldı. Bu deneme-
lerde % konsantre ve % yanabilir verim değerleri artar-
ken, konsantrede kül miktarının oldukça azaldığı görül-
dü.

Ayrıca atmosfer koşullarında, ince boyutta uzun süre bek-
lemiş, flotasyonla zenginleştirilemeyen kömürün yüzdürül-
mesi amaçlandı. Motorinin yüzey aktif madde etkisi ile
emülsiyon yapılarak ilave edildiği, köpük yapıcı olarak
çam yağının kullanıldığı denemelerde, kömürün yüzdürül-
mesi sağlandı. Böylece, yüzeyi okside olmuş kömürün, flo-
tasyon ile zenginleştirilebileceği saptandı.

SUMMARY

The flotation of coals varies with respect to their organic structures and inorganic substance contents. In the flotation of small particles the hydrophobic characteristics of coal particles are increased by the addition of suitable reagents, and they are enriched by the depression of inorganic substances.

The aim of this study, is the examination influence of various factors on the flotation of low-rank Amasra Coal with weak coking characteristics and the determination of optimum conditions. In the experiments on the coal, from the mined, the suitable collecting agents, foaming agents, clay depressing agents and their quantities were determined. The flotation efficiency were increased with the addition of surface active agents. The influence of mixing rate and solid content of the pulp were examined. The best result were obtained in the experiment with the addition ,

of 3 g/ton Dodecyl hydrogen sulphate sodium salt to emulsify 3 kg/ton motorin and 100 g/ton pine oil and 25 g/ton Magnefloc 1017. In this experiment, the solid content of the pulp was 20 % and mixing rate was 1200 rpm .

Based on these results, experiments on sample with low ash content and two different sizes were made. These experiments yielded increases in concentrate % and burning efficiency %, and a decrease in the ash content of the concentrates.

Flotation made atmospheric conditions of small particle sized coal not enriched by flotation, with the use of motorin emulsified by the action of surface active agents and pine oil. In the experiments on such coal, it was possible to float the coal. These results show that coal with oxidized surface can be enriched by flotation.

Prüfungsergebnis	1973	1975	1976	1977
Probe	Alloyer ton - 1	Alloyer ton - 2	Alloyer ton - 3	Alloyer ton - 4
Feuchtigkeit	1.2	29.1	2.017	30.2
Asche	0.2	1.5	2.017	30.2
Feuchtigkeit	3.8	46.8	4.031	44.7
Asche	7.4	17.1	7.600	17.8
Feuchtigkeit	0.1	1.2	0.443	1.5
Asche	0.4	4.9	0.515	5.7
Feuchtigkeit	8.1	100.0	8.006	100.0

1. GİRİŞ

Taşkömürü, dünya enerji tüketiminde, çizelge 1.1. verilerine göre petrolden sonra ikinci sırayı, ülkemizde çizelgi 1.2'de görüldüğü gibi, petrol ve linyitten sonra üçüncü sırayı almaktadır. 1.4 milyar ton taşkömürü ve 7.6 milyar ton linyit olmak üzere 9 milyar ton dolayında kömür rezervimiz varsa da, üretilen miktarla artan ihtiyaç karşılanamamaktadır(3). Bu nedenle Demir-Çelik endüstrisinin ihtiyacı olan koklaşır nitelikte madden kömürü ve kok, ayrıca diğer tür kömürler dış alım yolu ile temin edilmektedir(Çizelge 1.3).

Çizelge 1.1.-1975-1976 yıllarında Dünya enerji tüketimi(1.2)

Primer enerjinin türü	1975 miktar		1976 miktar	
	Milyar ton	%	Milyar ton	%
Taşkömürü	2.2	27.2	2.717	30.2
Linyit	0.2	2.5		
Petrol	3.8	46.9	4.031	44.7
Tabii gaz	1.4	17.3	1.600	17.8
Nükleer enerji	0.1	1.2	0.143	1.6
Hidrolik ve diğerleri	0,4	4.9	0.515	5.7
Toplam	8.1	100.0	9.006	100.0

Çizelge 1.2.-Türkiye'nin Birincil Enerji Kaynakları, Üretim ve Talep Tahminleri(4)
(Taşkömürü eşdeğeri, 1000Ton)

Birincil Enerji Kaynakları	1980			1985			1991		
	Talep	Üretim	Açık	Talep	Üretim	Açık	Talep	Üretim	Açık
Taşkömürü	5.511	4.565	946	12.256	4.565	7.691	25.588	4.565	21.023
Linyit	13.390	10.691	2.699	30.778	24.527	6.252	45.742	34.960	10.782
Bitümlü sist	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Asfaltit	397	397	-	793	793	-	793	793	-
Petrol	32.058	4.500	27.558	52.629	4.500	48.129	83.110	4.500	78.610
Hidrolik Enerji	3.993	3.993	-	8.325	8.325	-	20.568	20.568	-
Nükleer Enerji	-	-	-	-	-	-	3.402	3.402	-
Güneş Enerjisi	1.3	1.3	-	2.7	2.7	-	31.0	31.0	-
Jeotermal Enerji	25.0	25.0	-	32.0	32.0	-	32.0	32.0	-
Odun	5.393	2.160	3.233	3.083	1.998	1.085	1.792	1.791	-
Hayvan ve Bitki Artıkları	3.696	3.696	-	3.895	1.895	2.000	4.196	4.196	-
Toplam	64.464	30.028	34.436	111.795	46.637	65.157	185.254	74.838	110.415

Çizelge 1.3-Yıllara göre kömür ithalatı(kg)(5).

Yıl	Kok ve sümikok	Yüksek efsaflı kok	Taşkömür	Diğerleri
1972	-	9863000	-	93973
1973	-	7950650	15975000	-
1974	155208090	6629667	1596050	40509
1975	-	-	26159576	1860
1976	-	19789900	-	-
1977	-	27532570	-	-
1978	636453351	-	-	44698
1979	34573834	9500000	549693848	-
1980	-	6062270	508272727	45943
1981	5000000	4511000	336080503	51416
1982	12616000	56662152	2961335415	1874700291
1983	13000000	73771931	901841007	11864071
1984	-	47322470	729758581	3455432
1985	-	33646120	781049507	971116021

Not : 1984,1985 verileri tahminidir.

Ülkelere göre kömür rezervlerinin dağılımı incelendiğinde Türkiye'deki kömür rezervlerinin fazla olmadığı görülmektedir(Çizelge 1.4).

Çizelge 1.4.-Dünya kömür rezervleri ve ülkelere dağılımı:
(Milyon ton)(6).

Ülke	Çalışabilir Taşkömür Rezervi	Her Çeşit Toplam Kömür Rezervi
S.S.C.B.	165.800	5.713.681
A.B.D.	123.443	2.924.503
Çin Halk Cumhuriyeti	101.300	1.011.700
Batı Almanya	30.000	287.054
Avustralya	13.770	198.567
Hindistan	10.643	82.937
Güney Afrika	10.584	44.339
Kanada	4.195	108.777
İngiltere	3.871	162.814
Polonya	3.000	60.603
Hollanda	1.843	3.705
Rodezya	1.700	6.613
Çekoslovakya	1.100	21.430
Japonya	791	8.628
Meksika	628	12.000
Güney Kore	544	1.450
Bangladeş	519	1.649
İspanya	453	3.562
Fransa	433	31.252
İran	300	385
Kuzey Kore	300	2.000
Belçika	253	1.796
Macaristan	200	5.697
Romanya	100	1.367
Türkiye	134	7.367
Diğer Ülkeler	322	77.965
Dünya	476.280	10.781.757

Not : Çizelgede rezervi 100 milyon tondan fazla ülkeler alın-
mış, daha az olanlar "Diğer ülkeler" grubunda toplanmıştır.

1.1. TÜRKİYE TAŞKÖMÜR REZERVLERİ VE ÖZELLİKLERİ

Türkiye'nin başlıca kömür yatakları Karadeniz Ereğlisi'nden başlayıp Devrek, Yenice, Karabük, Araç, Kastamonu, İnebolu'ya kadar uzanan bölgede yer almaktadır. Daha sonra bulunan Antalya, Pamucak ve Akseki yatakları hakkındaki bilgiler yetersizdir. Toplam taşkömür rezervi 1400 milyon ton olmakla birlikte, üretim sırasında meydana gelen kayıplar nedeniyle alınabilir rezerv 800 milyon ton dolayında olmaktadır(7).

Çizelge 1.5. Bölgelere göre taşkömür rezervleri ve koklaşma özellikleri(7.8).

Bölgeler		Armutçuk	Kozlu	Üzülmaz	Karadon	Amasra	Azdavay Kuruçeşme	Pamucak (Antalya)	Genel Toplam
Rezervler (Milyon ton)	Görünür	32.4	9.1	71.3	51.6	20.3	1.9	-	186.6
	Muhtemel	61.3	15.8	101.7	84.2	195.6	11.9	-	470.5
	Mümkün	-	260.0	79.3	344.6	60.7	1.3	1.0	746.9
	Toplam	93.7	284.9	252.3	480.4	276.6	15.1	1.0	1404.0
Koklaşma özellikleri		Zayıf	iyi	Çok İyi	-	Zayıf	Orta	Çok İyi	-

1.1.1. AMASRA KÖMÜR YATAĞI ve ÖZELLİKLERİ :

Amasra bucağı ile Tarla Ağızı arasında yer alan yatağın uzunluğu 6 km. genişliği 2. km. dolayındadır. Ara damar, Üst kuru dere damar, Taşlı damar, Tavan damar ve Kalın damar olmak üzere başlıca beş damar bulunmaktadır.

Amasra kömürü, "ASTM D. 388-66 Classification of coal by rank" a göre, yüksek oranda uçucu madde bulunduran C bütümlü kömür sınıfına girmektedir. Düşük ranklı bu kömürün, bünyesindeki nem miktarı % 6-13, oksijen miktarı % 14-17 gibi yüksek değerlere ulaşmaktadır. Isı değeri 6000-7000 cal/g arasında ve koklaşma özelliği zayıftır. % 15,00-49,8 arasında değişen kül miktarı, Taşlı damarda çok yüksek, Ara damar ve Üst kuru dere damarda orta değerde, Kalın damar ve Tavan damarda düşüktür. Kükürt miktarı Taşlı damarda yüksek, Ara damarda orta değerde, Tavan damar, Üst kuru dere damar ve Kalın damarda düşüktür(9).

1.1.2. Amasra Kömürünün Tüketildiği Alanlar :

Ülkemizde belli bir koklaşan kömür potansiyeli varsa da, üretilen miktar, giderek artan kok kömürü ihtiyacını karşılayamamaktadır. Amasra kömürü gibi, koklaşma özelliği zayıf

taşkömürleri, koklaşabilen kömürlere % 5-10 oranında karıştırılarak, kok eldesinde yararlanılmaktadır. Son zamanlarda koklaşabilen taşkömürüne linyit ilavesi ile kok eldesi deneylerinin yapıldığı bilinmektedir(10,11).

Gaz fabrikaları, taşkömürü ihtiyacının % 20'sini koklaşmayan taşkömürleri ile karşılamaktadır. Ayrıca tesislerinin özellikleri nedeni ile yüksek kalori tüketen sektörler; bazı çimento fabrikaları, T.C.D.D, Şeker fabrikaları, Ergani ve Murgul bakır işletmeleri, Tekel fabrikaları vb. koklaşmayan taşkömürü tüketmektedir.

Kok eldesinde kullanılan kömürlerin kül miktarının düşük olması istendiği gibi, diğer kullanım alanlarında da, zenginleştirme ile kül miktarı azaltılmış kömürler tercih edilmektedir. Zenginleştirme yöntemlerinden biri olan flotasyon küçük tane boyutunda uygulanmaktadır. Yapılan çalışmada yüksek oranda anorganik madde bulunduran Amasra kömürlerinin flotasyon özellikleri incelenerek en uygun koşulların belirlenmesi amaçlanmıştır.

2. MATERYAL VE YÖNTEM

2.1. KÖMÜR OLUŞUMU VE YAPISI İLE İLGİLİ GENEL BİLGİLER

2.1.1. KÖMÜR YATAKLARININ OLUŞUMU :

Yeryüzünde kömür yataklarının oluşumu genellikle alloktan veya otokton teori ile açıklanmaktadır. Birkısım yatakların ise allokton ve otokton oluşumu birlikte içerdığı kabul edilmektedir(12).

Allokton Teori :

1887'de Fayol tarafından ileri sürülen bu teoriye göre, kömür yatakları; göl ve denizlerin oluşturduğu sedimentasyon bölgelerinde, akarsu ve rüzgarların etkisiyle taşınan bitkisel artıkların birikmesiyle meydana gelmiştir. Allokton teori, denizlerden uzakta meydana gelmiş kömür yataklarının oluşumunu açıklamaktadır.



Otokton Teori :

1821'de Brogniart tarafından ileri sürülen teori, bitkisel artıkların birikmesinin ve kömürleşmesinin, bitkilerin yetiştiği bölgede olduğunu kabul etmektedir. Geniş alana yayılan ve kalın damarlar içeren kömür yataklarının oluşumu otokton teori ile açıklanmaktadır.

2.1.2. KÖMÜRÜN OLUŞUMU :

Kömür, biriken bitki artıklarının uygun çevre koşullarında bozunması, fiziksel ve kimyasal faktörlerin etkisiyle yapı değişikliğine uğraması sonucu meydana gelen tortul kayadır. Bulundurduğu organik ve anorganik maddelerin yapısı ve oranı her kömürde farklıdır(13).

Kömürün biokimyasal ve dinamokimyasal olmak üzere iki aşamada meydana geldiği kabul edilmektedir.

Biokimyasal Aşama :

White, biokimyasal aşamada, bitkilerin, mikro organizmaların etkisi ile bozunarak turbayı oluşturduğunu kabul etmektedir. Mikro organizma faaliyeti, suyun oksijen içeriğine bağlı olarak artarken, bozunma sırasında meydana gelen toksinlerin miktarının artması ile azalmaktadır. Bozunmanın ilerlemesi

toksinlerin miktarının giderek artmasına neden olmakta ve mikro organizma faaliyetini sona erdirmektedir.

Bozunma ileri bir aşamaya ulaştığında siyah renkli olgun turba meydana gelmektedir. Mikro organizma faaliyeti daha erken sona erdiğinde, bitki parçaları bulunduran kahverengi turba oluşmakta, bozunma çok daha az olduğunda turba lifli yapıda ve açık kahverengi olmaktadır.

Bitkilerin çeşitli kısımları bozunmaya karşı farklı direnç göstermektedir. Waksman ve Stevens bozunmanın şu sırayla olduğunu belirtmektedirler: Protoplazma, klorofil, yağlar, karbonhidratlar, dış kabuklar, tohum kabukları, pigmentler, kütikül, spor ve polenler, mumlar, reçineler ve diğer organik maddeler. Kömür oluşumunda farklı bitki kısımlarının önemi konusunda çeşitli fikirler ileri sürülmüştür.

Fischer ve Scharader, selülozun mikro organizmaların etkisiyle kolayca CO_2 ve H_2O 'ya parçalandığını, kömür oluşumunda önemli rol oynamadığını kabul etmektedirler. Ligninin bozunmaya karşı daha dirençli olduğunu, huminlere ve humik aside dönüştüğünü belirtmektedirler.

Marcusson, odundan turbaya ve sonra kahverengi kömüre dönüşmede lignin içeriğinin sabit kaldığını, selülozun oksiselüloz ve petkinleri vererek azaldığını ileri sürmüştür.

Berl ve arkadaşları, deneysel çalışmaları sonucunda, lignin ve selülozun birlikte kömür oluşumuna katkıda bulunduğu kararına varmışlardır. Selülozun, fazla miktarda bitüm içeren ve iyi koklaşan kömürlerin, ligninin ise koklaşmayan kömürlerin esasını oluşturduğunu belirtmişlerdir.

Yasui, incelemelerine dayanarak. selülozun daha önce bozunduğu sonucuna varmıştır.

Fischer, Scharader, Fuchs'a göre lignin, turbanın ve sonuçta kömürün esas maddesini oluşturmakta, selüloz ve diğer bileşikler de en azından yapının bir kısmını meydana getirmektedir.

Bozunma konusunda ileri sürülen görüşler arasında farklar olmakla birlikte, bitkilerin bulundurduğu maddelerin tamamının kömür oluşumuna katkıda bulunduğu kabul edilmektedir(14).

Teissen turba yığılmasının geniş zaman aralıklarında olduğunu, bunun sonucu olarak yatağın bulundurduğu bitkilerin

tabandan yüzeye doğru çeşitlilik gösterdiğini ileri sürmektedir. Kömürlerin yapısal farklılık göstermesinde, oluşan turbaların özelliklerinin etkili olduğunu da belirtmektedir. Farklı yapıda turbaların oluşumunda çevre koşulları etkilidir. Başlıcaları şöyle sıralanabilir :

1. Bitki yığılmasına neden olan topoğrafik basıncın niteliği, meydana getirdiği bataklığın büyüklüğü ve şekli.
2. Bataklığın yer aldığı bölgede anorganik materyalin yapısı.
3. İklim koşulları.
4. Çevrenin fiziki coğrafyası.
5. Turbanın birikim şekli, bataklık suyunun özelliklerinin derinde ve yüzeyde değişmesi, asiditesi, ve anorganik madde içeriğine bağlı olmaktadır.

Dinamokimyasal Aşama :

Kömürlerde, sıcaklık ve basıncın etkisiyle uçucu madde miktarı azalırken karbon miktarı artmakta ve bunun sonucunda kömürün rankı yükselmektedir. Bu aşamada termal metamorfizm ve orogenik kuvvetlerin etkisi görülmektedir.

Termal Metamorfizm :

Kömür yatağının oluşumundan bir süre sonra, yüksek sıcaklıkta magma, baskı yaparak tabakalar arasına girmekte ve termal denge kuruluncaya kadar çevreye, dolayısı ile kömür damarlarına ısı vermektedir. Sıcaklığın yükselmesi kömürün uçucu madde miktarının azalmasına, karbon miktarının artmasına, buna bağlı olarak rankının yükselmesine neden olmaktadır.

Ranktaki değişme kömür ve lav tabakası arasındaki uzaklığa bağlı olmaktadır. Kömür yatağının en altında antrasit, onun üzerinde bitümlü kömür ve giderek karbon miktarı azalan kömürler meydana gelmektedir.

Termal metamorfizm ile rankta bölgesel değişme aşağıda belirtilen faktörlere bağlı olmaktadır ;

1. Lav tabakasının yaptığı basınç.
2. Sıcaklık derecesi ve yapısı.
3. Kömür yatağının büyüklüğü ve şekli.
4. Yatağın üzerindeki tabakaların kalınlığı.

Orogenik Kuvvetlerin Etkisi :

Kömür tabakalarının. sedimenter tabakalarla birlikte eğilme bükülme, yarıлма ve kırılmaya maruz kalması rankın artmasına

neden olmaktadır. Çünkü; basınç, hareket ve sürtünmeden ileri gelen ısı, uçucu maddeleri uzaklaştırmaktadır.

Mott turba oluşumu ve kömürleşmenin daha ileri aşamalarını kimyasal açıdan incelemiş ve 5 kısım olarak ele almıştır.

1. Esas olarak odunsu yapıda olan, reçine ve mum içeriği az orman turbaları, $C_{65}H_4O_{30}$ formülü ile ifade edilen ulmik maddeye dönüşmektedir. Asidik ortamda olan dönüşüm sırasında H_2O , bir miktar CH_4 ve az miktar CO_2 kaybı olmaktadır.

2. Alkali ortamda anaerobik mikro organizma faaliyeti başlamakta ve ulmik maddeden oksijen CO_2 şeklinde ayrılmaktadır. Hidrojen ve karbon oranı artarken $C_{79}H_{5.5}O_{14.1}$ formülüyle ifade edilen rankı düşük bitümlü kömür meydana gelmektedir.

3. CH_4 , CO_2 ve H_2O uzaklaşmakta, hidrojen miktarı sabit kalırken oksijen miktarı azalmakta ve orta ranklı bitümlü kömür meydana gelmektedir.

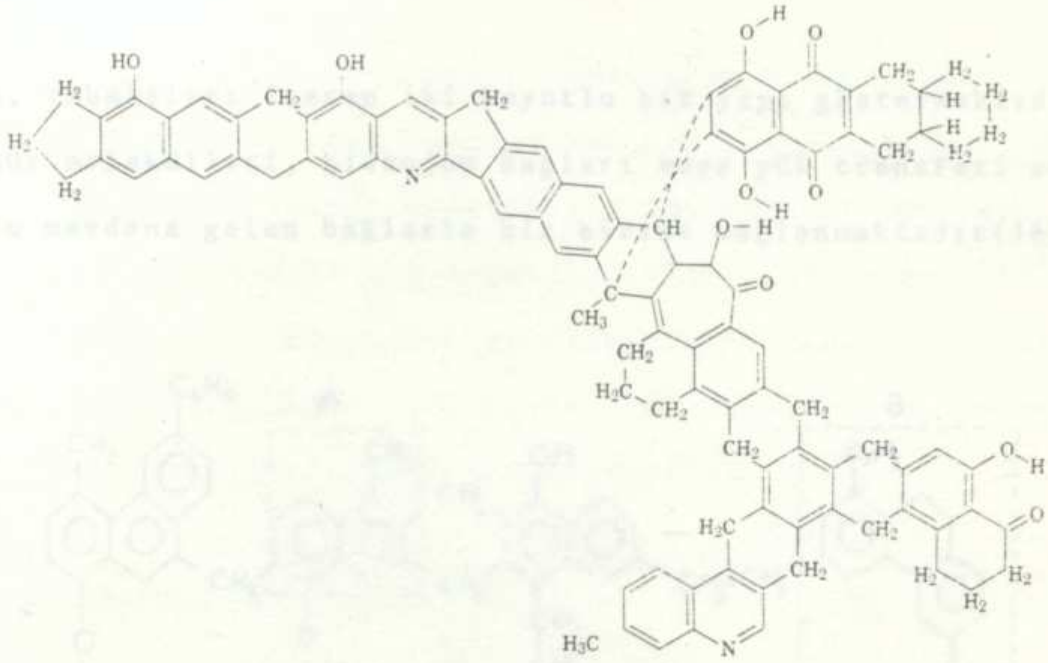
4. Oksijen miktarı azalmaya devam etmekte ve CH_4 , CO_2 , H_2O uzaklaşmaktadır. Hidrojen azalması, önceki aşamalara göre daha az olmaktadır.

5. Hidrojen miktarı, önceki aşamalarda olduğundan daha hızlı azalırken, başlıca CH_4 , az miktar H_2O uzaklaşmakta ve antrasit meydana gelmektedir(15).

2.1.3. KÖMÜRÜN MOLEKÜL YAPISI :

Huck ve Karweil, kömür molekülünün, aynı düzlemde bulunan on tane kadar aromatik halkanın birleşmesiyle meydana gelen bir çekirdek ve buna bağlı metilen sisteminden ibaret olduğunu kabul etmişlerdir. Bu molekül yapısı, Griffith tarafından ileri sürülen salkım modeline benzemektedir. Alifatik ve alçıklık kombinasyonlar içinde karboksil, karbonil, hidroksil grupları bulunduran metilen sistemi yan zincir olarak adlandırılmaktadır. Oksijence zengin grupların kopması, daha sonra metan ayrılmasıyla uzunluğu azalırken kömürün rankı artmaktadır. Yan zincir uzunluğunun azalması, çekirdekteki aromatik halkaların kohezyon kuvvetlerinin etkisi ile birbirine paralel olarak yığılmasını da kolaylaştırmaktadır.

Kömür molekülü giderek daha ayrıntılı ifade edilmiştir. 1960 da Given % 82 karbon bulunduran kömürün molekül strüktürünü şöyle ifade etmektedir(15).

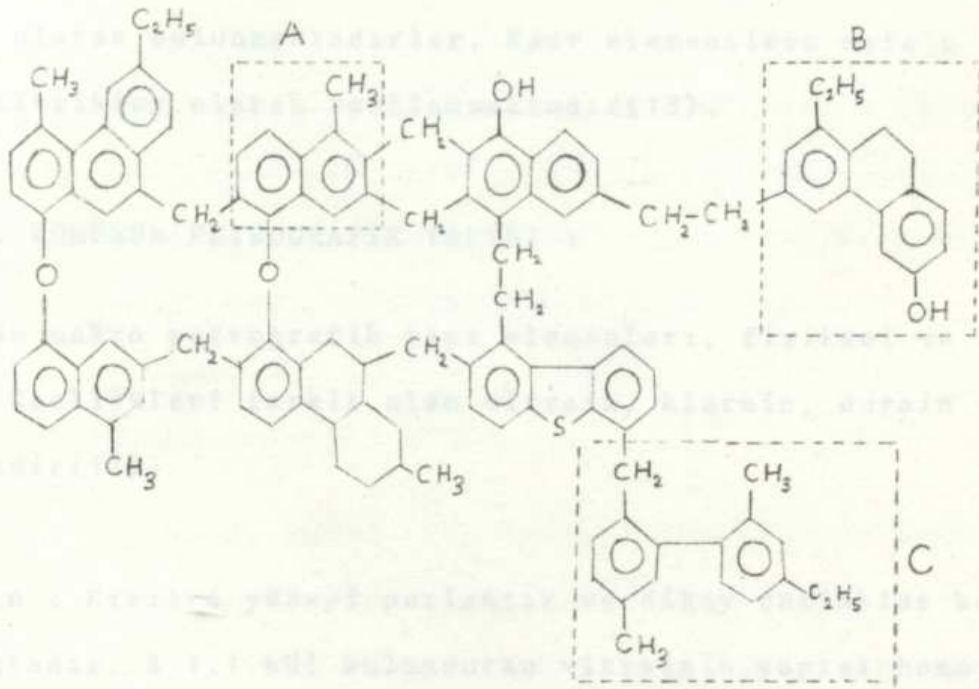


ŞEKİL 2.1. % 82 C bulunduran kömürün, Given tarafından verilen molekül strüktürü.

Son yıllardaki literatürlerde, kömür molekülünün aşağıdaki şekilde belirtilen A, B, C gibi modüler birimlerden meydana geldiği kabul edilmektedir. Molekül ağırlığının ölçülmesine bağlı olarak, modüler birim sayısının belirlenmesi çalışmaları Given tarafından sonuçlandırılmıştır. Birim sayısının 5-20 arasında olduğu ve ranka bağlı olarak arttığı kabul edilmiştir.

Modüler birimler genellikle metilen, etilen ve eter köprüleriyle birbirine bağlanmaktadır. Yerleşimleri lineer olma-

yıp, tabakaları içeren iki boyutlu bir yapı göstermektedir. Kömür molekülleri, hidrojen bağları veya yük transferi sonucu meydana gelen bağlarla bir birine bağlanmaktadır(16).



ŞEKİL : 2.2. Kömür molekülünün strüktürü.

2.1.4. ANORGANİK MADDELER :

Anorganik maddeler, organik yapıdan ayrı mineral partikülleri halinde, kömürün gözeneklerindeki suda çözünmüş olarak veya organik materyale bağlı olarak bulunmaktadırlar. Başlıcaları, oluşum sırasında akarsular tarafından turba bataklığına taşınan kil, kuvars gibi silikat mineralleridir ve ta-

bakalar halinde birikmişlerdir. Kalsit ve dolomit kömür tabakaları arasında, ince bantlar halinde yer almaktadır. Pirit ve markasite farklı oranlarda daima rastlanmaktadır. Toprak alkali ve daha çok alkali metaller, kömür moleküllerinin oksijenli fonksiyonel gruplarındaki porotonun yerini almış olarak bulunmaktadırlar. Eser elementlere metalo organik bileşikler olarak rastlanmaktadır(13).

2.1.5 KÖMÜRÜN PETROGRAFİK YAPISI :

Kömürün makro petrografik yapı elemanları, fiziksel ve kimyasal özellikleri farklı olan vitrain, klarein, durain ve fusaindir(17).

Vitrain : Kırılma yüzeyi parlaktır ve dikey çatlaklar bulundurmaktadır. % 1.1 kül bulunduran vitrainin yapısı homojendir ve yoğunluğu $1.28-1.30 \text{ g/cm}^3$ 'dür.

Klarein : Yarı parlak, köşeli kırılma yüzeyinde, genellikle durain olmak üzere, heterojen dağılmış kolloidal boyutta maddeler bulundurmaktadır. % 1.2 kül bulunduran, kömür oluşumunda hakim olan klarein $1.20-1.29 \text{ g/cm}^3$ yoğunluktadır.

Durain : Kırılma yüzeyi pürüzlü ve mattır. Kül miktarı % 6.3, yoğunluğu $1.20-1.36 \text{ g/cm}^3$ olan durain taneli yapı göstermekte ve kolay kırılmamaktadır. Oldukça kalın damarlar, ara damarlar halinde bulunmakta ve kömür yapısında fazla miktarda yer almaktadır.

Fusain : Yoğunluğu $1.37-1.52 \text{ g/cm}^3$, kül miktarı % 15.6 olan fusainin uçucu madde oranı % 18'i geçmemektedir. Kömürde bulunan toplam kükürdün % 40'ını içermektedir. Makro gözenekli yapı göstermekte ve kolay kırılmaktadır.

2.2. FLOTASYON

Flotasyon, oldukça küçük tane boyutunda uygulanan mineral zenginleştirme metodudur. Esası, mineral partiküllerinin su-gaz fazları arayüzeyinde tutunma yeteneklerinin farklı olmasına dayanmakta ve gaz fazı olarak genellikle hava kullanılmaktadır. Köpük, film, ve yağ flotasyonu olarak uygulanan işlemin, en çok kullanılan türü köpük flotasyonudur.

Köpük flotasyonunda mineral partiküllerinin suya ve ilave edilen reaktiflere karşı ilgisini, yüzey enerjilerinin değeri belirlemektedir. İyonik, kovalent ve yarı iyonik bağlar bulunduran mineraller kırıldığında, ortaya çıkan yüzeylerde

kuvvetli elektrik alan meydana gelmekte ve buna bağılı olarak yüzey enerjilerinin değeri büyük olmaktadır. Moleküllerden meydana gelen bileşiklerde ise, moleküller arasında Van der Waals kuvvetleri etkili olmaktadır. Bunların kırılma yüzeylerinde zayıf bir elektrik alan meydana geldiğinden, yüzey enerjilerinin değeri düşük olmaktadır.

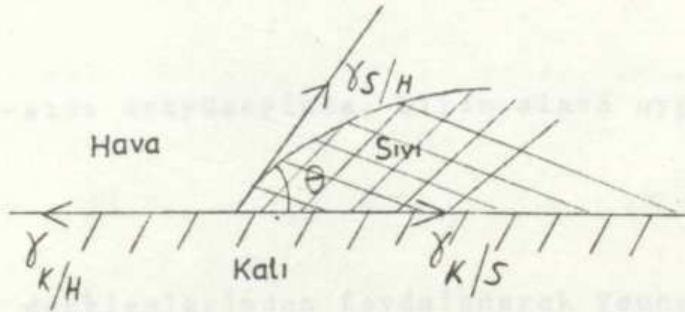
Su molekülleri ve mineral partikülleri arasındaki adezyon kuvveti, su molekülleri arasındaki kohezyon kuvvetinden büyük olduğunda, mineral yüzeyi suyla ıslanmaktadır. Islanan mineral partikülleri pulpta kalırken, ıslanmayanlar hava kabarcıklarına yapışarak su yüzeyine yükselmekte ve zenginleştirilmek istenen mineral partiküllerini içeren bir köpük meydana gelmektedir.

Pulpa ilave edilen flotasyon reaktifleri ile mineral yüzeylerinin özellikleri etkilenecek, yüzmesi veya batması sağlanmakta veya bu özelliğin şiddeti arttırılmaktadır. Pulpın karıştırılmasıyla, ilave edilen reaktiflerin ve mineral partiküllerinin su fazında dağılması ve birbirleriyle temas ihtimalinin artması sağlanmaktadır. Karıştırma, pulpa gönderilen havanın kabarcıklar şeklinde dağılmasına da sebep olmaktadır.

Flotasyonda mineral partiküllerinin tane boyutu genel olarak 3-4.5 mm arasında alınırken, köpük flotasyonu 0.2 mm.den daha küçük boyutta da uygulanmaktadır. Büyük partiküllerin yüzmesi zor olurken, küçük tane boyutunda çalışıldığında da kayıp artmaktadır. Tane boyutunu belirlemede mineralin özgül ağırlığı, yüzey özellikleri dikkate alınmakta ve özgül ağırlığı düşük olan tabakalı yapı gösteren mineraller nispeten iri tane boyutunda yüzdürülmektedir(18.19).

2.2.1. TEMAS AÇISI ve ISLANMA :

Bir sıvı damlası, katı madde yüzeyine konulduğunda, yayılarak yüzeyi ıslatmakta ya da yüzeyle belirli bir temas açısına sahip damla olarak kalmaktadır.



ŞEKİL 2. 3. Katı madde yüzeyine konulan sıvı damlasının meydana getirdiği θ açısı ve katı-hava, sıvı-hava, katı-sıvı, arayüzeylerindeki gerilim kuvvetleri.

Şekil 2.1'de görülen katı, sıvı, hava arayüzlerinde yer alan gerilim kuvvetleri arasında şu bağıntı yazılmaktadır.

$$\gamma_{K/H} = \gamma_{K/S} + \gamma_{S/H} \cos\theta \quad (2.1)$$

$\gamma_{K/H}$ = Katı-hava arayüzeyinde gerilim kuvveti

$\gamma_{K/S}$ = Katı-su arayüzeyinde gerilim kuvveti

$\gamma_{S/H}$ = Sıvı-hava arayüzeyinde gerilim kuvveti

θ = Hava-sıvı arayüzeyi ile katı yüzeyi arasında yer alan temas açısı

Katı ve sıvının, temas ettikleri arayüzeyde, birim alana uyguladıkları çekim, Dupre denklemi ile verilmektedir.

$$W_{K/S} = \gamma_{K/H} + \gamma_{S/H} - \gamma_{K/S} \quad (2.2)$$

$W_{K/S}$ = katı-sıvı arayüzeyinde, birim alana uygulanan adezyon çekimi.

2.1 ve 2.2. denklemlerinden faydalanarak Young denklemi elde edilmektedir.

Young denklemi

$$W_{K/S} = \gamma_{S/H} (1 + \cos\theta) \quad (2.3)$$

Young denkleminde, θ açısının değeri sıfır olduğunda, katı sıvı arasındaki adezyon çekiminin maksimuma ulaştığı görülmektedir. Bu durumda sıvı madde, katı yüzeyini tamamen ıslatmaktadır. θ açısı 180° olduğunda ıslanma meydana gelmez. Katı ile sıvı arasında daima bir miktar çekim olduğundan; teorik olarak varılan bu sonuç, pratikte gerçekleşmez(20.21).

Bazı araştırmacılar $\theta < 90^\circ$ olduğunda pratikçe ıslanmanın gerçekleştiğini, $\theta > 90^\circ$ olduğunda ıslanma olmadığını savunmaktadır. Flotasyon uygulamasında iyi sonuç alınabilmesi için θ açısının değerinin 50° - 70° olması gerektiği kabul edilmektedir(20.22).

2.2.2. ELEKTRİKSEL ÇİFT TABAKA :

Mineral partikülü su fazına konulduğunda, partikül yüzeyinden su fazına geçen iyonlar, suyun H_3O^+ , OH^- iyonları ve suda bulunan diğer iyonların etkisi ile, pozitif veya negatif elektrikle yüklenmektedir.

AB bileşiğinden su fazına iyonların geçmesi, aşağıda verilen reaksiyon dengesi kuruluncaya kadar devam etmektedir(23).

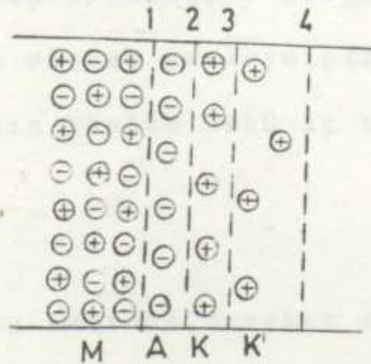


$$K_{\text{çç}} = [A^{+}][B^{-}] \quad (5)$$

Ağır iyon bileşiğın yüzeyi tarafından daha kuvvetli tutulduğundan, bileşik yüzey bu iyonun yüküyle yüklenmektedir.

Zıt yüklü iyonların adsorpsiyonuyla oluşan yüzey yükü, katyonların anyonlara göre daha fazla hidrate olması ve buna bağılı olarak su fazında kalma isteğı nedeniyle genellikle negatiftir(20).

Elektrikle yüklü partikül yüzeyi tarafından, su fazında bulunan zıt yüklü iyonların çekilmesi sonucu, zıt yüklü iki tabakanın oluşturduğu bir yapı meydana gelmektedir. Şekil 2.2.'de görülen zıt yüklü levhaları içeren ve kondansatöre benzetilen bu yapıya elektriksel çift tabaka denilmektedir(18.24).



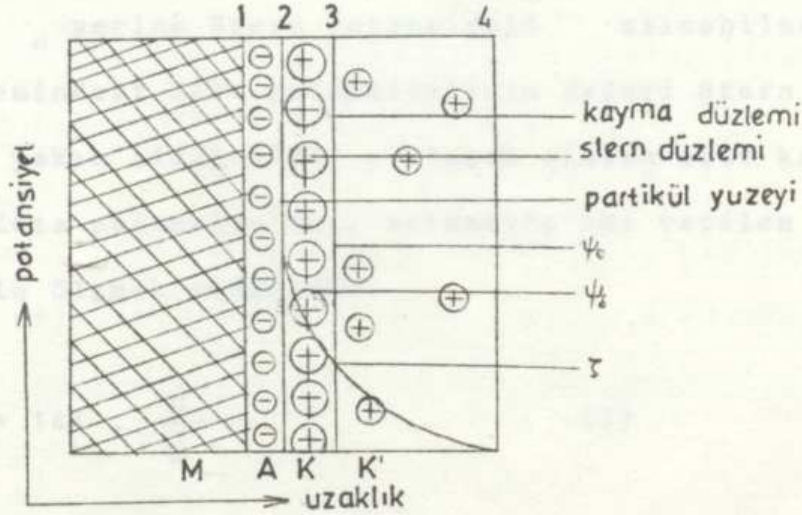
ŞEKİL 2.4. Mineral yüzeyinden katyonların su fazına geçmesiyle elektriksel çift tabaka oluşumu.

- M : Mineral kristal ağı
- 1 : Yapısı değişmeyen ve değişen mineral ağı tabakaları arası sınır.
- A : Mineral ağının yapısı değişen kısmı veya çift tabakanın iç kısmı
- 2 : Mineral ve çözelti arasındaki sınır.
- k : Çift tabakanın, düzenli şekilde yerleşmiş iyonlardan oluşan dış kısmı
- 3 : Dış tabakanın düzenli ve diffüzlenen kısmı arasındaki sınır.
- K' : Çift tabakanın diffüzlenen düzensiz bölgesi
- 4 : Çözelti ve çift tabakanın dış kısmı arasındaki sınır.

Elektriksel çift tabakanın iç ve dış bölgeden meydana geldiği kabul edilmektedir. Şekil 2.2.'de yüzeye bağlı anyonlardan oluşan A iç bölge ve 2 çizgisinin sağ tarafı dış bölgedir. Dış bölgede zıt yüklü iyonlar, 3 çizgisinin solunda düzenli ve sağında düzensiz olarak yerleşmişlerdir. Dış tabakanın zıt yüklü iyonlarının toplam yükü iç tabakanın yüküne eşittir.

Mineral partikülü su fazında hareket ettiğinde; K tabakasında yer alan zıt yüklü iyonlar, mineral ile birlikte hareket

etmektedirler. k' tabakasındaki iyonlar daha yavaş hareket etmekte ve geride kalmaktadırlar. Sistemin tamamında nötrallik sağlanırken partikülü saran A ve K iyon tabakaları ile çözeltinin geri kalan kısmı arasında bir potansiyel farkı meydana gelmektedir. Bu potansiyel farkına elektrokinetik potansiyel(ζ) denilmekte ve pratikte ölçülmektedir. Elektriksel çift tabakada potansiyel, şekil 2.3.'de görüldüğü gibi değişmektedir.



ŞEKİL : 2.5. Elektriksel çift tabakada ζ potansiyelinin mineral yüzeyinden uzaklaştıkça azalması.

ψ_0 : Yüzey potansiyeli

ψ_s : Stern potansiyeli

ζ : Elektrokinetik potansiyel (Zeta potansiyeli)

Stern elektriksel çift tabakanın partikül yüzeyine paralel olarak sıralanan zıt yüklü iyonların merkezlerinden geçen bir düzlemlerle ikiye ayrıldığını kabul etmektedir. Stern düzlemi denilen bu düzlemin dışında yer alan iyonların, çift tabakanın diffüze edilen kısmını oluşturduğunu ileri sürmektedir. Değeri yüzeydeki yük yoğunluğuna bağlı olan yüzey potansiyeli ψ_0 yerine Stern potansiyeli alınabilmektedir. Kayma düzlemindeki zeta potansiyelinin değeri Stern potansiyeline çok yakın olduğundan, yaklaşık olarak eşit kabul edilmektedir. Zeta potansiyelini, zetametre adı verilen alet vasıtası ile ölçmek mümkündür.

$$\zeta = 141 \cdot \frac{U}{E} \quad (5)$$

ζ = Zeta potansiyeli veya elektrokinetik potansiyel
(m.v)

U = Partikülün hızı (μ /Sn)

E = Birim uzaklığa uygulanan potansiyel farkı (V/Cm)

2.2.3. FLOTASYON REAKTİFLERİ :

Bunlar, mineral partiküllerinin veya hava kabarcıklarının yüzeyine bağlanarak flotasyonun etkinliğini arttırmakta ve seçimli olmasını sağlamaktadırlar. Toplayıcı, köpük yapıcı ve kontrol reaktifleri olarak gruplandırılırlar(18,24).

Toplayıcı Reaktifler :

Toplayıcı reaktifler, adsorplandıkları mineral yüzeyine hidrofob özellik kazandıran veya hidrofob özelliğini arttıran organik maddelerdir. Yüzeyi toplayıcı reaktif ile kaplanan mineral partikülünün hava kabarcıklarına yapışması daha kolay ve hızlı olmaktadır(18,22,24).

Toplayıcıların partikül yüzeyine bağlanması, yapılarına ve mineral yüzeyinin özelliklerine bağlıdır. Pulpta bulunan, özellikle mineral yüzeyine bağlanan iyonlardan da etkilenebilmektedir.

Flotasyonda, partikül yüzeyinin bir kısmının, monomoleküler toplayıcı tabakası ile kaplanması yeterlidir. Fazla miktarda toplayıcı kullanıldığında seçimliliğin azaldığı bilinmektedir.

Toplayıcılar suda iyonlaşan ve iyonlaşmayan olmak üzere iki gruba ayrılırlar:

Suda İyonlaşan Toplayıcı Reaktifler :

Bu reaktifler, mineral yüzeyine bağlanan aktif iyon ve su fazında kalan aktif olmayan iyonlarına ayrışmaktadırlar. Aktif iyonlar, hidrokarbon radikaline bağlı bir atom grubu bulundurmaktadır. Toplayıcı iyonunu mineral yüzeyine bağlayan bu gruba, solidofil grup denilmektedir. Toplayıcının mineral yüzeyine bağlanma kuvveti ve seçiciliği solidofil grubun özelliğine, hidrofob yapı kazandırması ise hidrokarbon radikalinin özelliğine bağlı olmaktadır. Hidrofob özellik, hidrokarbon radikalleri arasındaki van der Waals çekim kuvvetlerinden ileri gelmektedir.

Suda İyonlaşmayan Toplayıcı Reaktifler :

Apolar yapıda organik bileşikler olup mineral yüzeyini ince bir filmle kaplanmaktadırlar . Suda emulsiyon oluşturmakta ve iyonlaşabilen toplayıcılara göre mineral yüzeyine daha yavaş bağlanmaktadırlar. Bağlanma adezyon çekimi ile sağlanmaktadır.

Köpük Yapıcı Reaktifler :

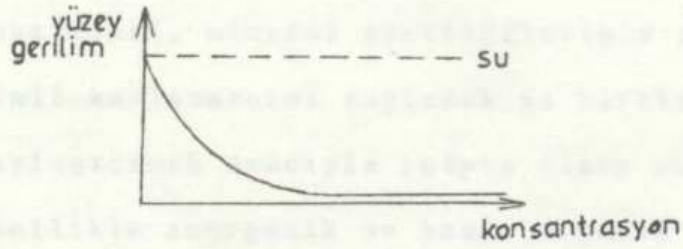
Bu reaktifler, toplayıcılar vasıtası ile hidrofob özellik kazanan veya hidrofob özelliği arttırılan mineral portiküllerinin, hava kabarcıklarına daha kolay ve sağlam bağlanmasını sağlayan, heteropolar yapıda yüzey aktif maddelerdir. Suyu ilave edildiklerinde, polar grupları su dipolleri tarafından çekilirken, apolar grupları hava fazına itilmektedir. Bunun sonucu, apolar gruplar su fazında, polar gruplar hava fazında yer alarak, şekil 2.4'de görüldüğü gibi hava-su arayüzeyinde birikmektedirler(20).



ŞEKİL : 2.6 . Heteropolar yapıda köpük yapıcı maddelerin hava-su arayüzeyinde birikmesi.

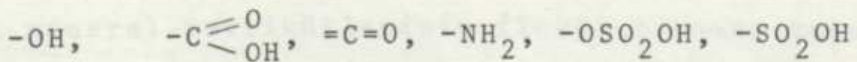
Suyun yüzey gerilimi, şekil 2.5'de belirtildiği gibi, yüzey aktif madde konsantrasyonunun artmasıyla azalarak minimuma

ulaşmaktadır. Denemeler, flotasyonda varolma süresiyle belirtilen köpük kararlılığının, su yüzey geriliminin minimuma ulaştığı noktadan oldukça önce ve nispeten düşük köpük yapıcı madde konsantrasyonunda maksimuma ulaştığını göstermiştir. Belirtilen sebep ve prosesin ekonomik yönü dikkate alınarak, flotasyonda köpük yapıcı maddeler düşük konsantrasyonlarda kullanılmaktadır(18,24).



ŞEKİL : 2.7. Suyun yüzey geriliminin, yüzey aktif madde konsantrasyonuna göre değişmesi.

Denemeler, çeşitli polar gruplara sahip çok sayıda yüzey aktif maddenin köpük yapıcı özelliğe sahip olduğunu göstermiştir. Bunlardan flotasyonda etkili olanlar aşağıdaki polar grupları taşıyanlardır.



Köpük yapıcı maddelerin gücü; polar gruplarının su dipoları ile etkileşimine, apolar gruplarının strüktür ve uzunluğuna bağlı olmaktadır. Apolar grup en az altı karbon atomu bulundurmmalıdır. Bu grup çok uzun olduğunda da, maddelerin çözünürlükleri ve flotasyonda etkinlikleri azalmaktadır. İyi bir flotasyon uygulaması için; köpük yapıcıların suda % 3-4 arasında çözünmesi gerekmektedir(18).

Kontrol Reaktifleri :

Kontrol reaktifleri, mineral partiküllerinin toplayıcı tarafından seçimli kaplanmasını sağlamak ve birbirlerinden ayrılmasını kolaylaştırmak amacıyla pulpta ilave edilmektedirler. Bunlar, genellikle anorganik ve bazan organik yapıdadırlar(18, 22).

Etkilerine göre şöyle sınıflandırılmaktadırlar ;

1. Bastırıcı reaktifler : Mineral yüzeyine toplayıcı bağlanmasını zorlaştıran reaktiflerdir.

2. Aktifleştirici reaktifler : Mineral yüzeyine toplayıcı bağlanmasını kolaylaştıran reaktiflerdir.

3. Bazı mineral partiküllerinin flokülasyonunu veya dispersiyonunu sağlayan maddelerdir. Suyun P_H değerini kontrol eden,

flotasyona zararlı iyonların etkisini gideren reaktifler de bu gruba girmektedir.

2.2.4. KÖMÜR FLOTASYONU :

Günümüzde, küçük tane boyutunda kömürü zenginleştirmede tek etkili metod flotasyondur. Koklaşma işleminde kullanılan kömürün anorganik madde içeriğinin minimuma indirilmesinin istenmesi ve kömür tozlarının değerlendirilmesi gereği flotasyonun önemini arttırmaktadır.

Kömürün flotasyon özellikleri ; rankına, petrografik yapısına, bünyesinde bulunan anorganik maddelerin bileşimine ve dağılımına bağlıdır. Makro petrografik bileşenlerinin sudaki yüzebilirliği; vitrain, klarein, durain, fusain, sırasıyla azalmaktadır. Flotasyonun etkinliği, pulpa reaktiflerin ilavesi ile arttırılmaktadır.

Kömür, atmosfer koşullarında beklediğinde, yüzeyi okside olmaktadır. Bu durumda, oluşan karboksil ve karbonil bileşikleri nedeniyle, tabii kömür yüzeyinin hidrofob özelliği giderek azalmaktadır.

Flotasyonda tane boyutu, kömürün yoğunluğuna bağlı olarak seçilmektedir. Yoğunluğu yüksek kömürler küçük tane boyutu-

na, düşük olanlar nispeten büyük tane boyutuna getirilmektedir. Sisteme verilen kömürde, çok küçük tane boyutunda partikül oranının artması prosesi olumsuz etkilemektedir. Bu durumda, köpüğe taşınan toplam katı madde miktarı arttığından, konsantrenin kül miktarı artmakta ve daha fazla flotasyon reaktifi tüketilmektedir. Bunların flotasyon öncesinde hidrosiklon ile uzaklaştırılması, gerekirse geri kazanılması uygun olmaktadır.

Gözenekli kömür partiküllerinin adsorpsiyon yeteneği fazla olduğundan, flotasyonda fazla reaktif tüketimi önlemek için, karıştırma süresi diğer minerallerde olduğundan daha kısa alınmaktadır. Genellikle 15-18 dakika olarak uygulanmaktadır.

Kömür flotasyonunda pulpta katı oranı; reaktif tüketimi, konsantrenin miktarı ve kül oranı açısından önemli etkenlerdir. Bu oran % 20-30 arasında tercih edilmektedir(18,25).

2.2.4.1. Kömür Flotasyonunda Kullanılan Reaktifler :

Kömür flotasyonunun etkinliği, pulpa ilave edilen reaktiflerle arttırılmaktadır. Kullanılan toplayıcı, köpük yapıcı, anorganik maddeleri bastırıcı reaktifler ve etkileri aşağıda verildiği gibidir.

Toplayıcı Reaktifler :

Kömür flotasyonunda kullanılan gaz yağlı, motorin gibi apolar toplayıcılar; su fazında, dispersiyonu karıştırma şartlarına bağlı olan emilsiyonlar oluştururlar. Bunlar kömür partikül yüzeyinin apolar kısımlarına yapışarak, tabii hidrofob özelliğini arttırmaktadırlar(18).

Apolar reaktiflerin pulptaki emilsiyonlarının dispersiyon derecesinin artması ile flotasyonun etkinliği artmaktadır. Dispersiyonun arttırılması için uygulanan çeşitli yöntemler vardır. Mekanik yöntemlerden; reaktiflerin aerosol şeklinde püskürtülmesi veya püskürtme ile maksimum parçalanmanın sağlanması sayılabilir(30).

Kömür flotasyonunda, fazla miktarda toplayıcı kullanıldığında, zor yüzen kömür partikülleri daha kolay yüzebilmektedir. Bu durumda. toplam olarak yüzen katı madde miktarı artarken, konsantrenin kül miktarı da artmaktadır(25).

Köpük Yapıcı Reaktifler :

Bunlar, kömür flotasyonunda, hem köpük oluşumu sağlamakta, hem de polar kısımlarıyla kömür partikül yüzeylerinin hidrofil özellik gösteren kısımlarına bağlanarak partiküle hidrofob özelliğini arttırmakta; yani toplayıcı görevi de yapmak-

tadırlar. Hidroksil polar grubu bulunduranlar, sülfo ve karboksil polar grubu bulunduranlara göre, daha seçimli davrandıklarından tercih edilmektedirler. Radikallerinde 6-8 karbon atomu bulunduran alkoller ve çam yağı başlıca kullanılanlar arasında yer almaktadır. Krezol iyi sonuç vermekle birlikte, zehirleyici özellikte olmasından dolayı tercih edilmemektedir(18).

Fazla köpük yapıcı ilavesi, köpükte su miktarını arttırmaktadır. Pulpta bulunan anorganik maddelerin su ile birlikte köpüğe taşınması sonucu, konsantrenin kül miktarının artmasına neden olmaktadır(25).

Bastırıcı Reaktifler :

Pulpta fazla miktarda bulunan kil, kömür partikül yüzeylerine yapışarak, partiküllerin hava kabarcıklarına yapışmasını zorlaştırmaktadır . Bu durumda nişasta, organik kolloidler, sodyum silikat, Aluminyum tuzları kullanılarak kilin bastırılması sağlanmaktadır(18,19).

2.2.4.2. Yüzey Aktif Maddelerin Kömür Flotasyonuna Etkisi :

Çok az miktar yüzey aktif madde kullanarak, apolar reaktiflerin su fazında oldukça küçük boyutta dağılması ve kararlı emulsiyonlar oluşturması sağlanmaktadır. Hidrokarbon zin-

cirinde 12-18 karbon atomu bulunduran sodyum alkil sülfatlar ve yan zincirinde 10-14 karbon atomu bulunduran aril sülfonatlar, bu amaçla en çok kullanılan teknik alterjanlardır.

Emulsiyonların dispersiyonlarının artması ile birlikte, optik yoğunlukları da artmaktadır. Deterjanların dispersiyonu arttırma etkisi, emulsiyonların optik yoğunluklarının ölçülmesiyle gözlenmiştir. Flotasyonda kullanılan apolar toplayıcı ve köpük yapıcı reaktiflerin, miktarlarının % 1-5'i kadar sodyum Loril sülfat ilavesiyle yapılan emulsiyonlarında, dispersiyonun oldukça arttığı görülmüştür.

Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu kullanarak, deterjanların kömür flotasyonuna etkisi, denemelerle incelenmiştir. Toplayıcı, köpük yapıcı reaktiflerinin ve deterjan miktarının sabit tutulduğu çeşitli denemeler yapılmıştır. En iyi sonuç, toplayıcının deterjan etkisi ile emulsiyonu yapıldıktan sonra ve köpük yapıcının doğrudan ilave edildiği uygulamada alınmıştır. Konsantre miktarının arttığı, konsantrede kül miktarının değişmediği görülmüştür.

Gaz yağı, köpük yapıcı reaktif ve deterjanın sisteme ayrı olarak verildiğinde elde edilen sonuç, deterjanın kullanıldığı denemeden farklı olmamıştır. Buna bağlı olarak, kullanılan deterjanın, toplayıcı veya köpük yapıcı etkide bulunmadığına karar verilmiştir.

Sinaî ölçüde yapılan flotasyon denemelerinde, teknik deterjanların 1-3 g/ton oranında kullanılması ile, prosesin etkinliğinin arttığı görülmüştür. Reaktiflerin kömür partiküllerine bağlanmasını sağlamak üzere yapılan karıştırmanın süresi azalmış, atıkta kül miktarı artmış, bazı uygulamalarda konsantride kül miktarı da azalmıştır(30).

2.2.4.3. Tuz Flotasyonu :

Kömür zenginleştirmede, henüz deneme aşamasında olan tuz flotasyonu, maliyetinin ucuz olması ve seçimlilik göstermesi nedeniyle ilgi çekmektedir. Seyreltik tuz çözeltilerinde, kömür partikül yüzeylerinin hidrofob özellik kazanması konusunda çeşitli fikirler ileri sürülmekle birlikte, çözeltilerin kömürün yüzeyinin dehidrasyonuna sahip olarak bu özelliği verdiği görüşü ağırlık kazanmaktadır (26,27).

CaCl_2 , NaCl , Na_2SO_4 , AlCl_3 gibi tuzları % 1-3 oranında içeren seyreltik çözeltilerde, taş kömürünün flotasyonu incelen-

miş ve olumlu sonuç alınmıştır. Ayrıca, organik reaktiflerle yapılan kömür flotasyonunun, seyreltik tuz çözeltilerinde daha iyi sonuç verdiği denemelerle gözlenmiştir(26).

Organik reaktiflerle yapılan kömür flotasyonunu, nehir sularına göre daha fazla miktarda çözünmüş anorganik madde içeren sular ile yapıldığında daha iyi sonuç alınmıştır. Kömür flotasyonunda, kullanılan suyun P_H değeri, diğer minerallerin flotasyonunda olduğundan daha az önemlidir. Bununla birlikte en uygun P_H değerinin 7,5-8 olduğu belirtilmektedir (26,28)

Prosesin ekonomik yönü dikkate alınarak, tuz çözeltileri hazırlamak yerine, doğal olarak belli miktar $NaCl$, KCl , $CaCl_2$ $MgCl_2$ içeren deniz sularının kömür flotasyonunda kullanılabileceği düşünülmüştür. Karadeniz'den sağlanan su ile yapılan denemeler bu düşüncüyü doğrulamıştır(29).

3.1.4. ÇEVRE ALIŞTIRMA

Kömür flotasyonu "75 3370 Kömürden Kurulmuş Alet" de belirtilen şekilde yapılmıştır. Çevre 7: Aletlerden birisi olan kömür flotasyonu için kullanılır. Alet yapıldıktan sonra suya ve kırıntıların suya karıştığından, su

3. DENEYSEL ÇALIŞMA

3.1. ÖRNEK ALINMASI, HAZIRLANMASI VE ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Yapılan çalışmada; Amasra kömürünün flotasyon özellikleri ve buna çeşitli faktörlerin etkisi, ocaklardan çıkarılan kömürü Lavvara ileten banttardan alınan, örnekte incelendi ve optimum koşullar belirlendi. Ayrıca, atmosfer koşullarında, ince tane boyutunda uzun süre beklemiş kömürden alınan örnekte denemeler yapıldı.

3.1.1. ÖRNEK ALINMASI

Kömür örnekleri "TS 2390 Kömürden Numune Alma" da belirtilen esaslara göre alındı. Örnek I: Ocaklardan çıkarılan kömürü Lavvara ileten bantın, elle ayıklama yapıldıktan sonra ve kırıcılardan önce yer alan bölümünden, on

dakika ara ile gün boyu, 1 ton kadar örnek alındı. Konileme ile dörtleme ile 200 kg. dolayına azaltıldı.

Örnek II: Atmosfer koşullarında, küçük tane boyutunda uzun süre beklemiş kömür yığınınından 1 ton kadar örnek alındı. Konileme ve dörtleme ile 100 kg dolayına azaltıldı.

3.1.2. FLOTASYON ÖRNEKLERİNİN HAZIRLANMASI

Flotasyon denemelerinde kullanmak üzere, çeneli kırıcı ve küreli değirmen ile, küçük tane boyutunda flotasyon örnekleri hazırlandı. Örnek I ve II'den flotasyon için Ia, Ib, Ic ve IIa örnekleri hazırlandı (31).

Flotasyon örnekleri aşağıda verildiği gibidir:

Ia: I örneğinin yarısının -0.500 mm tane boyutuna getirilmesi ile hazırlandı.

Ib: I örneğinin elle ayıklama yapılan yarısından -0,500 mm tane boyutunda hazırlandı.

Ic: I örneğinin elle ayıklama yapılan yarısından, 0,560 mm tane boyutunda hazırlandı.

IIa: II örneğinin, kırma işlemine gerek görülmeden, doğrudan öğütülmesi ile -0,500 mm tane boyutunda hazırlandı.

3.1.3. FLOTASYON ÖRNEKLERİNİN ÖZELLİKLERİNİN BELİRLENMESİ

Bu amaçla, flotasyon örneklerinden "ASTM D. 271,64 laboratory sampling and analysis of coal coke" da belirtilen esaslara göre laboratuvar örnekleri alınarak: nem, kül, uçucu madde, sabit karbon ve kükürt miktarları tayin edildi. I örneğinin -0,500 mm tane boyutuna getirilmesi ile elde edilen kömürden hazırlanan kül analiz örneğinin; kimyasal analizi ve x - ray difraksiyon analizi yapılarak, flotasyonla giderilmek istenen anorganik içeriğin yapısı belirlendi. Böylece, örneklerin flotasyona etki eden özellikleri saptandı.

3.1.4. KÖMÜR ANALİZLERİ

Ia, Ib, Ic, IIa flotasyon örneklerinde; nem, kül, uçucu madde, sabit karbon miktarları aşağıda açıklanan şekilde tayin edildi. Sonuçlar çizelge 3.1'de verildi.

Nem: Sabit tartımı bilinen saat camına, hassas tartım ile 1 g. örnek alındı. Etüvde 104-110°C'de 1 saat bekletilerek kurutuldu ve desikatörde bekletilerek soğutuldu. Tartım farkı nem miktarı olarak alındı.

Kül: Sabit tartımı bilinen porselen krozeye nemi giderilmiş kömür örneğinden 0,250 g. hassas tartım alındı ve soğuk kül fırına konuldu. Fırının sıcaklığı 750°C'ye kadar yükseltilerek yanma sağlandı. Kroze ve içeriği, desikatörde bekletilerek soğutuldu ve tartıldı. Bulunan değerden kroze sabit tartımı çıkarılarak, kül miktarı belirlendi.

Uçucu madde: Sabit tartımı bilinen krozeye nemi giderilmiş kömür örneğinden 1 g. hassas tartım alındı ve özel kapağı ile kapatıldı. Kapaktaki delikten geçen porselen boru vasıtası ile hava gazı gönderilerek, krozenin içindeki hava boşaltıldı. Hava gazının krozeye gönderilmesine devam edilerek, bek üzerinde önce hafif sonra kuvvetli ısıtıldı. Desikatörde bekletilerek soğutuldu ve tartıldı. Bulunan değerden krozenin sabit tartımı çıkarılarak, uçucu madde miktarı belirlendi (32).

Sabit karbon: Bulunan nem, kül, uçucu madde değerlerinden faydalanarak, aşağıdaki formüle göre hesaplandı.

$$\% \text{Sabit karbon} = 100 - \% (\text{Nem} + \text{Kül} + \text{Uçucu madde})$$

Kükürt: Ağırlıkça 2 kısım MgO ve 1 kısım Na₂CO₃'ün iyice karıştırılması ile Eschka karışımı hazırlandı. Nemi giderilmiş kömür örneğinden alınan 1 gr. hassas tartım porselen kroze

konuldu. Üzeri 1 g. Eschka karışımı ile kapatıldı ve soğuk fırına yerleştirildi. Fırının sıcaklığı $800 \pm 25^{\circ}\text{C}$ 'ye yükseltildi ve kroze bu sıcaklıkta 1,5 saat bekletildi.

Kroze içeriği 200 ml.'lik beherde bulunan 100 ml. sıcak suya alındıktan sonra karıştırılarak 30-45 dakika ısıtıldı ve süzüldü. Elde edilen süzüntü 250 ml.ye tamamlandı ve 10-20 ml. doymuş bromlu su ilave edildi. 1:1 seyreltik HCl ilavesi ile ortamın hafif asidik olması sağlandıktan sonra kaynatılarak brom uzaklaştırıldı. Metil oranj, indikatörlüğünde, 100 ml.'de 22 g. Na_2CO_3 bulunduran çözeltinin ilavesiyle nötralleştirildi. 1 ml. 1:9 HCl ilave edildi ve tekrar kaynatıldı. Litresinde 100 g. $\text{BaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ içeren çözeltiden 10 ml., yavaş olarak ve karıştırarak ilave edildi. Tekrar 15 dakika kaynatıldı ve bir gece bekletildi. Oluşan BaSO_4 çökeltisi, mavi bantlı süzgeç kağıdı ile süzülerek alındı.

Elde edilen çökelti, süzüntüde klorür iyonu kalmayınca kadar, sıcak destile su ile yıkandı. Sabit tartımı bilinen porselen kroze alınıarak 925°C 'de yakıldı ve desikatörde soğutularak tartıldı. Aynı işlemler 4 g. Eschka karışımı için tekrarlandı. Sabit denemede elde edilen, katı madde miktarı dikkate alınarak gerekli düzeltme yapıldıktan sonra, kül örneğinde $\%\text{SO}_3$ değeri hesaplandı.

3.1.5. ISI DEĞERİ TAYİNİ

"ASTM D. 271 - 64" de belirtilen esaslara göre yapıldı. 1 g. kömür örneği , 10 cm. yanma teli ile birlikte palet yapılarak kalorimetre bombasına yerleştirildi. 25-30 kg/cm² basınçta oksijende yakıldı. Sistemin dengeye varması dikkate alınarak, yanma öncesi ve sonrasında, 10'ar dakika da bir sıcaklık okundu. Kömür örneğinde bulunan azot ve küküdüün yanması ile meydana gelen oksitlerin çözünmesi için, kalorimetre bombasına konulan 5 cm³ destile su, yanmadan sonra 0,1 N NaOH çözeltisi ile titre edildi. Gerekli düzeltmeler yapılarak kömürün ısı değeri hesaplandı.

Çizelge 3.1. Flotasyon Örneklerinin nem, kül, uçucu madde, sabit karbon, kükürt miktarları ve ısı değerleri

Örnek	Ia	Ib, Ic	IIa
%Nem	3.27	3.42	3.07
%Kül	45.80	39.12	54.92
%Sülfür	25.16	26.97	24.24
%Uçucu madde	29.04	33.91	20.84
%Sabit karbon	2.22	2.49	1.80
Isı değeri(Cal/g)	3370	3885	3302

NOT: Sadece boyutu farklı Ib ve Ic örneklerinin sonucu ortak verildi.

3.1.6. ELEK ANALİZİ

Flotasyon örneklerinin, tane boyutu dağılımını belirlemek amacıyla "ASTM D. 410 - 38 Screen analysis of coal" a göre elek analizleri yapıldı.

Örneklerin tane boyutu dikkate alınarak; 0,500 mm, 0,200 mm, 0,071 mm ebadlı elekler kullanıldı. Flotasyon örneklerinden alınan 100 g.'lık tartımlar "Fritsch marka otomatik eleme aletinde elendi. Elde edilen her fraksiyonun kül miktarı tayin edildi. Sonuçlar çizgelge 3.2, 3.3, 3.4, 3.5'de verildi.

Çizelge 3.2. -0.500 mm boyutta, %44.3 kül bulunduran Ia flotasyon
örneğinin elek analizi sonuçları

Boyut	% Miktar	% Kül	%Miktar x %Kül	Toplam elek üstü			Toplam elek altı		
				%Miktar	%Kül	%Miktar x %Kül	%Miktar	%Kül	%Miktar x %Kül
-0.500+0.200	56.45	42.92	2422.83	56.45	42.92	2422.83	100.00	44.30	4430.00
-0.200+0.140	18.44	43.22	796.98	74.89	43.00	3220.27	43.55	46.08	2006.78
-0.140+0.071	18.37	47.52	872.94	93.26	43.89	4093.18	25.11	48.19	1210.85
-0.071	6.74	50.00	337.00	100.00	44.30	4430	6.74	50.00	337.00

Çizelge 3.3. -0.500 mm boyutta, %37.68 kül bulunduran Ib flotasyon
örneğinin elek analizi sonuçları

Boyut	%Miktar	%Kül	%Miktar x %Kül	Toplam elek üstü			Toplam elek altı		
				%Miktar	%Kül	%Miktar x %Kül	%Miktar	%Kül	%Miktar x %Kül
-0.500+0.200	56.45	34.88	1968.98	56.45	34.88	1968.98	100.00	37.68	3768.00
-0.200+0.140	18.44	38.83	716.03	74.89	35.85	2684.81	43.55	41.31	1799.05
-0.140+0.071	18.37	42.30	777.05	93.26	37.12	3461.81	25.11	43.13	1082.99
-0.071	6.74	45.40	306.00	100.00	37.68	3768.00	6.74	45.40	306.00

Çizelge 3.4. -0.560 mm boyutta, %37,68 kül bulunduran Ic flotasyon örneğinin elek analizi sonuçları

Boyut	%Miktar	%Kül	%Miktar x %Kül	Toplam elek üstü		Toplam elek altı	
				%Miktar	%Kül	%Miktar	%Kül
-0.560+0.500	5.24	33.21	174.02	5.24	33.21	174.02	37.68
-0.500+0.200	56.95	35.38	2014.89	62.19	34.81	2164.83	37.93
-0.200+0.140	16.07	39.33	632.03	78.26	36.05	2821.27	41.76
-0.140+0.071	13.18	42.64	562.00	91.44	37.00	3383.28	43.56
-0.071	8.56	44.98	385.03	100.00	37.68	3768.00	44.98
						8.56	385.03

Çizelge 3.5. -0.500 mm boyutta, %53.25 kül bulunduran, Ila flotasyon örneğinin elek analizi sonuçları

Boyut	% Miktar	% Kül	%Miktar x %Kül	Toplam elek üstü		Toplam elek altı	
				%Miktar	%Kül	%Miktar	%Kül
-0.500+0.200	52.29	47.03	2459.20	52.29	47.03	2459.20	53.25
-0.200+0.140	14.78	52.03	769.00	67.07	48.13	3228.08	60.07
-0.140+0.071	23.55	61.19	1441.02	90.62	58.76	5324.83	63.68
-0.071	9.38	69.94	656.04	100.00	53.25	5325.00	69.94
						9.38	656.04

Elde edilen sonuçlara göre, fraksiyonların tane boyutu küçüldükçe, kül miktarı artmıştır. Örneklerde, çok küçük tane boyutunda kömürün, fazla miktarda olmadığı görülmüştür.

3.1.7. KÜL ANALİZİ

Kömür flotasyonunda giderilmek istenen anorganik maddelerin yapısına bağlı olarak reaktifler ilave edilmektedir. Bu amaçla, hazırlanan kül örneğinin kimyasal analizleri ve x-ray difraksiyon analizi yapıldı.

Kimyasal Analiz İçin Kül Örneğinin Hazırlanması:

İşlem "ASTM D. 2795 - 69 Analysis of coal and coke ash"de verilen esaslara göre yapıldı. 1a kömür örneğinden alınan 5 g. hassas tartım, 500° C'de 1 saat ve 750° C'de 2 saat yakıldı. Desikatörde bekletilerek soğutuldu.

Kül Örneğinin Çözünürleştirilmesi:

Kül örneğinden 250 mg.'lık hassas tartım platin kapsüle alındı. 5 ml. HClO_4 , 2 damla H_2SO_4 ve 15-20 ml HF ilave edildi. Kuruluğa kadar ısıtılıp soğutulduktan sonra 1 ml

derişik HCl asid ve 15-20 ml. destile su ilave edildi. Çözünürleştiiilen örnek balon jojede 250 ml'ye tamamlan-
dı (33). Analiz sonuçları çizelge 3.6'da verildi.

Na₂O, K₂O, CaO Tayinleri:

Litresinde 144 m. eşd. g. Na⁺, 3,8 m. eşd. g. K⁺, 5 m. eşd. g. Ca²⁺ bulunduran stok çözelti hazırlandı ve bunun $\frac{1}{20}$ oranında seyreltilmesi ile standart çözelti elde edildi. Eppendorf marka alev fotometresi aletinde, destile su ve standart ile ayarlama yapıldıktan sonra, örnek çözeltisinde, m. eşd. g/l olarak Na⁺, K⁺, Ca²⁺ konsantrasyonları okundu. Bulunan değerlerden, kül örneğinde %Na₂O, %K₂O ve %CaO miktarları hesaplandı (34).

MgO Tayini:

10 ml.'lik iki analiz örneğinden biri Erio T, diğeri Mureksid indikatörlüğünde 0.01 M E.D.T.A. çözeltisi ile titre edildi. İki sarfiyat arasındaki farktan, kül örneğinde %MgO hesaplandı (34).

Al_2O_3 Tayini:

100 ml.de 0.1 g Al^{3+} bulunduran standart çözelti hazırlandı. Bundan alınan belli miktarlara; 0.5 g/l Aluminon, 150 g/l Amonyum asetat, 1 g jelatin bulunduran çözeltiden 2 ml ve %1'lik Tioglicollic asid çözeltisinden 1 ml ilave edilerek 100 ml.'ye tamamlandı. Metronom marka spektro kolorimetrede, 520-540 nm. dalga boyunda absorbas değerleri okundu ve Aluminyum miktarları ile absorbans değerleri arasında grafik çizildi.

1 ml analiz örneği alınarak aynı işlemler tekrarlandı ve şahit deneme yapıldı. Çizilen grafikten faydalanarak, analiz örneğindeki Al^{3+} miktarı bulundu ve küld.e $\%\text{Al}_2\text{O}_3$ hesaplandı (33).

Fe_2O_3 Tayini:

0.1 g/l Fe bulunduran standart çözeltiden belli miktarlar alındı. 5 ml %10'luk hidroksilamonyum klorür çözeltisi ilave edilerek demir iyonları Fe^{2+} 'ya indirgendi. Sodyum asetat çözeltisi katılarak PH 3-6'ya ayarlandı. Konsantrasyonu %0.25 olan O - fenantrolin çözeltisinden 4 ml ilave edildi ve destile su ile 100 ml.'ye tamamlandı.

10 dakika bekledikten sonra, Fe^{2+} iyonlarının 0 - ferantrolin ile verdiği kırmızı renkli $[(\text{C}_{12}\text{H}_8\text{N}_2)_3\text{Fe}]^{2+}$ kompleksin absorbansı "Shimadzu marka Double beam UV - 150 - 02" spektrofotometrede 510 nm.'de ölçüldü. Alınan demir miktarları ve okunan absorbanslar arasında grafik çizildi.

Örnek çözeltiden alınan belli miktar 10 kat seyreltiydi. Bundan alınan 10 ml çözelti için yukarıda verilen işlem tekrarlandı. Okunan absorbans değerine grafikte karşılık olan miktar bulundu. Örnek çözeltisinde demir miktarı ve külde $\%\text{Fe}_2\text{O}_3$ değeri hesaplandı.

TiO_2 Tayini

100 ml.'de 1.07892 mg. titan bulunduran standart çözeltiden belli miktarlar alındı. 2 damla derişik H_2SO_4 , 10 ml %3'lük H_2O_2 ve 5 ml %8.5'luk H_3PO_4 ilave edildikten sonra destile su ile 100 ml.ye tamamlandı. Meydana gelen sarı renkli kompleksin absorbansı "Shimadzu marka Double beam UV - 150 - 02 " spektrofotometrede 410 nm'de okundu. Alınan titan miktarları ve okunan absorbans değerleri arasında grafik çizildi.

10 ml. örnek çözeltisi için aynı işlem tekrarlandı. Grafikten faydalanarak örnek çözeltinin absorbansına karşılık olan titan miktarı bulundu. Külde %TiO₂ hesaplandı (34).

SiO₂ Tayini

Kül örneğinden alınan 0.1 g. hassas, elektrikli fırında ısıtılan platin kroze, Na₂CO₃ eritisi ile çözünürleştirildi. Kroze içeriği 30 dak. erimiş halde bekletildi. Soğuduktan sonra destile suda kaynatılarak çözüldü. Mavi bantlı süzgeç kağıdından süzüldü ve 1 l.ye tamamlandı.

Aynı koşullarda 0.4345 g. Na₂SiO₃ çözünürleştirildi. Litresinde 0.1 g. Si bulunduran çözelti hazırlandı. Bundan alınan belli miktarın 10 kat seyreltilmesi ile, konsantrasyonu 0.01 mg/ml olan standart çözelti elde edildi.

İşlemde kullanılmak üzere aşağıda verilen çözeltiler hazırlandı.

Amonyum molibdat çözeltisi: 8 g amonyum molibdat suda çözüldü. 9 ml. derişik H₂SO₄ ilave edildikten sonra 100 ml.'ye tamamlandı.

Tartarik asid : Konsantrasyonu %10 olan çözeltisi hazırlandı.

İndirgeyici reaktif: 0.8 g. susuz sodyum bisülfid 20 ml. suda çözüldü ve 0.16 g. 1 - amino - 2 - naftol - 4 - sülfonik asid ilave edildi. Buna 70 ml.de 10 g. sodyum bisülfid bulunduran çözelti katıldı, karıştırıldıktan sonra 100 ml.ye tamamlandı.

Standart çözeltiden alınan belli miktarlara, 1 ml amonyum molibdat çözeltisi ilave edildi. 5 dakika bekletildikten sonra %10'lu tartarik asid çözeltisinden 5 ml ve indirgeyici reaktiftan 1 ml. katıldı. Destile su ile 100 ml.'ye tamamlandı. 20 dakika bekleme süresi sonunda "Shimadzu marka Double beam UV - 150 - 02 " spektrofotometrede, 815 nm. de absorbens değerleri okundu. Alınan silis miktarları ve okunan absorbens değerleri arasında grafik çizildi.

Örnek çözeltisinden 50 ml. alınarak aynı işlem tekrarlandı. Grafikten faydalanarak, okunan absorbens değerlerine karşılık olan silis miktarları bulundu. Külde %SiO₂ hesaplandı (34).

SO₃ Tayini:

Kül örneğinde SO₃ tayini "ISO/TC 27 WG 13 Japan - 6 sec. 17. Determination of masor elenets of ash of solid fuels" de verilen esaslara göre yapıldı. Örnekten alınan 0.3 g. hassas tartım 20 ml HCl asidi (1+3) ile 15-20 dakika kaynatıldı. Beyaz bantlı süzgeç kâğıdından süzüldü. Süzüntü 150 ml.ye tamamlandı ve metil oranj indikatörlüğünde NH₃ çözeltisi (1+1) ile nötralleştirildi. 1 ml. derişik HCl asid ilavesinden sonra 10 ml. BaCl₂ çözeltisi (85 g/l) karıştırılarak katıldı. Kaynama noktasında 1 saat, oda sıcaklığında 10 saat bekletildi. Mavi bantlı süzgeç kağıdından süzüldü. Sabit tartımı bilinen porselen krozeye alınarak, 800° C da elektrikli fırında yakıldı. Desikatörde bekletilerek soğutulduktan sonra tartıldı. Krozenin dolu ve boş tartımları farkından, kül örneğinde %SO₃ hesaplandı.

Çizelge 3.6. Kül analizi sonuçları

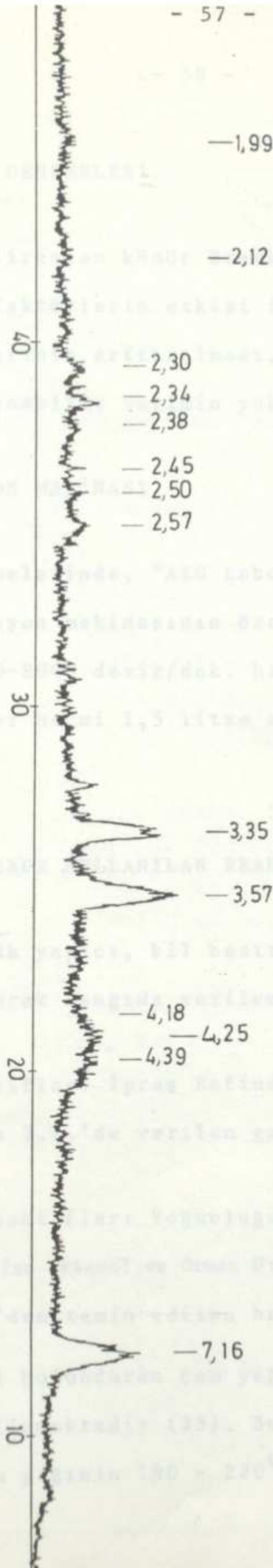
SiO ₂	% 42.60
Al ₂ O ₃	39.11
Fe ₂ O ₃	8.22
TiO ₂	2.42
CaO	0.99
MgO	0.902
Na ₂ O	0.023
K ₂ O	0.034
SO ₃	1.38

3.1.8. X - IŞINLARI DİFRAKSİYON ANALİZİ

1a kömür örneğinin x- ışınları difraksiyon analizinde elde edilen grafiniden (Şek. 3.1), Amasra kömürünün anorganik mineral yapısında kaolen ve kuvars varlığı belirlendi.

Kül analizi ve x- ışınları difraksiyon analizi sonuçları incelenerek, Amasra kömürünün anorganik madde içeriğinin başlıca kaolenden ibaret olduğu saptandı.

(20X40) 2θ $1^\circ/10\text{dak}$ / 10 mm
Cu(Ni) k α



Şekil 3.1.1. kömür örneğinin x ışınları difraksiyon
analiz grafiği

3.2. FLOTASYON DENEMELERİ

Özellikleri belirlenen kömür örnekleri ile yapılan denemelerde, çeşitli faktörlerin etkisi incelendi. Elde edilen konsantre miktarının arttırılması, konsantrede kül oranının düşürülmesi, yanabilir verimin yükseltilmesi amaçlandı.

3.2.1. FLOTASYON MAKİNASI

Flotasyon denemelerinde, "AEG Laboratuvar tipi Webac 1966 imalatı "flotasyon makinasının özelliklerini taşıyan, atöl-ye yapımı, 1000-2000 devir/dak. hızla çalışan makina kullanıldı. Denemeler hacmi 1,5 litre olan pleksiglas hücrede yapıldı.

3.2.2. DENEMELERDE KULLANILAN REAKTİFLER

Toplayıcı, köpük yapıcı, kil bastırıcı reaktifler ve yüzey aktif madde olarak aşağıda verilenler kullanıldı.

Toplayıcı reaktifler: İpraş Rafinerisinde alınan ve özellikleri çizelge 3.3.'de verilen gaz yağı, motorin, fuel oil.

Köpük yapıcı reaktifler: Yoğunluğu 0.83 g/ml olarak belirlenen teknik 130 izo oktanol ve Orman Ürünleri Ticaret ve sanayi A.Ş. - Edremit'den temin edilen hafif çam yağı.

%50-60 terpinol bulunduran çam yağının 190-220°C'da destile olduğu bilinmektedir (35). Bu bilgiye göre; temin edilen hafif çam yağının 190 - 220°C'de destile olan kısmı

alındı, yoğunluğu 0.916 g/ml olarak belirlendi ve köpük yapıcı reaktif olarak kullanıldı.

Kil bastırıcı reaktifler: Mangefloc 1017, piring nişastası, su camı, sodyum karbonat, aluminyum sülfat.

Yüzey aktif madde: Merck ürünü Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu.

Çizelge 3.7. Gaz yağı, motorin ve fuel oil'in özellikleri

Gaz yağı:

Yoğunluğu	: 0,78 - 0.79 g/ml
Alevlenme noktası	: 40 - 46° C
İşlenme noktası	: 25 - 27 mm
Donma noktası	: -45,5°C'den düşük
Kükürt	: 0.015 - 0.020 %
Merkaptan kükürt	yok
Kaynama noktası	: ilk damla, 166°C 5 cc, 172°C 10 cc, 175°C 20 cc, 177°C 30cc, 179°C 40cc, 182°C 50 cc, 185°C 60 cc, 189°C 70 cc, 194°C 80 cc, 202°C 90 cc, 215°C 95 cc, 228° C son nokta

Motorin:

Yoğunluğu	: 0.8433 g/ml
Renk (ASTM)	: L 1.0
Viskozite (SSU)	: (37,8°C); 35,2
Alevlenme noktası	: 25.6°C
Akma noktası	: -17,8°C
Korrozyon	: 1A
Kaynama noktası	: ilk nokta 210°C %5, 219°C %10, 233 %20, 244°C %30, 255°C %40, 266°C %50, 307°C %70, 330°C %80 346° %90, 355°C %95 son nokta

Fuel oil

Yoğunluğu	: 0.9575 g/ml
Vizkozite (SSU)	: (44.5° C) 214.3
Alevlenme noktası	: 107°C
Akma noktası	: 10°C
Sert tortu	yok

3.3. DENEMELER VE SONUÇLARI

Fazla miktarda kül bulunduran kömür örneği ile yapılan denemelerde; toplayıcı, köpük yapıcı, kil bastırıcı reaktif miktarlarının, püta katı madde oranı ve karıştırma hızının etkisi incelendi. Yüzey aktif madde ile flotasyonun etkinliğinin artması gözlemlendi. Elde edilen en iyi sonuçlara göre, kül miktarı daha az ve boyutu farklı kömür örnekleriyle denemeler tekrarlandı. Ayrıca, atmosfer koşullarında ince tane boyutunda uzun süre beklemiş kömürden hazırlanan örneğin flotasyonu incelendi.

Denemeler oda sıcaklığında yapıldı. Endüstriyel ölçüde uygulamalarla paralellik sağlamak ve destile ya da deiyonize suya göre daha iyi sonuç alınacağı kabul edilerek çeşme suyu kullanıldı (26). Her deneme 3 defa tekrarlandı ve bulunan sonuçların ortalaması alındı.

Denemeler şu sıra ile yapıldı:

1- Flotasyon hücresine gerekli miktar kömür ve su konulacak, püta katı madde oranı ayarlandı. Oranın etkisini incelemek üzere yapılan denemeler dışında püta katı madde miktarı %20 alındı.

2- Pulpa toplayıcı reaktif ilave edildi ve 10 dakika karıştırıldı. Karşıtırma hızı, etkisinin incelendiği deneme dışında 1200 devir/dak. alındı. Köpük yapıcı reaktif pulpa verildi ve 5 dakika karıştırıldı. Oluşan köpük alındı, kurutuldu ve tartıldı. Elde edilen konsantrenin kül miktarı tayin edildi ve %konsantre, konsantrede %kül, %yanabilir verim değerleri hesaplandı.

3.3.1. 0,500 mm tane boyutunda, kül oranı fazla (%44,30) kömür örneği ile yapılan denemeler

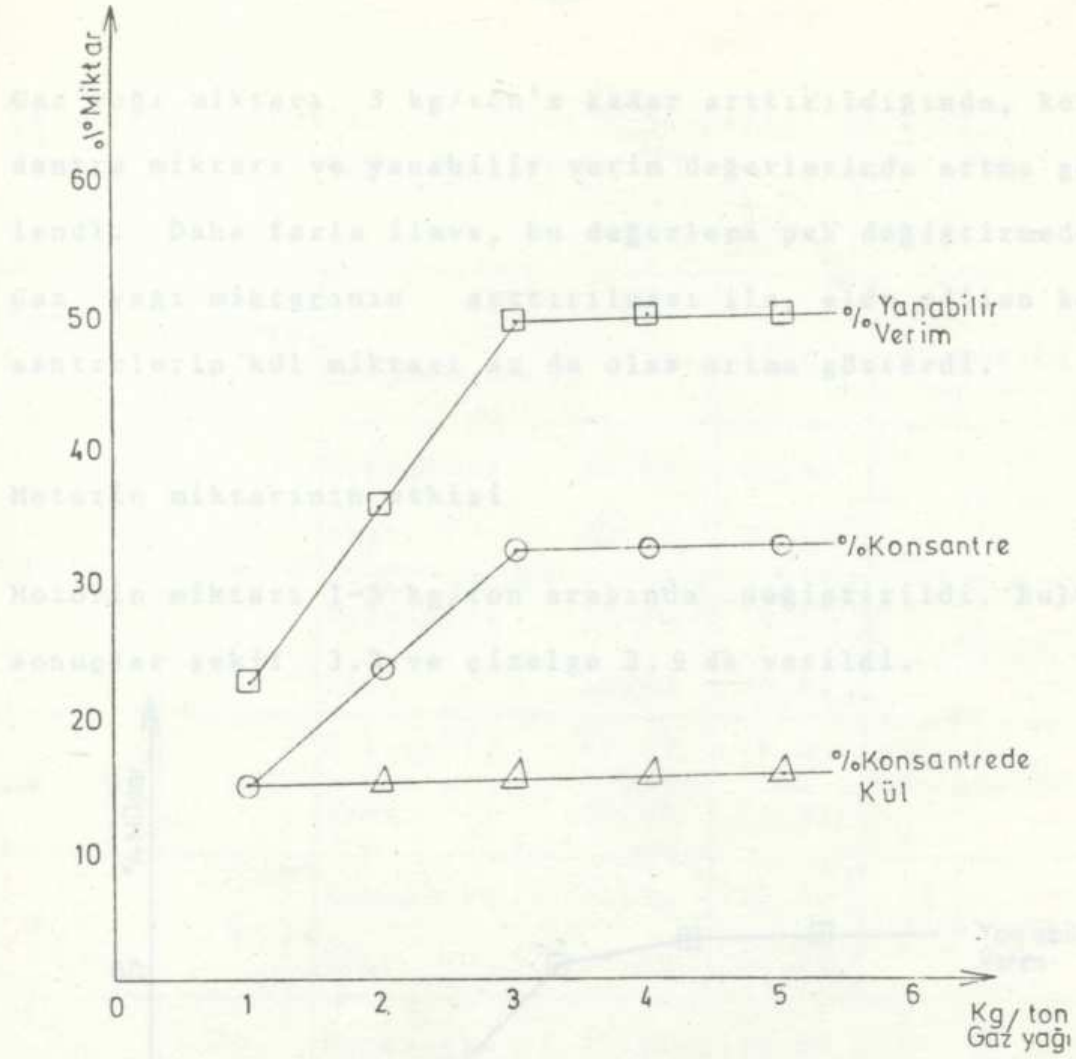
a- Toplayıcı reaktiflerin etkisi:

Gaz yağı, motorin, fuel oil etkisi incelenerek, uygun toplayıcı reaktif ve miktarının belirlenmesi amaçlandı. Köpük yapıcı reaktif olarak 100 g/ton çam yağı kullanıldı.

Gaz yağı miktarının etkisi:

Denemelerde 1-5 kg/ton gaz yağı kullanıldı. Elde edilen sonuçlar Şekil 3.2 ve Çizelge 3.8.de verildi.

Deneme No	Gaz Yağı kg / ton	Elde edilen sonuçlar		
		Konsantre	%Konsantre	%Yanabilir
1	1	33,04	14,70	33,31
2	2	76,96	33,16	33,31
3	3	52,70	19,12	49,06
4	4	67,50	38,16	49,06
5	5	32,41	13,20	49,06
6	6	57,59	38,25	49,06
7	7	32,18	13,44	49,06
8	8	67,22	38,26	49,06



Şekil 3.2. Gaz yağı miktarının flotasyona etkisi

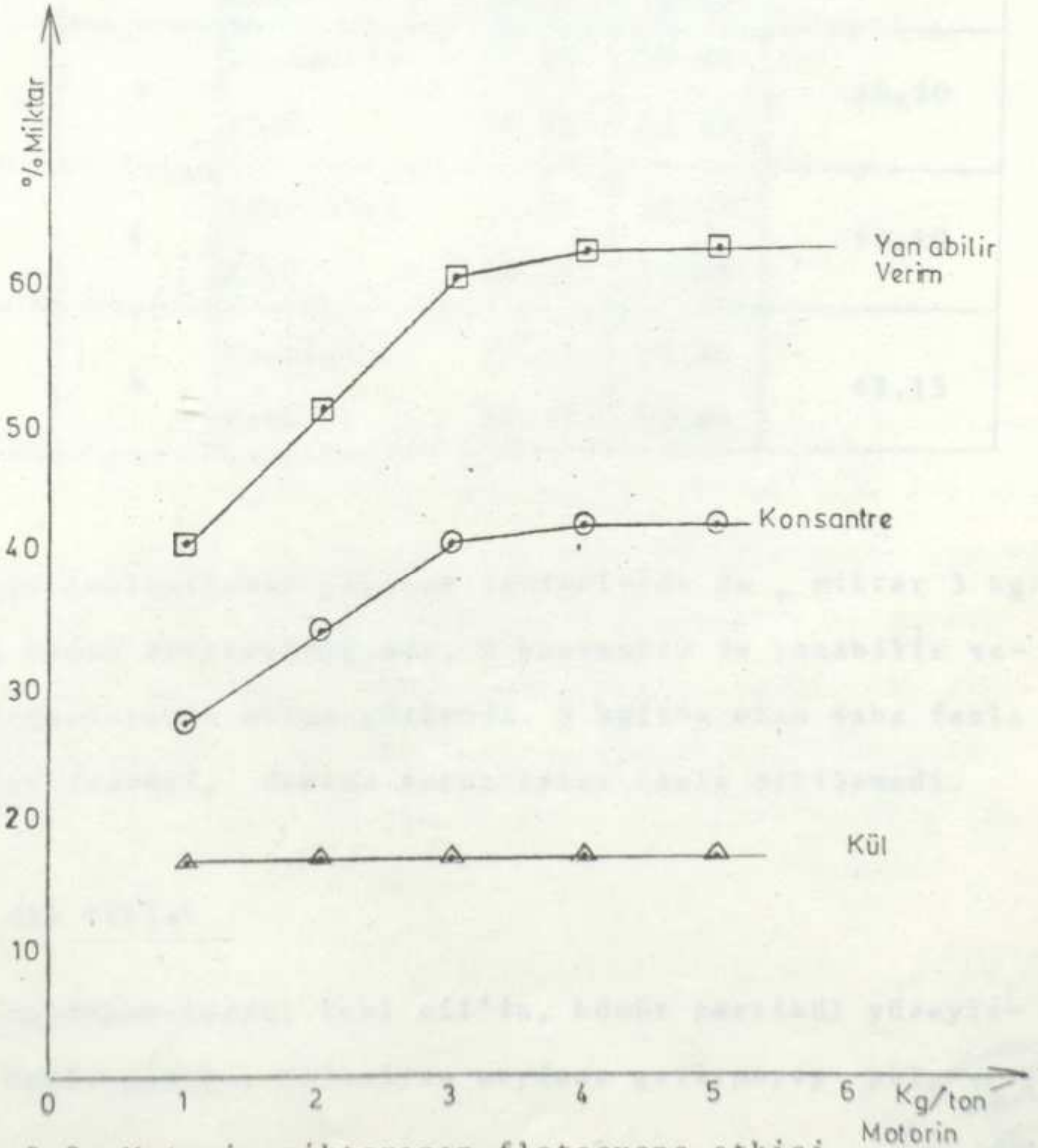
Çizelge 3.8. Kullanılan gaz yağı miktarına göre elde edilen sonuçlar

Deneme no	Gaz yağı kg / ton	% Miktar		%Kül	% yanabilir verim
1	1	Konsantre	14.84	14.50	22.78
		Atık	85.16	49.49	
2	2	Konsantre	23.04	14.70	35.31
		Atık	76.96	53.16	
3	3	Konsantre	32.20	15.12	49.06
		Atık	67.80	58.16	
4	4	Konsantre	32.41	15.20	49.84
		Atık	67.59	58.25	
5	5	Konsantre	32.78	15.44	49.77
		Atık	67.22	58.38	

Gaz yağı miktarı 3 kg/ton'a kadar arttırıldığında, konsantre miktarı ve yanabilir verim değerlerinde artma gözlemlendi. Daha fazla ilave, bu değerleri pek değıştirmedi. Gaz yağı miktarının arttırılması ile, elde edilen konsantrelerin kül miktarı az da olsa artma gösterdi.

Motorin miktarının etkisi

Motorin miktarı 1-5 kg/ton arasında değıştirildi. Bulunan sonuçlar şekil 3.3 ve çizelge 3.9 de verildi.



Şekil 3.3. Motorin miktarının flotasyona etkisi

Çizelge 3.9 . Kullanılan motorin miktarına göre elde edilen sonuçlar

Deneme no	Motorin miktarı kg/ton		%Miktar	%Kül	%Yanabilir madde
6	1	Konsantre	26.88	16.40	40.36
		Atık	73.12	54.57	
7	2	Konsantre	33.74	16.51	50.57
		Atık	66.26	58.45	
8	3	Konsantre	40.20	16.60	60,20
		Atık	59.80	62.93	
9	4	Konsantre	41.54	16.72	62.10
		Atık	58.46	63.89	
10	5	Konsantre	41.61	16.80	62.15
		Atık	58.39	63.89	

Motorin kullanılarak yapılan denemelerde de , miktar 3 kg/ton'a kadar arttırıldığında, % kansantre ve yanabilir verim değerlerinde artma gözlemlendi. 3 kg/ton olan daha fazla motorin ilavesi, deneme sonuçlarını fazla etkilemedi.

Fuel oil etkisi

Yapılan denemelerde, fuel oil'in, kömür partikül yüzeylerine bağlanmadığı, emülsiyon meydana getirmeyip pulp



yüzeyinde ayrı bir faz olarak kaldığı gözlemlendi. Örnekteki kömür hemen hemen tümüyle pulpta kaldı ve alınabilir bir köpük meydana gelmedi.

Uygun toplayıcı ve miktarının seçimi için yapılan denemeler sonucunda, fuel oil'in kullanılmamasına karar verildi. Motorin kullanıldığında; aynı miktar gaz yağına göre %konsantre ve %yanabilir verim değerleri daha yüksek olurken, konsantrede kül miktarı biraz artma gösterdi. Hatta 2 kg/ton motorinin, 3 kg/ton gaz yağından daha etkili olduğu gözlemlendi. En iyi sonuç, 3 kg/ton motorin kullanıldığı alındı.

b- Köpük yapıcı reaktiflerin etkisi:

Kömür flotasyonunda, köpük yapıcı reaktif olarak alkolle-
rin daha seçimli davranması nedeniyle, denemelerde izo ok-
tanol ve çam yağı kullanıldı. Bu örnekte, 100 g/ton çam ya-
ğı kullanılarak yapılan denemelerde %konsantre ve %yanabi-
lir verim değerlerinin yüksek olmadığı gözlemlendi. Çam yağı
miktarının azaltılması %konsantre değerini düşüreceğinden
arttırılması konsantrede %külü yükselteceğinden 100 g ton
sabit tutuldu.



Çam yağı ve izo oktanol etkisinin karşılaştırılması:

Toplayıcı olarak 3 kg/ton gaz yağı kullanılarak yapılan 3 no.'lu deneme; köpük yapıcı olarak 100g/ton çam yağı yerine, aynı miktar izo oktanol kullanılarak tekrarlandığında çizelge 3.10'de verilen sonuçlar elde edildi.

Çizelge 3.10 Toplayıcı olarak gaz yağı, köpük yapıcı olarak çam yağı ve izo oktanol kullanılarak yapılan deneme sonuçları

Deneme	Köpük yapıcı reaktif(100g/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
3	Çam yağı	Konsantre	32.20	15.12	49.47
		Atık	67.80	58.16	
11	İzo oktanol	Konsantre	32.15	15.38	48.84
		Atık	67.85	58.00	

Toplayıcı olarak 3 kg/ton motorin kullanılan deneme 8; köpük yapıcı olarak 100 g/ton çam yağı yerine, aynı miktar izo oktanol kullanılarak tekrarlandı. Elde edilen sonuçlar çizelge 3.11'de verildi.



Çizelge 3.11. Toplayıcı olarak motorin, köpük yapıcı olarak çam yağı ve izo oktanol kullanılarak yapılan deneme sonuçları

Deneme	Köpük yapıcı reaktif		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
8	Çam yağı	Konsantre	40.20	16.60	60.20
		Atık	59.80	62.93	
12	İzo oktanol	Konsantre	37.31	16.95	55.56
		Atık	62.69	60.60	

Gaz yağı ile birlikte, çam yağı veya izo oktanol kullanıldığında, sonuçlar farklı olmadı. Motorin ile birlikte izo oktanol, çam yağından daha kötü sonuç verdi. En iyi sonuç 3 kg/ton motorin, 100 g/ton çam yağı kullanılan denemede elde edildi.

c- Yüzey aktif madde etkisi:

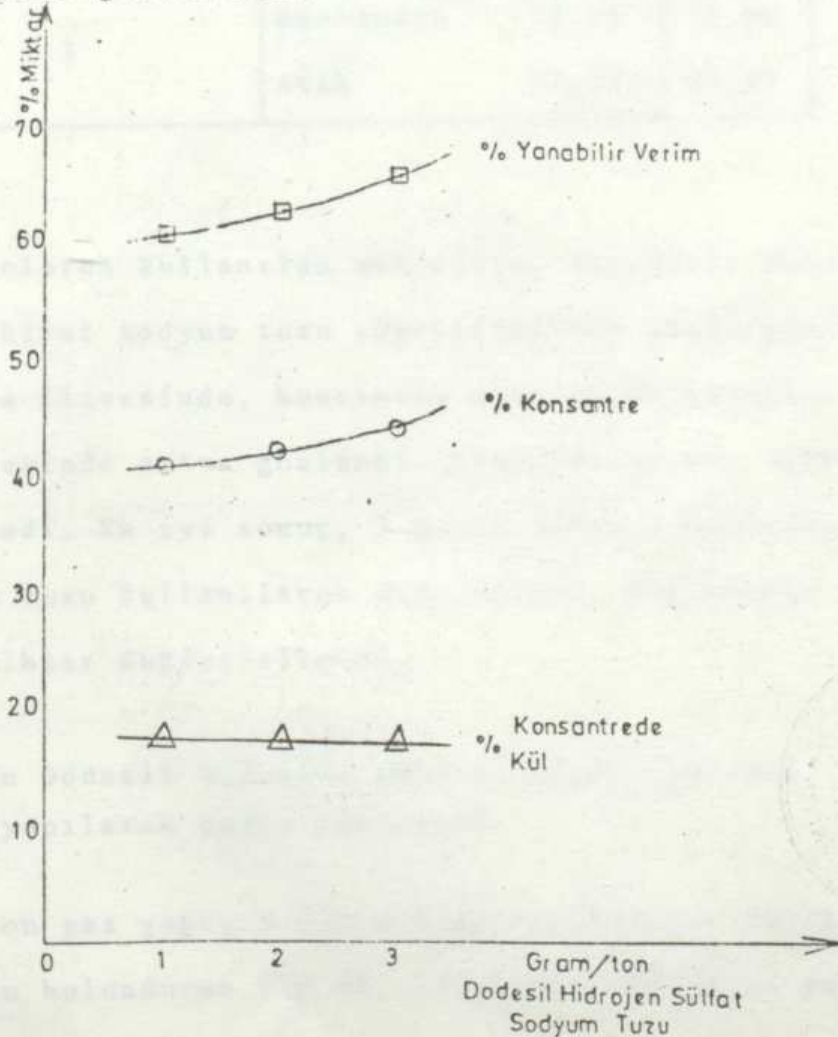
Yüzey aktif madde ile reaktiflerin etkinliğini arttırmak amacıyla yapılan denemelerde Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu kullanıldı. 100 ml. seyreltik Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu çözeltisinde gaz yağı, motorin ve çam yağı emülsiyon yapılarak pulpa verildi ve flotasyonun



veriminin değişmesi gözlemlendi. Emülsiyonlar, 150 ml'lik beherde, magnetik karıştırıcıda 300 devir/dak hızla 2 dakika karıştırılarak elde edildi.

Motorinin, Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu ile emülsiyon yapılarak pulpa verilmesi:

3 kg/ton motorin; 100 ml'de 1,2,3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu bulunduran çözeltilerde emülsiyon yapılarak pulpa verildi. 100 g/ton çam yağı doğrudan ilave edildi. Denemelerde elde edilen sonuçlar, şekil 3.4 ve çizelge 3.12'da gösterildi.



şekil 3.4. Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunun, moto-



Çizelge 3.12. 3 kg/ton motorin, Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunun farklı miktarları ile emülsiyon yapılarak pulpa verildiğinde elde edilen sonuçlar

Deneme no	Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu miktarı (g/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
13	1	Konsantre	41.00	17.35	60.83
		Atık	59.00	63.027	
14	2	Konsantre	42.30	17.20	62.88
		Atık	57.70	64.10	
15	3	Konsantre	44.21	17.00	65.88
		Atık	55.79	65.93	

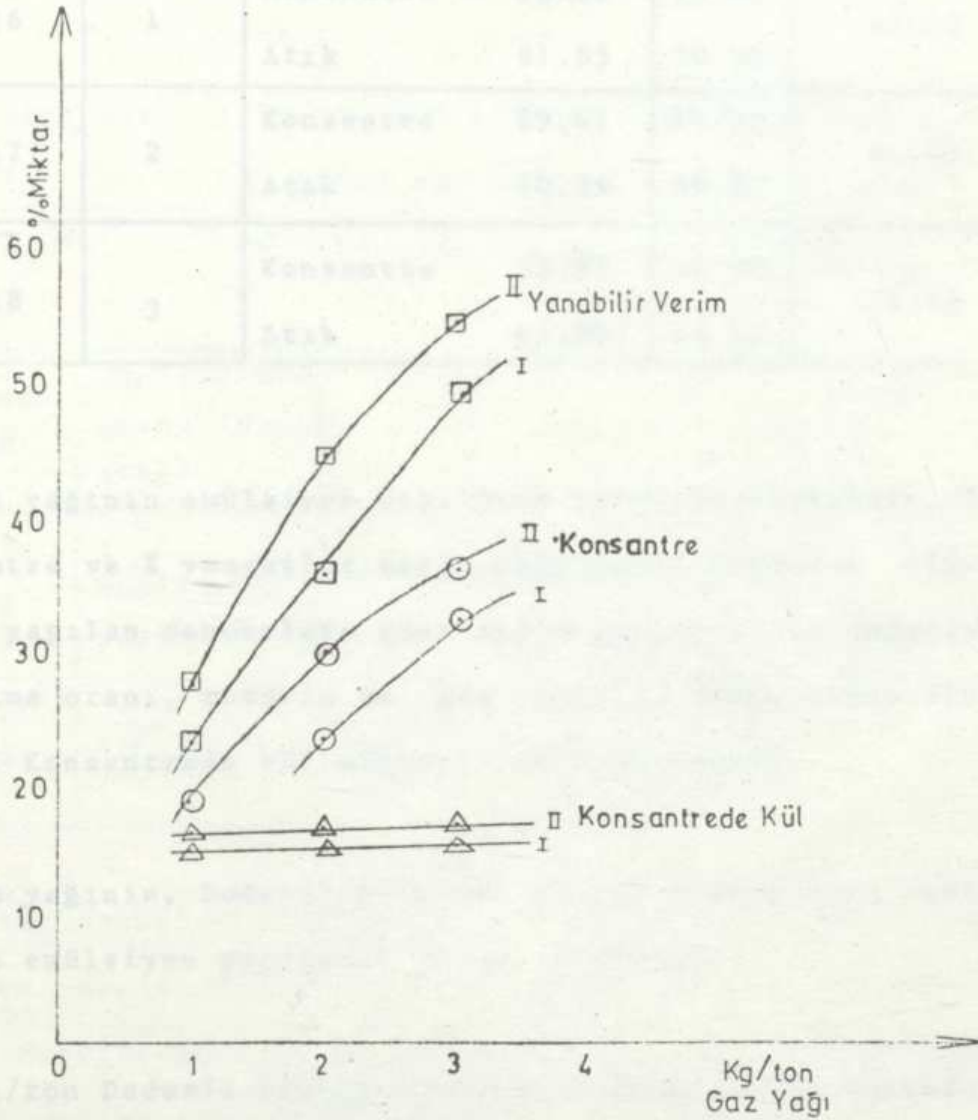
Toplayıcı olarak kullanılan motorinin, seyreltik Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu çözeltiğinde emülsiyon yapılarak pulpa ilavesinde, konsantre miktarı ve yanabilir verim değerlerinde artma gözlemlendi. Konsantrede kül miktarı pek değişmedi. En iyi sonuç, 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu kullanılarak elde edildi. Çalışmanın devamında bu miktar değiştirilmedi.

Gaz yağının Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu ile emülsiyon yapılarak pulpa verilmesi:

1,2,3 kg/ton gaz yağı, 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu bulunduran 100 ml. çözeltide emülsiyon yapılarak



pulpa verildi. 100 g/ton çam yağı doğrudan ilave edildi. Elde edilen sonuçlar, gaz yağının emülsiyon yapılmadan ilavesinde bulunanlarla birlikte Şekil 3.5'da verildi. % konsantre, konsantrede %kül ve %yanabilir verim değerleri çizelge 3.13'da gösterildi.



Şekil 3.5. Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunun, gaz yağının toplayıcı özelliğine etkisi

I :Gaz yağı doğrudan pulpa verildi,

II:Gaz yağı emülsiyon yapılarak pulpa verildi.

Çizelge 3.13. Değişik miktarlarda gaz yağının, 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisiyle emülsiyon yapılarak pulpa verilmesinde, elde edilen sonuçlar

Deneme no	Gaz yağı (kg/ton)	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
16	1	Konsantre 18.15	15.92	27.39
		Atık 81.85	50.59	
17	2	Konsantre 29.61	16.42	44.43
		Atık 70.39	56.03	
18	3	Konsantre 35.95	16.00	54.22
		Atık 64.05	60.18	

Gaz yağının emülsiyon yapılarak pulpa verilmesinde, % konsantre ve % yanabilir verim değerleri, doğrudan ilavesi ile yapılan denemelere göre artma gösterdi. Bu değerlerdeki artma oranı, motorin ve gaz yağı ile hemen hemen aynı oldu. Konsantrede kül miktarı fazla değişmedi.

Çam yağının, Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılarak pulpa verilmesi:

3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunu bulunduran 100 ml. çözelti, 50 ml.'lik iki kısma bölündü. Birinde



3 kg/ton gaz yağı emülsiyon yapılarak pulpa verildi. 10 dakika karıştırma süresi sonunda, diğer 50 ml.'de emülsiyon yapılan 100 g/ton çam yağı ilave edildi. Elde edilen sonuçlar, aynı miktar gaz yağının emülsiyon yapılarak, çam yağının doğrudan ilave edildiği deneme ile birlikte çizelge 3.14'da verildi.

Çizelge 3.14. 3 kg/ton gaz yağının emülsiyon yapılarak, 100 g/ton çam yağının doğrudan ve emülsiyon yapılarak ilavesimde elde edilen sonuçlar.

Deneme no	Çam yağının pulpa ilave şekli		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
18	Emülsiyon yapılmadan	Konsantre	35.95	16.00	54.22
		Atık	64.05	60.18	
19	Emülsiyon yapılarak	Konsantre	32.48	16.11	48.92
		Atık	67.52	57.86	

Deneme sonuçları karşılaştırıldığında; çam yağının emülsiyon yapılarak ilavesimde, % konsantre ve % yanabilir verim değerlerinde azalma görülmektedir. Konsantrede kül miktarı değişme göstermemiştir.

Yüzey aktif maddenin karıştırma süresine etkisi:

Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunun, karıştırma süresine etkisini incelemek amacıyla; 15 no.lu denemede 10 dakika yerine 5 dakika karıştırma yapılarak elde edilen sonuçlar çizelge 3.15.'de kıyaslandı.

Çizelge 3.15. Karıştırma süresi 10 ve 5 dakika alındığında elde edilen sonuçlar

Deneme no	Karıştırma süresi (dak)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
15	10	Konsantre	44.21	17.00	65.88
		Atık	55.79	65.93	
20	5	Konsantre	38.32	14.17	59.05
		Atık	61.68	63.02	

% konsantre ve % yanabilir verim değerlerinin azalması, 5 dakika karıştırma süresinin yeterli olmadığını göstermektedir.

Amasra kömürünün flotasyonunda, yüzey aktif madde tesirini incelemek üzere yapılan denemelerde; toplayıcı reaktif olarak kullanılan gaz yağı ve motorinin Dodesil hidrojen

sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılarak pulpa ilavesinde, verimde artma gözlemlendi. Köpük yapıcı olarak kullanılan çam yağının, emülsiyon yapılarak ilavesinde verim azaldı. En iyi sonuç; 3 kg/ton motorinin, 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunu bulunduran 100 ml çözeltide emülsiyon yapılarak ilavesi, 10 dakika karıştırma süresi sonunda 100 g/ton çam yağının doğrudan pulpa katılması ile elde edildi.

d- Kil bastırıcı reaktiflerin etkisi

Amasra kömürünün anorganik madde içeriğinin, başlıca kaolenden ibaret olduğu belirlendi. Flotasyonda elde edilen konsantrede kül miktarını azaltmak için, çeşitli kil bastırıcılar ve miktarlarının etkisi incelendi.

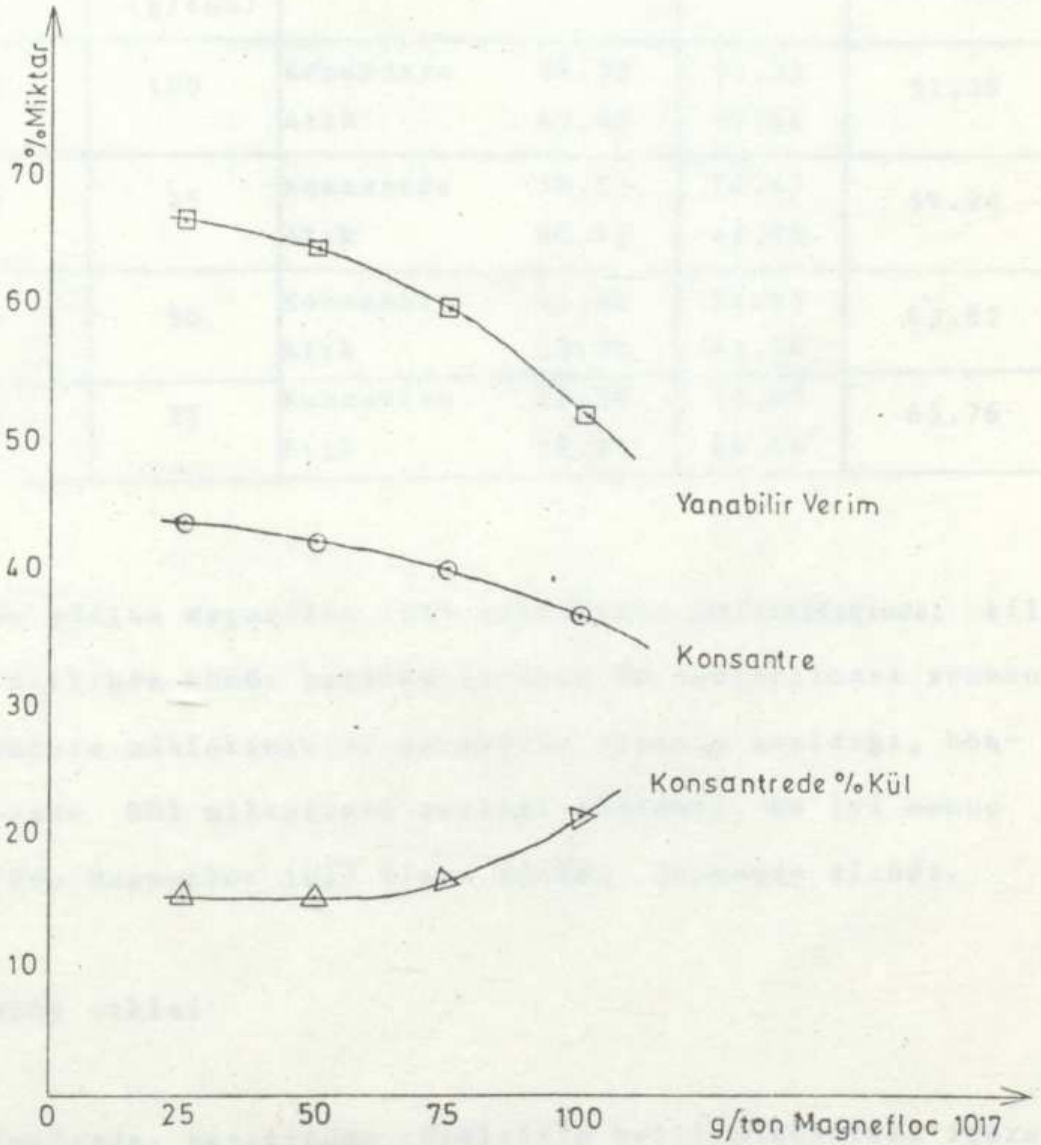
Denemelerde, pulpta katı oranı ayarlandıktan sonra kil bastırıcı ve 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu bulunduran 100 ml çözeltide emülsiyon yapılan motorin ilave edildi. 10 dakika karıştırma süresi sonunda 100 g/ton çam yağı doğrudan katıldı.

Magnefloc 1017 etkisi:

Denemelerde kullanılmak üzere 1 litrede 0.3 g. Magnefloc 1017 bulunduran çözelti hazırlandı. 100, 75, 50, 25 g.



magnefloc 1017 bulunduran çözelti hacımları pulpa ilave edildi. Bulunan sonuçlar şekil 3.6 ve çizelge 3.16 'da verildi.



Şekil 3.6. Kil bastırıcı olarak Magnefloc 1017 etkisi

Çizelge 3.16. Kil bastırıcı olarak farklı miktarlarda
Magnefloc 1017 kullanıldığında elde edilen
sonuçlar

Deneme no	Magnefloc 1017 (g/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabi- lir verim
21	100	Konsantre	36.38	21.32	51.39
		Atık	63.62	57.44	
22	75	Konsantre	39.52	16.47	59.26
		Atık	60.48	62.48	
23	50	Konsantre	41.80	14.95	63.82
		Atık	58.20	65.54	
24	25	Konsantre	43.09	15.00	65.76
		Atık	56.91	66.48	

İlave edilen Magnefloc 1017 miktarının arttırıldığında; kil
ile birlikte kömür partiküllerinin de bastırılması sonucu;
konsantre miktarının ve yanabilir verimin azaldığı, kon-
santrede kül miktarının arttığı gözlemlendi. En iyi sonuç
25g/ton Magnefloc 1017 ilave edilen denemede alındı.

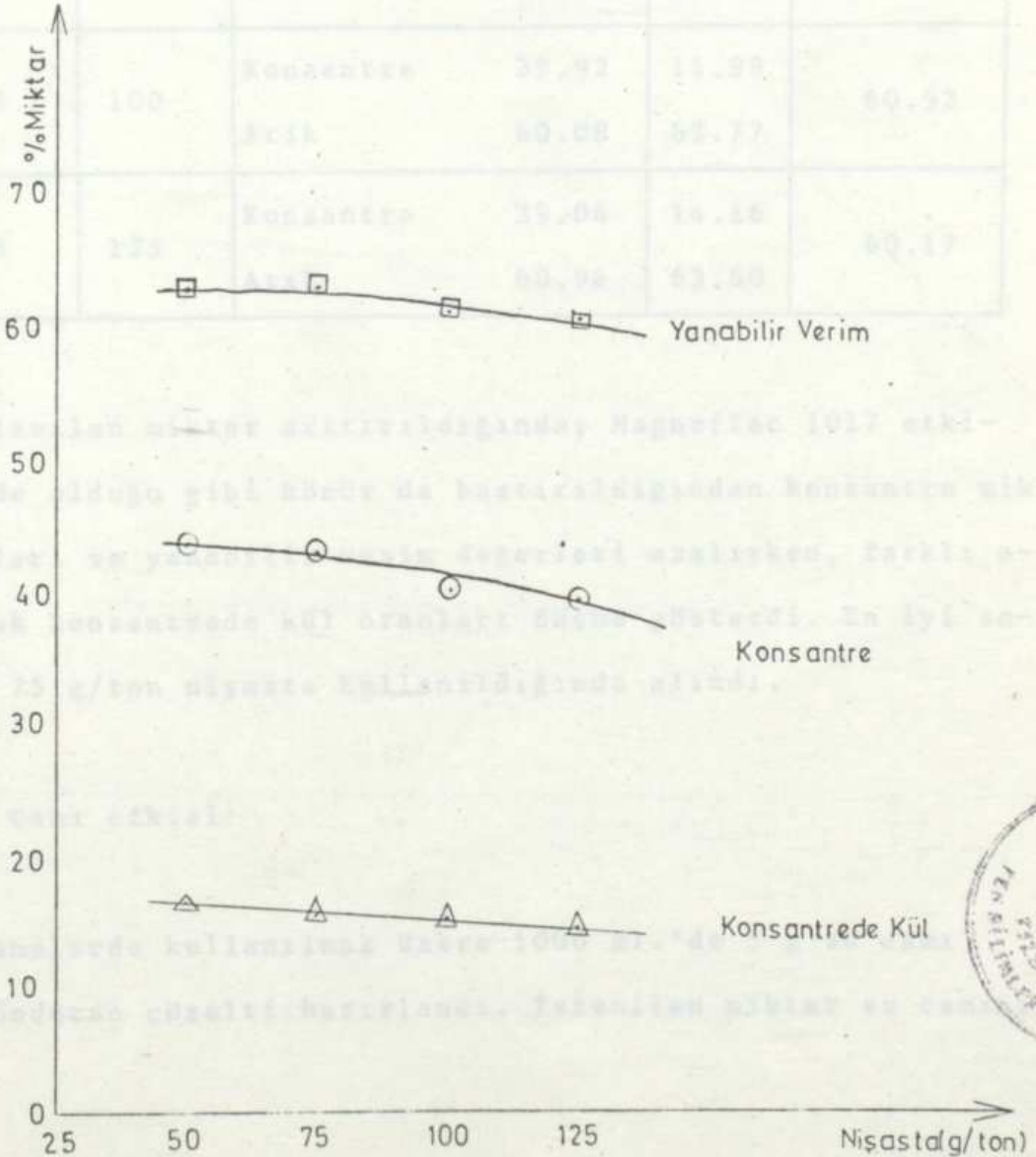
Nişasta etkisi:

Denemelerde, hazırlanan çözeltinin belli miktarları içeren
hacımları pulpa ilave edildi.



Nişasta özeltisi şöyle hazırlandı; 0.3 g pirinç nişas-
tası ve 0.075 g. NaOH soğuk suda karıştırıldı. Su ila-
vesi ile hacim 100 ml.'ye tamamlandı. Kaynama noktasına
kadar ısıtıldı, soğutuldu ve 1000 ml.'ye tamamlandı (18).

Denemelerde, ilave edilecek nişasta miktarını bulunduran
Çözelti hacmi pulpa verildi. Bulunan sonuçlar şekil 3.7.
ve izelge 3.17'da verildi.



şekil 3.7. Kil bastırıcı olarak nişasta etkisi

Çizelge 3.17. Kil bastırıcı olarak farklı miktarlarda nişasta kullanıldığında elde edilen sonuçlar

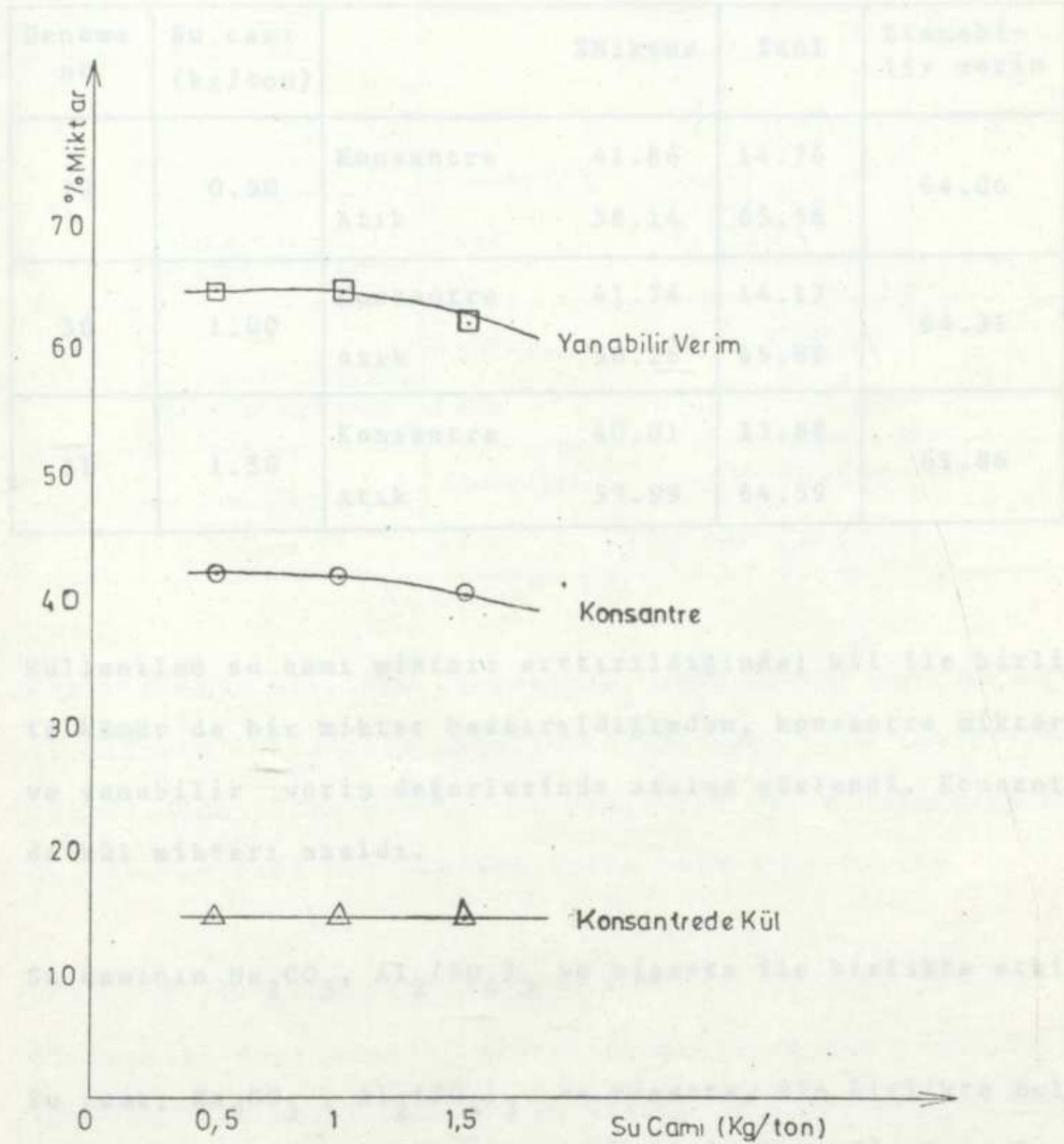
Deneme no	Nişasta (g/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
25	50	Konsantre	43.15	16.10	64.99
		Atık	56.85	65.70	
26	75	Konsantre	42.87	15.07	65.37
		Atık	57.13	66.23	
27	100	Konsantre	39.92	14.99	60.92
		Atık	60.08	63.77	
28	125	Konsantre	39.04	14.16	60.17
		Atık	60.96	63.60	

Kullanılan miktar arttırıldığında; Magneflec 1017 etkisinde olduğu gibi kömür de bastırıldığından konsantre miktarları ve yanabilir verim değerleri azalırken, farklı olarak konsantrede kül oranları düşme gösterdi. En iyi sonuç 75 g/ton nişasta kullanıldığında alındı.

Su Camı etkisi:

Denemelerde kullanılmak üzere 1000 ml.'de 3 g su camı bulunduran çözelti hazırlandı. İstenilen miktar su camını

bulunduran çözelti hacmi pulpa ilave edildi. Elde edilen sonuçlar şekil 3.8 ve çizelge 3.18'de verildi.



Şekil 3.8. Kil bastırıcı olarak su camı etkisi

Çizelge 3.18. Kil bastırıcı olarak farklı miktarlarda su camı kullanıldığında elde edilen sonuçlar

Deneme no	Su camı (kg/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
29	0.50	Konsantre	41.86	14.76	64.06
		Atık	58.14	65.56	
30	1.00	Konsantre	41.74	14.17	64.31
		Atık	58.26	65.89	
31	1.50	Konsantre	40.01	13.88	61.86
		Atık	59.99	64.59	

Kullanılan su camı miktarı arttırıldığında; kil ile birlikte kömür de bir miktar bastırıldığından, konsantre miktarı ve yanabilir verim değerlerinde azalma gözlemlendi. Konsantrede kül miktarı azaldı.

Su camının Na_2CO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ve nişasta ile birlikte etkisi

Su camı; Na_2CO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ve nişasta, ile birlikte pulpa ilave edilerek kil bastırıcı etkisi gözlemlendi. Sonuçlar çizelge 3.19'de verildi.



Çizelge 3.19. Su camı, Na_2CO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ilavesi ile elde edilen sonuçlar

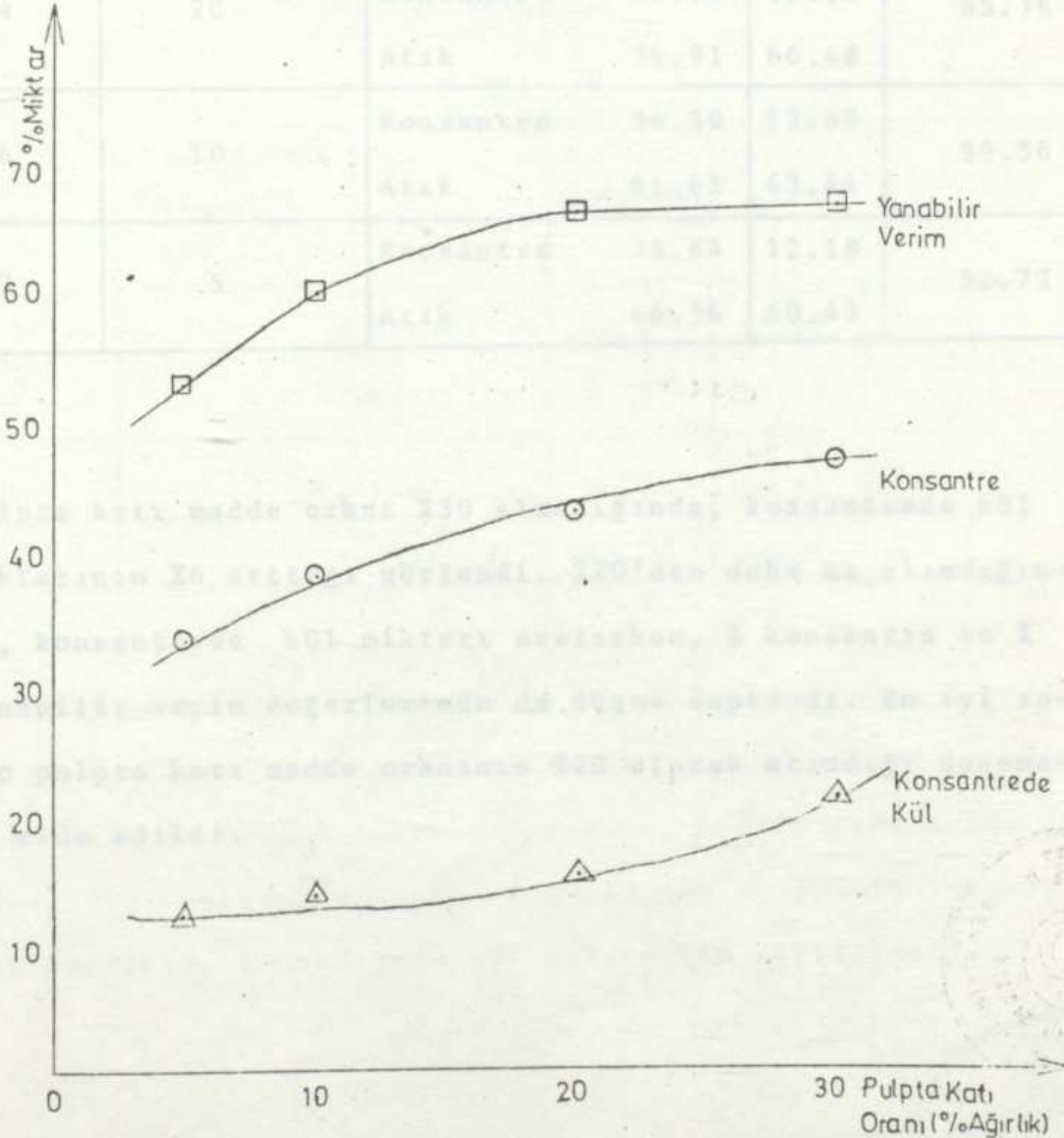
Deneme no	Kil bastırıcı	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
32	su camı(1kg/ton) $\text{AlCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (250 g/ton) Na_2CO_3 (500g/ton)	Konsantre	40.85	14.13
		Atık	59.15	65.14
33	Su camı(0.5kg/ton) Nişasta(50g/ton)	Konsantre	42.17	15.65
		Atık	57.83	65.19
34	Su camı(1kg/ton) Nişasta(100g/ton)	Konsantre	39.90	14.85
		Atık	60.10	63.85

Reaktiflerin birlikte ilavesinde, aynı miktar su camı veya nişasta kullanılan uygulamalardan daha kötü sonuç elde edildi. Konsantre miktarı ve yanabilir verim değerleri azaldı. Konsantrede kül miktarı arttı veya aynı kaldı.

Kil bastırıcı olarak Magneflec 1017, nişasta ve su camı kullanılan denemelerde, miktar arttırıldığında kömür de bastırıldı. Konsantre miktarı ve yanabilir verim değerlerinde azalma gözlemlendi. En iyi sonuç; 25g/ton Magneflec 1017 ve 75 g/ton nişasta kullanılan denemelerde alındı.

e- Pulpta katı madde oranının etkisi

Denemelerde, 25 g/ton Magneflec 1017 ve 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunu bulunduran 100 ml çözeltide emülsiyon yapılan 3 kg/ton motorinin ilavesinden sonra 10 dakika karıştırıldı. 100 g/ton çam yağı doğrudan ilave edildi. Pulpta katı madde oranının ağırlıkça %30, %20, %10, %5 olarak alındığı denemelerde elde edilen sonuçlar şekil 3.9 ve çizelge 3.20'de verildi.



Şekil 3.9. Pulpta katı madde oranının flotasyona etkisi

Çizelge 3.20 Pulpta katı madde oranı değiştirildiğinde elde edilen sonuçlar

Deneme no	Pulpta katı madde oranı (ağırlıkça %)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
35	30	Konsantre	46.91	21.06	66.48
		Atı	53.09	64.84	
24	20	Konsantre	43.09	15.00	65.76
		Atık	56.91	66.48	
36	10	Konsantre	38.39	13.59	59.56
		Atık	61.61	63.44	
37	5	Konsantre	33.44	12.18	52.72
		Atık	66.56	60.43	

Pulpta katı madde oranı %30 alındığında, konsantrede kül miktarının %6 arttığı gözlemlendi. %20'den daha az alındığında, konsantrede kül miktarı azalırken, % konsantre ve % yanabilir verim değerlerinde de düşme saptandı. En iyi sonuç pulpta katı madde oranının %20 olarak alındığı denemede elde edildi.



f- Karıştırma hızının etkisi:

Karıştırma, pulpa ilave edilen reaktiflerle katı madde partiküllerinin temas etmesini sağlamaktır. Karıştırma hızının 1400 devir/dak'ya yükseltilmesi ile deneme 24 tekrarlandı. Elde edilen sonuçlar deneme 24'de bulunanlarla birlikte çizelge 3.21 'de verildi.

Çizelge 3.21 . 1200 ve 1400 devir/dak. karıştırma hızında elde edilen sonuçlar

Deneme no	Karıştırma hızı (devir/dak)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
24	1200	Konsantre	43.09	15.00	65.76
		Atık	56.91	66.48	
38	1400	Konsantre	56.69	16.91	84.57
		Atık	43.31	80.15	

Karıştırma hızının arttırılması ile % konsantre ve % yanabilir verim değerlerinde yükselme gözlemlendi. Kömürle birlikte kil de köpüğe sürüklendiğinden, konsantrede % kül de yükseldi. Yapılan çalışmada flotasyonun veriminin artması ile birlikte, konsantrede kül miktarının azaltılması da



amaçlandığından, denemelere 1200 devir/dak. karıştırma hızında devam edilmesine karar verildi.

e- Toplayıcı reaktifin pulpa kademeli olarak ilavesinin etkisi:

Bu denemede; toplayıcı olarak kullanılan 3 kg/ton motorin, 3g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu bulunduran 100 ml çözeltide emülsiyon yapıldıktan sonra üç eşit kısma bölündü. Birinci kısım, 25 g/ton Magneflec 1017 ile birlikte ilave edildi. 3 dakika karıştırmadan sonra 100 g/ton çam yağı katıldı ve 2 dakika sonra köpük alındı. Motorinin ikinci kısmı beşinci dakika, üçüncü kısmı onuncu dakika sonunda ilave edildi ve beş dakika sonra köpük alındı. Elde edilen sonuçlar çizelge 3.22 da verildi.

Çizelge 3.22. Motorin 3 kademede ilave edildiğinde bulunan sonuçlar

Deneme no:39

	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
1.Konsantre	24.10	14.52	36.99
2.Konsantre	19.30	17.75	28.50
3.Konsantre	12.49	39.37	13.60
Toplam konsantre	55.89	21.19	79.09
Atık	44.11	73.58	

İlk alınan köpükten elde edilen konsantre miktarının fazla, kül oranının az olduğu görüldü. İkinci ve üçüncü köpükten elde edilenlerin miktarları azalırken, kül oranları artma gösterdi. 3 kg/ton motorinin bir defa da ilave edildiği deneme 24'e göre konsantre miktarı fazla, konsantrede kül oranı yüksek oldu.

1- Tuz fotasyonu:

Tuz çözeltilerinde Amasra kömürünün flotasyonunu incelemek amacıyla denemeler yapıldı. %1, 2, 3 CaCl_2 ve NaCl bulunduran çözeltiler ve litresinde 112 mg CaCl_2 , 62 mg NaCl, 0.8 mg CaSO_4 içeren çözelti ile yapılan denemelerde kömürün yüzüdüğürlmesi sağlanamadı.

-0.500 mm tane boyutunda, %44.30 kül bulunduran kömür örneği ile yapılan denemelerde en iyi sonuç; 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılan 3 kg/ton motorin, 100/ton çam yağı, 25 g/ton Magnefloc 1017 kullanıldığında elde edildi. Bu uygulamada karıştırma hızı 1200 devir/dak, pulpta katı madde oranı %20 alındı.



3.3.2. -0.500 mm tane boyutunda, daha az oranda (%37.68) kül bulunduran kömür ile yapılan denemeler :

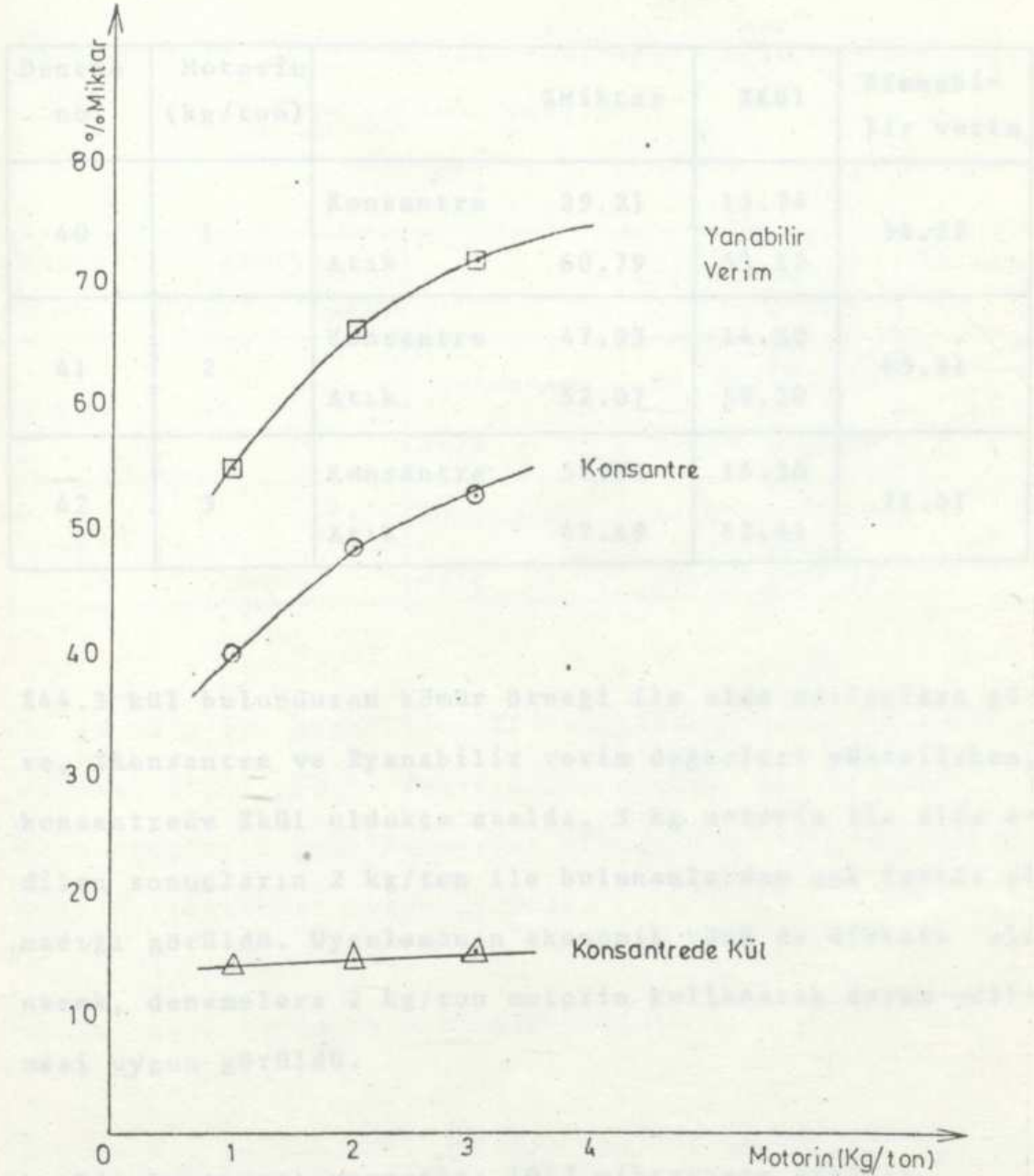
Bu örnek ile yapılan denemelerde, flotasyonda kullanılan kömürün kül miktarının etkisi incelendi. Uygulamalar; aynı tane boyutunda, kül oranı fazla kömür örneği ile en iyi sonuçların elde edildiği koşullara göre yapıldı.

a- Motorin miktarının etkisi

Motorin 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunu bulunduran 100 ml. çözeltide emulsiyon yapılarak pulpa verildi. 10 dakika karıştırma süresi sonunda 100 g/ton çam yağı ilave edildi. Elde edilen sonuçlar şekil 3.10 ve çizelge 3.23 'da verildi.



Şekil 3.10. Motorin miktarı ile elde edilen verim



Şekil 3.10. Motorin miktarının etkisi



Çizelge 3.23 . Farklı motorin miktarları ile elde edilen sonuçlar

Deneme no	Motorin (kg/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
40	1	Konsantre	39.21	13.74	54.27
		Atık	60.79	53.12	
41	2	Konsantre	47.93	14.30	65.91
		Atık	52.07	59.20	
42	3	Konsantre	52.51	15.30	71.51
		Atık	47.49	62.61	

%44.3 kül bulunduran kömür örneği ile elde edilenlere göre, %konsantre ve %yanabilir verim değerleri yükselirken, konsantrede %kül oldukça azaldı. 3 kg motorin ile elde edilen sonuçların 2 kg/ton ile bulunanlardan çok farklı olmadığı görüldü. Uygulamanın ekonomik yönü de dikkate alınarak, denemelere 2 kg/ton motorin kullanarak devam edilmesi uygun görüldü.

b- Kil bastırıcı magnefloz 1017 miktarının etkisi:

2 kg/ton motorinin emülsiyon yapılarak, 100 g/ton çam yağının doğrudan ilave edildiği denemelerde 25 ve 50 g/ton



Magneflec 1017 kullanıldı. Sonuçlar çizelge 3.24'da verildi.

Çizelge 3.24. 25 ve 50 g/ton Magnefloc 1017 kullanıldığında elde edilen sonuçlar

Deneme no	Magneflec 1017 (g/ton)	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
43	25	Konsantre 46.24	13.13	64.44
		Atık 53.76	58.78	
44	50	Konsantre 44.93	12.87	62.82
		Atık 55.07	57.92	

25 ve 50 g/ton Magnefloc 1017 kullanılması ile konsantrede %kül 13,15; 12,87 değerlerine azaldı. İki denemede bulunan sonuçlar hemen hemen aynı olduğundan, 25 g/ton Magneflec 1017 kullanılması uygun görüldü.

c- Pulpta katı madde oranının etkisi

Deneme 44, pulpta katı madde oranı %30 alınarak tekrarlandı. Çizelge 3.25 'de iki denemenin sonucu birlikte verildi.



Çizelge 3.25. Pulpta katı madde oranı %20 ve %30 alındığında elde edilen sonuçlar

Deneme no	Pulpta katı madde oranı (%ağırlıkça)	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
43	20	Konsantre 46.24	13.15	64.44
		Atık 53.76	58.78	
45	30	Konsantre 50.57	18.02	66.52
		Atık 49.43	57.79	

Pulpta katı madde oranı %30'a çıkarıldığında; % konsantre ve % yanabilir verim biraz artarken, konsantrede kül miktarı %18,02'ye yükseldi. Denemelerin devamında, pulpta katı madde oranının %20 alınması uygun görüldü.

d- Çam yağı miktarının etkisi:

Deneme 43, çam yağının miktarı 200 g/ton'a çıkarılarak tekrarlandı. Sonuçlar çizelge 3.26'de birlikte verildi.

Deneme no	Miktar (kg/ton)	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
43	2	Konsantre 50.57	18.02	66.52
		Atık 49.43	57.79	
45	3	Konsantre 51.43	18.45	66.52
		Atık 48.57	57.79	

Çizelge 3.26. Farklı çam yağı miktarları ile elde edilen sonuçlar

Deneme no	Çam yağı (g/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
43	100	Konsantre	46.24	13.15	64.44
		Atık	53.76	58.78	
46	200	Konsantre	59.88	16.54	80.19
		Atık	40.12	69.23	

Çam yağı miktarının arttırılması ile %konsantre ve % yanabilir verim değerleri yükselirken, konsantrede % kül de artma gösterdi.

Köpük yapıcı reaktif miktarının arttırılması, pulptan köpüğe su taşınmasını kolaylaştırdığından, konsantrede, % külün artmasına sebep olmaktadır. Toplayıcı miktarını arttırarak bu etki önlenebilmektedir (25). Deneme 46, 3 kg/ton motorin kullanılarak tekrarlandığında, çizelge 3.27 de verilen sonuçlar elde edildi.

Çizelge 3.27. 200g/ton çam yağı ile birlikte, 2 ve 3 kg rin kullanılarak elde edilen sonuçlar

Deneme no	Motorin (kg/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
43	2	Konsantre	59.88	16.54	80.19
		Atık	40.12	69.23	
47	3	Konsantre	61.90	16.85	82.59
		Atık	38.10	71.52	

Motorin miktarı arttırıldığında konsantrede kül miktarı değişmedi. % konsantre ve % yanabilir verim değerlerinde artma gözlemlendi.

Bu örnek ile en iyi sonuç; 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılan 2 kg/ton motorin, 100 g/ton çam yağı, 25 g/ton Magnefloc 1017 kullanılan denemede elde edildi. Bu denemede pupta katı madde oranı %20, karıştırma hızı 1200 devir/dak. alındı. Flotasyonu yapılan kömür örneğinin ısı değeri 3885 cal/g. iken konsantrenin 6772 cal/g'a yükseldi.

3.3.3. 0.560 mm tane boyutunda, daha az oranda (%37.68) kül bulunduran kömür örneği ile yapılan denemeler

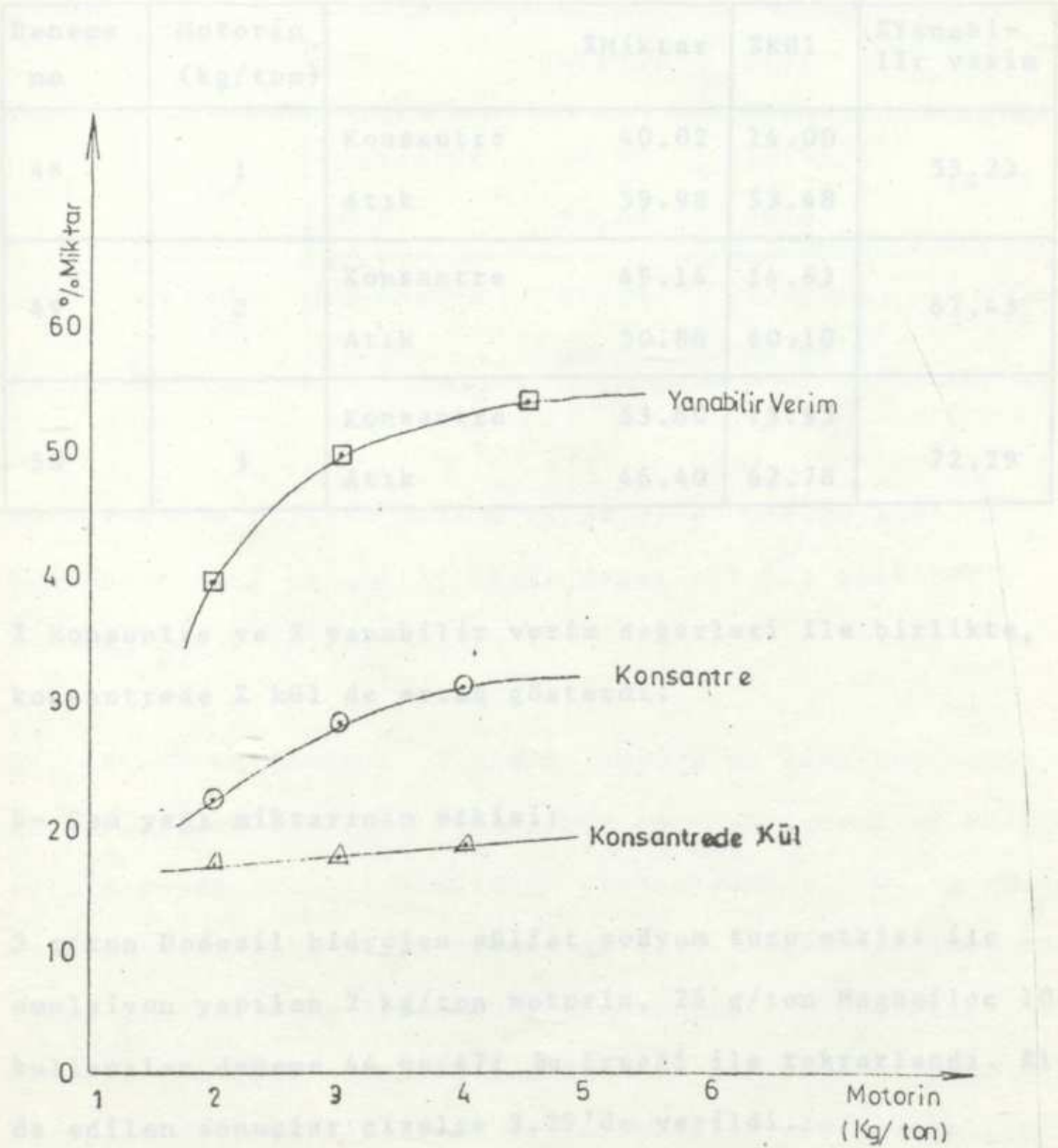
Boyut etkisini incelemek üzere yapılan denemelerde, motorin ve çam yağı miktarının etkisi gözlemlendi. Uygulamalarda pulpta katı oranı %20, karıştırma hızı 1200 devir/dak alındı ve 25 g/ton Magnefloc 1017 kullanıldı.

a- Motorin miktarının etkisi

3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılan farklı miktarlarda motorin, 100 g/ton çam yağı kullanılan deneme 40, 41 ve 42; bu örnek ile



tekrarlandı. Elde edilen sonuçlar, Şekil 3.11 ve Çizelge 3.28'de verildi.



Şekil 3.11. Motorin miktarının etkisi



Çizelge 3.28. Farklı motorin miktarları ile elde edilen sonuçlar

Deneme no	Motorin (kg/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
48	1	Konsantre	40.02	14.00	55.23
		Atık	59.98	53.48	
49	2	Konsantre	49.14	14.63	67.43
		Atık	50.86	60.10	
50	3	Konsantre	53.60	15.95	72.29
		Atık	46.40	62.78	

% konsantre ve % yanabilir verim değerleri ile birlikte, konsantrede % kül de artma gösterdi.

b- Çam yağı miktarının etkisi:

3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emulsiyon yapılan 2 kg/ton motorin, 25 g/ton Magneflocc 1017 kullanılan deneme 44 ve 47; Bu örneği ile tekrarlandı. Elde edilen sonuçlar çizelge 3.29'de verildi.



Çizelge 3.29. Farklı çam yağı miktarları ile elde edilen sonuçlar

Deneme no	Çam yağı (g/ton)	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
51	100	Konsantre 47.92	13.46	66.54
		Atık 52.08	59.97	
52	200	Konsantre 61.08	17.13	81.14
		Atık 38.98	69.85	

Bu örnek ile yapılan deneme 44 ve 47'de olduğu gibi, % konsantre ve % yanabilir verim değerleri ile birlikte, konsantrede % kül de arttı.

%37.68 kül bulunduran -0.500 ve -0.560 mm tane boyutunda kömür örnekleri ile aynı koşullarda yapılan denemeler karşılaştırıldığında; Amasra kömürünün flotasyonunda, -0.500 mm tane boyutunun daha uygun olduğu görüldü. -0.560 mm tane boyutunda örnek ile en iyi sonuç; deneme 52'de elde edildi. Bu denemede; 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılan 2 kg/ton motorin, 100 g/ton çam yağı ve 25 g/ton Magnefluc 1017 kullanıldı. Pulpda katı madde oranı %20, karıştırma hızı 1200 -devir/dak. alındı. Bu kömür örneğinin ısı değeri cal/g iken, elde edilen konsantrenin 6685 cal/g'a yükseldiği görüldü.



3.3.4. Atmosfer koşullarında beklemiş kömürün flatasyonu :

Kömür atmosfer koşullarında beklediğinde yüzeyi okside olmakta, karboksil ve karbonil bileşiklerinin oluşması nedeniyle hidrofob özelliği giderek azalmaktadır (25). Bu durumda kömürün flotasyonu zorlaşmakta, hatta imkansız olmaktadır.

Atmosfer koşullarında, ince tane boyutunda, uzun süre beklemiş kömürün -0.500 mm tane boyutuna öğütülmesi sırasında, bir miktar yeni yüzey de ortaya çıkarıldı. Ocaktan çıkarılan kömürden hazırlanan örneklerle yapılan denemelerde elde edilen en iyi sonuçlara göre, bu kömürün flotasyonu incelendi.

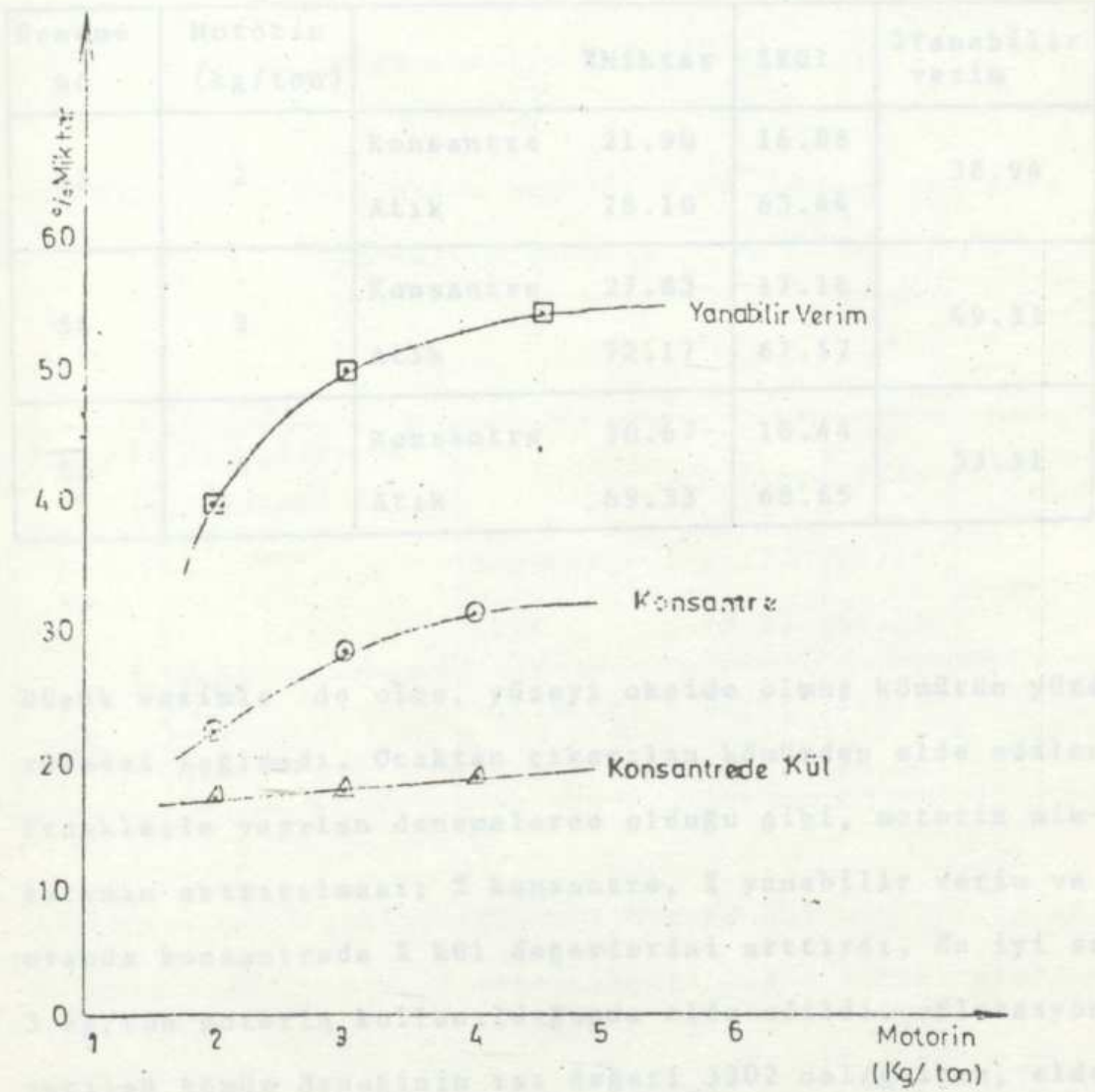
a- Motorin miktarının etkisi

Motorin, 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılarak pulpa verildi. 100 g/ton çam yağı kullanıldı. Sonuçlar Şekil 3.12 ve çizelge 3.30'da gösterildi.



Şekil 3.12. Motorin miktarının etkisi

Şekil 3.12. Motorin miktarının etkisi



Şekil 3.12. Motorin miktarının etkisi





Çizelge 3.30 . Kullanılan motorin miktarına göre elde edilen sonuçlar

Deneme no	Motorin (kg/ton)	%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
53	2	Konsantre 21.90	16.88	38.94
		Atık 78.10	63.44	
54	3	Konsantre 27.83	17.16	49.31
		Atık 72.17	67.17	
55	4	Konsantre 30.67	18.44	53.51
		Atık 69.33	68.65	

Düşük verimle de olsa, yüzeyi okside olmuş kömürün yüzdürülmesi sağlandı. Ocaktan çıkarılan kömürden elde edilen örneklerle yapılan denemelerde olduğu gibi, motorin miktarının arttırılması; % konsantre, % yanabilir verim ve az oranda konsantrede % kül değerlerini arttırdı. En iyi sonuç 3 kg/ton motorin kullanıldığında elde edildi. Flotasyonu yapılan kömür örneğinin ısı değeri 3302 cal/g iken, elde edilen konsantrenin 6228 cal/g olduğu gözlemlendi.



b- Kil bastırıcı etkisi:

Emulsiyonu yapılan 3 g/ton motorin, 100 g/ton çam yağı kullanılan denemelerde Magneflöc 1017 etkisi incelendi. Elde edilen sonuçlar çizelge 3.31'de verildi.

Çizelge 3.31 . Kullanılan Magneflöc 1017 miktarına göre elde edilen sonuçlar

Deneme no	Magneflec 1017 (g/ton)		%Miktar	%Kil	%Yanabilir verim
56	25	Konsantre	26.72	16.71	47.58
		Atık	73.28	66.55	
57	50	Konsantre	26.51	16.10	47.56
		Atık	73.49	66.65	

Magneflöc 1017 etkisi ile konsantrede kül miktarı az oranda düşürüldü. Miktarın arttırılması fazla etkili olmadı.

c- Pulpta katı madde oranının etkisi

Pulpta katı madde oranı %20 alınan deneme 56, %30 alınarak tekrarlandı. Sonuçlar çizelge 3. 'de verildi.



Çizelge 3.32. Pulpta katı madde farklı oranda alınarak elde edilen sonuçlar

Deneme no	Pulpta katı oranı (% Ağırlık)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
56	20	Konsantre	26.72	16.76	47.58
		Atık	73.28	66.55	
58	30	Konsantre	45.49	27.63	70.45
		Atık	54.51	74.63	

Pulpta katı madde oranı %30'a çıkarıldığında, elde edilen konsantrede kül miktarının çok yüksek olduğu gözlemlendi. % konsantre ve % yanabilir verim değerlerinin yükselmesine rağmen, pulpta %20 katı madde alınarak çalışılması uygun görüldü.

d- Çam yağı miktarının etkisi:

3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılan 3 kg/ton motorin, 25 g/ton Magneflec 1017 kullanılan ve pulpta katı madde oranı %20 alınan deneme 56; 100 g/ton yerine 200 g/ton çam yağı kullanılarak tekrarlandı. Elde edilen sonuçlar çizelge 3.23'da verildi.



Çizelge 3.30 . Kullanılan çam yağı miktarına göre elde edilen sonuçlar

Deneme no	Çam yağı (g/ton)		%Miktar	%Kül	%Yanabilir verim
56	100	Konsantre	26.72	16.76	47.58
		Atık	73.28	66.65	
59	200	Konsantre	41.10	18.91	71.29
		Atık	58.90	77.21	

200 g/ton çam yağı kullanıldığında oldukça iyi sonuçlar elde edildi. % Konsantre ve % yanabilir verim değerleri fazla oranda yükselirken, konsantrede kül miktarı çok artmadı. Flotasyonu yapılan kömür örneğinin ısı değeri 3302 cal/g iken, elde edilen konsantrenin 6053 cal/g olduğu görüldü.

Emulsiyonu yapılan motorin ve çam yağı kullanılarak, bu kömür örneği ile yapılan denemelerde, düşük verimle flotasyon yapılabilirdi. Çam yağı miktarının arttırılması verimi yükseltti. En iyi sonuç; 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emulsiyon yapılan motorin, 200 g/ton çam yağı, 25 g/ton Magneflocc 1017 kullanılan ve pulpta katı madde oranı %20 alınan denemede elde edildi.



TARTIŞMA VE SONUÇ

Bu çalışmada, Amasra kömürünün flotasyonunda; % konsantre ve % yanabilir verim değerlerinin arttırılması, konsantrede kül miktarının azaltılması amaçlanarak, flotasyona çeşitli faktörlerin etkisi incelendi. Ocaktan çıkarılan kömürden hazırlanan -0,500 mm tane boyutunda %44,30 kül bulunduran örnek ile yapılan denemelerde, pulpta katı madde oranı %20, karıştırma hızı 1200 devir/dak. alınarak; uygun toplayıcı, köpük yapıcı, kil bastırıcı reaktifler ve yüzey aktif madde miktarlarının etkisi gözlemlendi. En uygun reaktif miktarları ile pulpta katı madde oranı ve karıştırma hızı değiştirilerek denemeler yapıldı. Elde edilen sonuçlara göre; %37.68 kül bulunduran, -0.500 mm, -0.560 mm tane boyutunda örnekler ve yüzeyi okside olmuş kömürden hazırlanan örnek ile yapılan denemelerde, aşağıda verilen sonuçlar elde edildi.



1. Gaz yağı, motorin ve fuel oil'in toplayıcı etkisini karşılaştırmak üzere yapılan denemelerde, köpük yapıcı reaktif olarak çam yağı kullanıldı. Fuel oil ile alınabilir bir köpük elde edilemedi. Motorin ve gaz ile, 3 kg/ton'a kadar flotasyon veriminde artma gözlemlendi. Daha fazla ilavede sonuç pek değişmedi. Motorinin gaz yağından daha etkili olduğu görüldü. 2 kg/ton motorin kullanıldığında % konsantre 33.74 , konsantrede % kül 16.51, yanabilir verim %50,57 olurken, 3 kg/ton gazyağı kullanıldığında; % konsantre 33.20, konsantrede kül % 15,12, yanabilir verim %49,06 bulundu. En iyi sonuç 3 kg/ton motorin kullanıldığında alındı. Bu denemede % konsantre 40.20, konsantrede % kül 16.60, yanabilir verim %60.20 elde edildi.

Köpük yapıcı reaktiflerden çam yağı ve izo oktanol'un etkisi kıyaslandı. Toplayıcı olarak gaz yağı kullanıldığında, çam yağı ve izo oktanol ile hemen hemen aynı sonuçlar elde edildi. Motorin kullanıldığında, çam yağı izo oktanol'den daha etkili oldu.

Yüzez aktif madde etkisi ile, Amasra kömürü flotasyonun etkinliğinin arttırılması amacıyla yapılan denemelerde,



Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu kullanıldı. Toplayıcı reaktif olarak kullanılan gaz yağı ve motorinin, yüzey aktif madde etkisi ile emülsiyon yapılarak pulpa ilavesinde; konsantre miktarında %4, yanabilir verimde %5 kadar artma gözlemlendi. Köpük yapıcı etkisi olan çam yağının emülsiyon şeklinde ilavesi flotasyonun verimini düşürdü. En iyi sonuç; 3 kg/ton motorinin, 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzunu bulunduran 100 ml. çözeltide emülsiyon yapılarak ilavesi, 10 dakika karıştırma süresi sonunda 100 g/ton çam yağının doğrudan pulpa verilmesi ile elde edildi. Bu denemede, % konsantre 44,21; konsantrede % kül 17.00; yanabilir verim %64,88 olarak saptandı.

Amasra kömürünün flotasyonunda, bulundurduğu kili bastırmak üzere; Magnefloc 1017, nişasta ve su camı kullanıldı. Bu reaktiflerin pulpa ilave edilen miktarları arttırıldığında, kil ile birlikte kömürün de bastırıldığı gözlemlendi. En iyi sonuç, 25 g/ton Magnoflec 1017 ve 75 g/ton nişasta kullanılan denemelerde elde edildi. 25 g/ton Magnefloc 1017 kullanılan denemede, % konsantre 43.09; konsantrede % kül 15.00; % yanabilir verim 65.76 olarak saptandı. Flotasyonu yapılan kömürün ısı değeri



3370 cal/g iken, konsantrenin 6554 cal/g olduğu görüldü. 75 g/ton nişasta kullanıldığında, % konsantre 42.87; konsantrede % kül 15.07, % yanabilir verim 65.37 elde edildi. Sonuçların karşılaştırılması; 25 g/ton Magnefloc 1017 yerine, 75 g/ton nişasta kullanılabilirliğini gösterdi.

Pulpta katı madde oranı %30 alındığında, konsantrede kül oranı %21,06 gibi yüksek değerde oldu. % 10 ve % 5 alındığında, konsantrede kül oranı % 13.59; 12.18 gibi değerlere düşerken, % konsantre ve % yanabilir verim de oldukça azaldı. Reaktif, zaman ve enerji tüketimi açısından da pulpta katı madde oranının düşürülmesi zararlı olmaktadır. En iyi sonucun, pulpta katı madde %20 alındığında elde edildiği görüldü.

Karıştırma hızı 1400 devir/dakikaya çıkarıldığında % konsantre ve % yanabilir verim değerleri ile birlikte, konsantrede kül miktarı da arttı. Çalışmada verimin arttırılması ile birlikte, konsantrede kül miktarının azaltılması da amaçlandığından, 1200 devir/dak. karıştırma hızı daha uygun görüldü.

Toplayıcı olarak kullanılan motorinin 3 kademedede ilave edilerek, oluşan köpüğün alındığı uygulamada; birinci konsantrenin miktarının diğerlerinden fazla ve kül oranının az olduğu gözlemlendi. % Konsantre ve % yanabilir verim değerleri giderek azalırken, konsantrede % kül değeri yükseldi.

2. -0.500 mm tane boyutunda, % 37.68 kül bulunduran kömür örneği ile yapılan dönemelerde; aynı boyutta % 44.30 kül bulunduran örneğe göre % konsantre ve % yanabilir verim değerleri yükselirken, konsantrede kül % 13'e kadar düşme gösterdi. Toplayıcı olarak 3 kg/ton yerine 2 kg/ton motorin miktarı yeterli oldu.

3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyonu yapılan 2 kg/ton motorin, 200 g/ton çam yağı, 25 g/ton Magneflocc 1017 kullanılan denemede; % konsantre 46.24, konsantrede % kül 13.15, % yanabilir verim 64.44 elde edildi. Flotasyonu yapılan kömür örneğinin ısı değeri 3885 cal/g iken, bu konsantrenin 6772 Cal/g olduğu gözlemlendi.

Buna göre, Amasra kömürünün bulundurduğu fazla miktarda anorganik madde flotasyondan önce hidrosiklonla



azaltılırsa; flotasyonun verimi yükselirken, reaktif tüketimi azalacak ve kül miktarı düşük konsantre elde edilebilecektir.

3. % 37.68 kül bulunduran, -0.560 mm tane boyutunda kömür örneği ile yapılan denemelerde, aynı oranda kül bulunduran -0.500 mm boyutta örneğe göre; % konsantre ve % yanabilir verim değerleri ile birlikte konsantrede % kül miktarı da az oranda yükseldi. En iyi sonuç; 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat, sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon yapılan 2 kg/ton motorin, 100 g/ton çam yağı ve 25 g/ton Magneflocc 1017 kullanılan denemede elde edildi. Flotasyonu yapılan kömür örneğinin ısı değeri 3885 cal/g iken, elde edilen konsantrenin flotasyonunda, -0.500 mm tane boyutunun daha iyi sonuç verdiği gözlemlendi.

4. Atmosfer koşullarında, ince tane boyutunda uzun süre beklemiş, flotasyonla zenginleştirilemeyen kömürden; -0.500 mm tane boyutunda hazırlanan örneklerle denemeler yapıldı. Pulpa verilmeden önce emülsiyon yapılan motorin ve çam yağı kullanılan uygulamalarda düşük verimle yüzdürme sağlandı. Çam yağı miktarının arttırılması ile flotasyonun verimi yükseldi. En iyi sonuç; 3 g/ton Dodesil hidrojen sülfat sodyum tuzu etkisi ile emülsiyon



yapılan 3 kg/ton motorin, 200 g/ton çam yağı, 25 g/ton Magneflocc 1017 kullanılan ve pulpta katı madde oranı %20 alınan denemede elde edildi. Bu denemede % konsantrenin 41.10, % yanabilir verimin 71.29, konsantre kül miktarının %18.91 olduğu belirlendi. Denemelerde kullanılan kömür örneğinin ısı değeri 3302 cal/g iken, elde edilen konsantrenin 6053 cal/g olduğu görüldü. Yüzeyi okside olmuş Amasra kömürünün flotasyonla zenginleştirilebileceği saptandı.

1. H. J. Aktuelle Fragen der Internationalen Energiapolitik, Frankfort, Mai 1977, S. 177, Bröckel.
2. The European Community and the Energy Problem, Periodical 1979/4.
3. Sayın, F., Uluslararası Kömür Teknolojisi Sempozyumu, Eylül 1982, T.C.D. Maden Fakültesi, İstanbul.
4. Türkiye Enerji Komisyonu, Türk Millî Raporu, 1978, İstanbul.
5. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Kurulunun, İstatistik Yıllık Raporları, 1972 - 1982.
6. Harkov, G. World Coal Trade, World Coal, May 1978.
7. Aksoy, T., Ögür, K., Türkiye Kömür İstatistik, İstatistik Yıllığı, 1981-1982.
8. Wilson C., Türkiye Kömürü Kömür Bakanlığı ve Kömür Üretiminde Yatırımlar, Türkiye Kömür - Çelik Sempozyumu, İstanbul, 1978.



KAYNAKLAR

1. Michaelis, H., Aktuelle Fragen der Internationalen Energiepolitik Braunkohle, Mai 1977/5. S. 177, Brüssel.
2. The European Community and the Energy Problem , 1981 Periodical 1975/2.
3. Kayan, İ., Uluslararası Kömür Teknolojisi Semineri, Eylül 1982, İ.T.Ü. Maden Fakültesi.
4. Dünya Enerji Konferansı, Türk Milli Raporu, 1978, İstanbul.
5. T.C. Başbakanlık Devlet İstatistik Enstitüsü Başkanlığı, İthalat, İhracat raporları, 1972 - 1982.
6. Markow, G. World Coal Trade, World Coal, Nov. 1975.
7. Hızal, T., Oğuz, M.: Ereğli Kömür İşletmesi, İstatistik yılı, 1981-1982.
8. Birön C., Türkiye Koklaşan Kömür Rezervleri ve Kok Üretiminde Teklifler, Türkiye Demir - Çelik Simpozyumu, Haziran, 1976.



9. Zimmerman, R.E., Rreliminary Report on Amasra Coals, Pual Weir Company. Febr. 22, 1968.
10. TUBİTAK Mühendislik Araştırma Grubu, Türkiye Linyit Sorunları ve Çözüm Önerileri, Kasım 1984.
11. TUBİTAK Bülteni, Araştırma Grubundan Bilimsel Haberler, Cilt 2, Sayı 2, 1985.
12. Nakoman, E.: Kömür, MTA Yayınları Serisi. No. 8, Ankara, 1971.
13. Elliot, M.A.: Chemistry of Coal Utilization Second Supplementary vol, John Wiley and Sons, New York, 1981.
14. Lowry, H.H., Chemistry of Coal Utilization, Vol, I, John Wiley and sons Inc, New York, 1945.
15. Lowry, H.H., Chemistry of Coal Utilization, Suplementary vol., John Wiley and sons. Inc., New York, 1963.
16. Gavalas, G.R.: Coal Pyroloysis, Elsevier Science Publishing Co. Inc., New York, 1982.
17. Oloinkii N.F.: Electric Corona Seperation of Coal Fines. and Certain Minerals İPST press., Jerusalem, 1969.
18. Glembotskii V.A., Klassen, V.I., Plaksin, I.N.: Flotation, Primary Sources. New York, 1972.
19. Taggart, A.F., Handbook of Mineral Dressing. Sec. 12, John Wiley and Sons Inc., New York, 1960.



20. Duncan, J.S.: Introduction to Colloid and Surface Chemistry, Butterworth Co. Ltd. London, 1970.
21. Davies, J.T., Rideal, E.K.: Interfacial Phenomena, Academic Press inc. New York, 1963.
22. Atak, S.: Flotasyon ilkeleri ve uygulaması, İ.T.Ü. Maden Fak, 1982.
23. Çurgunlu, E.: Genel ve Anorganik Kimya, Y.Ü. Yayınları, 1985.
24. Gaudin, A.M.: Flotation, Mc Graw - Hill Book Co., New York, 1957.
25. Lynch, A.J., Johnson, N.W., MANLAPIG; E.V., THORE, C.G.: Mineral and Coal Flotation Circuits., Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, Netherlands, 1981.
26. Chuyane, G.G.: Study of the Effect of a Salt Medium on the Floatibility of Coal Pulps. Gorn. inst., Sverdlovsk USSR, Lobagashchenie Nemet, Allicheskikh Polezn Iskop, Vol 1, 1974.
27. Kovachev, K.P.: The Mechanism of Action of inorganic Electrolytes in the Flotation of Non Polar Minerals, Khim. I. ind. Vol. 33, 1961.
28. Li-Ch'ing Ting and Klassen V.I.: Interaction of inorganic Electrolytes with Coal and Rock, Nauchn, Soobshch. Inst. Gorn. Akad. Nauk. SSR. Vol 19. P.23-7. 1963.



29. Kovachev, K., Georgieva, S., Flotation of Coal with Sea Water. Cod. VISSH. MINNO - GEOL. INST. SOFIA, Vol. 13, 1968.
30. Naumov, M.E., Use of Detergents in the Flotation of Coals, KOKS; KHIM. USSR Vol. 11, 1978.
31. Peele, R.: Mining Engineering Nahbook, Vol II, John Wiley and Sons inc. New York, 1963.
32. Laske, H.: Untersuchungsverfahren zur Charakterisierung Fester Brennstoffe, 1961.
33. Charlot, G., Bezier, D.: Quantitative Inorganic Analysis, John Wiley and Sons Inc. 1957.
34. Vogel, A.I.: Quantitative Inorganic Analysis including Elementary Instrumental Analysis, Lowe and Brydone Printers . Ltd, London, 1961.
34. Davidson A. and Milwidsky B.M., Synthetic Detergents John Wiley and Sons. Inc., New York, 1978.



ÖZGEÇMİŞ

Şekil 2.1. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	
Şekil 2.2. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	16
Şekil 2.3. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	17
Şekil 2.4. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	18
Şekil 2.5. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	19
Şekil 2.6. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	20
Şekil 2.7. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	21
Şekil 2.8. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	22
Şekil 2.9. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	23
Şekil 2.10. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	24
Şekil 2.11. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	25
Şekil 2.12. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	26
Şekil 2.13. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	27
Şekil 2.14. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	28
Şekil 2.15. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	29
Şekil 2.16. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	30
Şekil 2.17. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	31
Şekil 2.18. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	32
Şekil 2.19. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	33
Şekil 2.20. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	34
Şekil 2.21. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	35
Şekil 2.22. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	36
Şekil 2.23. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	37
Şekil 2.24. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	38
Şekil 2.25. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	39
Şekil 2.26. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	40
Şekil 2.27. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	41
Şekil 2.28. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	42
Şekil 2.29. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	43
Şekil 2.30. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	44
Şekil 2.31. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	45
Şekil 2.32. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	46
Şekil 2.33. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	47
Şekil 2.34. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	48
Şekil 2.35. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	49
Şekil 2.36. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	50
Şekil 2.37. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	51
Şekil 2.38. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	52
Şekil 2.39. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	53
Şekil 2.40. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	54
Şekil 2.41. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	55
Şekil 2.42. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	56
Şekil 2.43. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	57
Şekil 2.44. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	58
Şekil 2.45. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	59
Şekil 2.46. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	60
Şekil 2.47. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	61
Şekil 2.48. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	62
Şekil 2.49. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	63
Şekil 2.50. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	64
Şekil 2.51. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	65
Şekil 2.52. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	66
Şekil 2.53. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	67
Şekil 2.54. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	68
Şekil 2.55. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	69
Şekil 2.56. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	70
Şekil 2.57. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	71
Şekil 2.58. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	72
Şekil 2.59. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	73
Şekil 2.60. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	74
Şekil 2.61. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	75
Şekil 2.62. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	76
Şekil 2.63. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	77
Şekil 2.64. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	78
Şekil 2.65. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	79
Şekil 2.66. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	80
Şekil 2.67. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	81
Şekil 2.68. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	82
Şekil 2.69. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	83
Şekil 2.70. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	84
Şekil 2.71. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	85
Şekil 2.72. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	86
Şekil 2.73. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	87
Şekil 2.74. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	88
Şekil 2.75. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	89
Şekil 2.76. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	90
Şekil 2.77. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	91
Şekil 2.78. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	92
Şekil 2.79. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	93
Şekil 2.80. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	94
Şekil 2.81. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	95
Şekil 2.82. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	96
Şekil 2.83. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	97
Şekil 2.84. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	98
Şekil 2.85. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	99
Şekil 2.86. Etil Etilenolün Kondensasyonu, Gliserin Yapılması	100

1949'da Kırklareli'de doğdum. İlk ve Orta Öğrenimimi Kırklareli'de tamamladım. 1972'de İ.Ü. Kimya Fakültesi Kimya Yüksek Mühendisliği Bölümünden mezun oldum. Bir süre özel sektörde çalıştıktan sonra 1975 yılı Ocak ayında İ.D.M.M.A. Galatasaray Mühendislik Yüksek Okulunda asistan olarak göreve başladım. Halen, Y.Ü. Fen-Edebiyat Fakültesi Analitik Kimya Ana Bilim Dalında araştırma görevlisi olarak çalışmaktayım.



ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 2.1. %82 C Bulunduran Kömürün, Given Tarafından Verilen Molekül Strüktürü	16
Şekil 2.2. Kömür Molekülünün Strüktürü	17
Şekil 2.3. Katı Madde Yüzeyine Konulan Sıvı Damlasının Meydana Getirdiği θ açısı ve Katı-Hava, Sıvı-Hava, Katı-Sıvı Arayüzeylerindeki Gerilim Kuvvetleri	21
Şekil 2.4. Mineral Yüzeyinden Katyonların Su Fazına Geçmesiyle Elektriksel Çift Tabaka Oluşumu	24
Şekil 2.5. Elektriksel Çift Tabakada Potansiyelinin Mineral Yüzeyinden Uzaklaştıkça Azalması	26
Şekil 2.6. Heteropolar Yapıda Köpük Yapıcı Madde-lerin Hava-Su Arayüzeyinde Birikmesi	30
Şekil 2.7. Suyun Yüzey Geriliminin, Yüzey Aktif Madde Konsantrasyonuna Göre Değişmesi	31
Şekil 3.1. 1a Kömür Örneğinin X-Işınları Difraksiyon Analiz Grafiği	57
Şekil 3.2. Gaz Yağı Miktarının Flotasyona Etkisi	62
Şekil 3.3. Motorin Miktarının Flotasyona Etkisi	63
Şekil 3.4. Dodesil Hidrojen Sülfat Sodyum Tuzunun, Motorinin Toplayıcı Özelliğine Etkisi	68
Şekil 3.5. Dodesil Hidrojen Sülfat Sodyum Tuzunun, Gaz Yağının Toplayıcı Özelliğine Etkisi...	70
Şekil 3.6. Kil Bastırıcı Olarak Magneflocc 1017 Etkisi	75



CİZEĞE LİSTESİ

Şekil 3.7. Kil Bastırcı Olarak Nişasta Etkisi	77
Şekil 3.8. Kil Bastırcı Olarak Su Camı Etkisi	79
Şekil 3.9. Pulpta Katı Madde Oranının Flotasyona	
Cizeğe 3.9 Etkisi	82
Şekil 3.10. Motorin Miktarının Etkisi	88
Şekil 3.11. Motorin Miktarının Etkisi	94
Şekil 3.12. Motorin Miktarının Etkisi	98
Cizeğe 3.3. Yalıtım Göre Kuvvet Etkileri	3
Cizeğe 3.4. Sıvıya Kuvvet Etkileri ve Etkileri	
Değişimleri	4
Cizeğe 3.5. Sıvıya Göre Kuvvet Etkileri ve Etki-	
leşme Etkileri	5
Cizeğe 3.6. Flotasyon Oranlarının Etkisi, Kuvvet	
Madde, Sıvıya Kuvvet, Kuvvet Miktarları	
ve Etki Etkileri	6
Cizeğe 3.7. -0.500 mm boyutlu, 144,9 Kgf Bulunduran	
San ile Flotasyon Oranlarının Etki Analizi	
Sonuçları	47
Cizeğe 3.8. -0.500 mm boyutlu, 137,68 Kgf Bulunduran	
San ile Flotasyon Oranlarının Etki Analizi	
Sonuçları	49
Cizeğe 3.9. -0.500 mm boyutlu, 137,68 Kgf Bulunduran	
San ile Flotasyon Oranlarının Etki Analizi	
Sonuçları	50
Cizeğe 3.10. -0.500 mm boyutlu, 143,25 Kgf Bulunduran	
San ile Flotasyon Oranlarının Etki Analizi	
Sonuçları	51
Cizeğe 3.11. Kuvvet Analizi Sonuçları	52
Cizeğe 3.12. Çözünme, Motorin, Sıvıya Etki Etki-	
leşimleri	53



ÇİZELGE LİSTESİ

Sayfa No

Çizelge 1.1. 1975-1976 Yıllarında Dünya Enerji Tüketimi	1
Çizelge 1.2. Türkiyenin Birincil Enerji Kaynakları, Üretim ve Talep Tahminleri	2
Çizelge 1.3. Yıllara Göre Kömür İthalatı	3
Çizelge 1.4. Dünya Kömür Rezervleri ve Ülkelere Dağılımı	4
Çizelge 1.5. Bölgelere Göre Kömür Rezervleri ve Kokuşma Özellikleri	5
Çizelge 3.1. Flotasyon Örneklerinin Nem, Kül, Uçucu Madde, Sabit Karbon, Kükürt Miktarları ve Isı Değerleri	45
Çizelge 3.2. -0,500 mm boyutta , %44,3 Kül Bulunduran Ia Flotasyon Örneğinin Elek Analizi Sonuçları	47
Çizelge 3.3. -0.500 mm boyutta, %37.68 Kül Bulunduran Ib Flotasyon Örneğinin Elek Analiz Sonuçları	47
Çizelge 3.4. -0.560 mm Boyutta, %37.68 Kül Bulunduran Ic Flotasyon Örneğinin Elek Analizi Sonuçları	48
Çizelge 3.5. -0.500 mm Boyutta, %43,25 Kül Bulunduran IIa Flotasyon Örneğinin Elek Analizi Sonuçları	48
Çizelge 3.6. Kül Analizi Sonuçları	55
Çizelge 3.7. Gaz Yağı, Motorin, Fuel Oil'in Özellikleri	59



Çizelge 3.8.	Kullanılan Gaz Yağı Miktarına Göre Elde Edilen Sonuçlar	62
Çizelge 3.9.	Kullanılan Motorin Miktarına Göre Elde Edilen Sonuçlar	64
Çizelge 3.10.	Toplayıcı Olarak Gaz Yağı, Köpükü Yapıcı Olarak Çam Yağı ve İzo Oktanol Kullanılarak Yapılan Deneme Sonuçları	66
Çizelge 3.11.	Toplayıcı Olarak Motorin, Köpük Yapıcı Olarak Çam Yağı ve İzo Oktanol Kullanılarak Yapılan Deneme Sonuçları	67
Çizelge 3.12.	Değişik Miktarlarda Gaz Yağının, 3g/ton Dodesil Hidrojen Sülfat Sodyum Tuzu Etkisiyle Emülsiyon Yapılarak, Pulpa Verildiğinde Elde Edilen Sonuçlar	69
Çizelge 3.13.	Değişik Miktarlarda Gaz Yağının, 3g/ton Dodesil Hidrojen Sülfat Sodyum Tuzu Etkisiyle Emülsiyon Yapılarak Pulpa Verilmesinde, Elde Edilen Sonuçlar	71
Çizelge 3.14.	3g/ton Gaz Yağının Emülsiyon Yapılarak 100 g/ton Çam Yağının Doğrudan ve Emülsiyon Yapılarak İlavesinde Elde Edilen Sonuçlar	72
Çizelge 3.15.	Karıştırma Süresi 10 ve 15 Dakika Alındığında Elde Edilen Sonuçlar	73
Çizelge 3.16.	Kil Bastırıcı Olarak Farklı Miktarlarda Magneflocc 1017 Kullanıldığında Elde Edilen Sonuçlar	76
Çizelge 3.17.	Kil Bastırıcı Olarak Farklı Miktarlarda Nişasta Kullanıldığında Elde Edilen Sonuçlar	78
Çizelge 3.18.	Kil Bastırıcı Olarak Farklı Miktarlarda Su Camı Kullanıldığında Elde Edilen Sonuçlar	80



Çizelge 3.19. Su Camı, Na_2CO_3 , $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ ilavesi İle Elde Edilen Sonuçlar	81
Çizelge 3.20. Pulpta Katı Madde Oranı Değiştiril- diğinde Elde Edilen Sonuçlar	83
Çizelge 3.21. 1200 ve 1400 Devir/Dak. Karıştırma Hızında Elde Edilen Sonuçlar	84
Çizelge 3.22. Motorin 3 Kademedeki İlave Edildiğinde Bulunan Sonuçlar	85
Çizelge 3.23. Farklı Motorin Miktarları İle Elde Edilen Sonuçlar	89
Çizelge 3.24. 25 ve 50g/ton Magneflocc 1017 Kulla- nıldığında Elde Edilen Sonuçlar	90
Çizelge 3.25. Pulpta Katı Madde Oranı %20 ve %30 Alındığında Elde Edilen Sonuçlar	91
Çizelge 3.26. Farklı Çam Yağı Miktarları İle Elde Edilen Sonuçlar	92
Çizelge 3.27. 200 g/ton Çam Yağı İle Birlikte, 2 ve 3kg/ton Motorin Kullanılarak Elde Edi- len Sonuçlar	92
Çizelge 3.28. Farklı Motorin Miktarı İle Elde Edilen Sonuçlar	95
Çizelge 3.29. Farklı Çam Yağı Miktarları İle Elde Edilen Sonuçlar	96
Çizelge 3.30. Kullanılan Motorin Miktarına Göre Elde Edilen Sonuçlar	99
Çizelge 3.31. Kullanılan Magneflocc 1017 Miktarına Göre Elde Edilen Sonuçlar	100
Çizelge 3.32. Pulpta Katı Madde Farklı Oranda Alı- narak Elde Edilen Sonuçlar	101
Çizelge 3.33. Kullanılan Çam Yağı Miktarına Göre Elde Edilen Sonuçlar	102



