

29726

**T.C.
YILDIZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**AMASRA KÖMÜRÜNÜN FLOTASYONUNDA
OKSİTLENMENİN ETKİSİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kimya.Müh. Mesut AKGÜN

**T.C. YÜKSEK ÖĞRETİM KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

İSTANBUL 1993

Tez Savunma Tarihi :

Tez Jüri Üyeleri :

TEŐEKKUR

Bu çalışmanın yapılmasına olanak sağlayan Değerli Hocam Doç.Dr.Sabriye Pişkin'e teşekkür ederim.

Yardımlarını esirgemeyen Öğr.Gör.Dr.Huriye Karşılayan'a, İTÜ'deki çalışmalarına olanak sağlayan Prof.Dr.Nusret Bulutu'ya, Doç.Dr.Sadriye Küçükbayrak'a teőekkürü bir borç bilirim.

Ayrıca, çalışmalarım sırasında değerli vaktini ayırarak bana destek olan arkadaşlarım Kim.Yük.Müh.Nalan Adaőođlu'na ve Kim.Müh. Ali Osman Sezer'e sonsuz teőekkürlerimi sunarım.

ÖZET

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

Oksitlenmiş kömür partiküllerinin yüzeyi oksijen içeren fonksiyonel grupların oluşumu nedeniyle sulu ortamda negatif olarak yüklenir. Bu nedenle oksitlenmiş kömür, köpük flotasyonuna cevap vermez.

Yapılan çalışmada; oksitlenmiş ve ocaktan çıkarılmış kömürlerin flotasyonundan önce, yüzeylerinin elektrokinetik özellikleri belirlenmiştir. Farklı pH aralıklarında ve bazı toplayıcı reaktifler kullanarak kömür partikül yüzeylerinin zeta potansiyelleri tayin edildi. Farklı toplayıcı ve köpük yapıcı reaktifler kullanılarak oksitlenmiş ve ocaktan çıkarılan Amasra kömürleri ile flotasyon denemeleri yapıldı. Elde edilen sonuçlar, yanabilir verim ve alınan üründe kül miktarına göre kıyaslandı. Böylece, yüzeyi okside olmuş kömürün, flotasyon 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 substance.

The surface of oxidized coal particles becomes negatively charged in water because of the formation of oxygen containing functional groups. Thus, oxidized coal doesn't respond well to the froth flotation.

In this study, the flotation of oxidized and mined coal was done and then, the electrostatic characteristics of their surfaces were determined. The zeta potentials of surface of coal particles were determined in different pH ranges by using some collectors. Flotation experiments were made by using different collectors and frothers with oxidized and mined Amasra coal samples. The obtained results were compared according to the recovery of combustibles and ash content of the product. Thus, has been determined that the oxidized coal can be enriched by flotation as well as the mined coal.

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa no</u>
TEŞEKKÜR	i
ÖZET	ii
SUMMARY	iii
İÇİNDEKİLER	iv
TABLO LİSTESİ	vii
ŞEKİL LİSTESİ	ix
1.BÖLÜM	
GİRİŞ	1
1.1.Türkiye Taşkömür rezervleri ve Özellikleri ...	3
1.1.1.Amasra Kömür Yatağı ve Özellikleri	3
1.1.2.Amasra Kömürünün Tüketildiği Alanlar	5
2.BÖLÜM	
KÖMÜR FLOTASYONUNU ETKİLEYEN KÖMÜR BİLEŞİMİ VE YAPISI	6
2.1.Kömürün Petrografik ve Kimyasal Bileşimi	6
2.2.Kömürün Doğal Flotasyon Yeteneği	8
2.3.Kömürdeki Safsızlıklar ve Flotasyona Olan Etkileri.....	8
2.4.Kömür Flotasyon Yetenğinde Oksidasyonun Etkisi	10

3.BÖLÜM

KÖMÜR YÜZEYİNİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ.....	11
3.1.Elektriksel Çift Tabaka	11
3.2.Stern Çift Tabaka Modeli.....	13
3.3.Zeta Potansiyeli	15
3.4.Temas Açısı ve Islanabilirlik	16

4. BÖLÜM

KÖMÜR FLOTASYONU	19
4.1.Kömür Flotasyonu	19
4.2.Kömür Flotasyonunda Kullanılan Reaktifler	21
4.2.1.Toplayıcı Reaktifler	21
4.2.2.Köpük Yapıcı Reaktifler	22
4.2.3.Bastırıcılar	23
4.2.4.inorganik Elektrolitler	24
4.3.Zeta Potansiyelinin pH ile Değişimi.....	24
4.4.Partikül Büyüklüğü ve Özgül Ağırlığı	26
4.5.Pulp Yoğunluğu	27
4.6.Balçığın Etkisi	27

5. BÖLÜM

DENEYSEL ÇALIŞMA	28
5.1.Örnek Alınması, Hazırlanması ve Özelliklerinin Belirlenmesi	28
5.1.1.Örneklerin Alınması	28

	<u>Sayfa no</u>
5.1.2.Flotasyon Örneklerinin Hazırlanması	29
5.1.3.Flotasyon Örneklerinin Özellikleri	29
5.2.Flotasyon Örneklerinin Elektrokinetik Potansiyelinin Ölçülmesi ve Alınan Sonuçlar ...	33
5.3.Flotasyon Denemeleri.....	40
5.3.1.Flotasyon Makinası	41
5.3.2.Kullanılan Reaktifler	42
5.4.Denemeler ve Sonuçları	42
5.4.1.Kül Oranı %45.64 Olan Oksitlenmiş Kömür Örneği ile Yapılan Denemeler	43
5.4.2.Kül Oranı %40.24 Olan Oksitlenmemiş Kömür Örneği ile Yapılan Denemeler	58
5.4.3.Kül Oranı %16.67 Olan Oksitlenmemiş Kömür Örneği ile Yapılan Denemeler	60
SONUÇ VE TARTIŞMA	67
KAYNAKLAR	73
EKLER	75

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 1.1.Bölgelere göre taşkömür rezervleri	4
Tablo 2.1.Kömürde bulunan inorganik safsızlıkların sınıflandırılması	9
Tablo 5.1.Flotasyon örneklerinin nem, kül, uçucu madde, sabit karbon, kükürt miktarı ve ısı değerleri	32
Tablo 5.2.Flotasyon örneklerinin C-H-N yüzdeleri	32
Tablo 5.3.Oksitlenmiş ve oksitlenmemiş kömürlerin pH değişimine karşı mV cinsinden zeta potansiyelleri	34
Tablo 5.4.Oksitlenmiş kömürün gazyağı+çamyacı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	35
Tablo 5.5.Oksitlenmemiş kömürün gazyağı+çamyacı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	36
Tablo 5.6.Oksitlenmiş kömürün trioktilamin+çamyacı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	37
Tablo 5.7.Oksitlenmemiş kömürün trioktilamin+çamyacı +MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	38
Tablo 5.8.Oksitlenmiş kömürün motorin+çamyacı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	39
Tablo 5.9.Oksitlenmemiş kömürün motorin+çamyacı+MIBC kullanılarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	40
Tablo 5.10.Farklı motorin miktarları ile elde edilen flotasyon sonuçları	44

	<u>Sayfa no</u>
Tablo 5.11.Farklı motorin+trioktilamin miktarına göre elde edilen flotasyon sonuçları	45
Tablo 5.12.Farklı mentanol 340 miktarları ile elde edilen flotasyon sonuçları	47
Tablo 5.13.Farklı mentanol 350 miktarları ile elde edilen flotasyon sonuçları	48
Tablo 5.14.Farklı mentanol 551 miktarları ile elde edilen flotasyon sonuçları	49
Tablo 5.15.Toplayıcı olarak motorin, köpük yapıcı olarak çamyacı kullanılarak yapılan flotasyon deneme sonuçları	50
Tablo 5.16.Metil izobutil karbinol ile yapılan flotasyon deneme sonuçları	52
Tablo 5.17.Köpük alma süresi uzun tutularak çamyacı ile yapılan flotasyon sonuçları	53
Tablo 5.18.Motorin+flotigam SA kullanılarak yapılan flotasyon deneme sonuçları	55
Tablo 5.19.Motorin ile yapılan flotasyon denemeleri sonuçları	55
Tablo 5.20.Motorin ile yapılan flotasyon denemeleri sonuçları	58
Tablo 5.21.MIBC ile yapılan flotasyon denemeleri sonuçları	60
Tablo 5.22.Gazyacı ile yapılan flotasyondenemeleri sonuçları	62
Tablo 5.23.Köpük yapıcı olarak çamyacı kullanılan flotasyon denemeleri sonuçları	63
Tablo 5.24.Mentanol 551 miktarına göre yapılan flotasyon denemeleri sonuçları	65
Tablo 5.25.Değişik reaktiflerle yapılan flotasyon denemeleri tolu sonuçları	67

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa no</u>
Şekil 2.1.Kömürün molekül yapısı	7
Şekil 3.1.Gouy-Chapman elektriksel çift tabaka modeli	12
Şekil 3.2.Stern çift tabaka modeli	14
Şekil 3.3.Aynı ve zıt yüklü yüzey aktif iyonların adsorpsiyonu	15
Şekil 3.4.Temas açısı ve gerilim kuvvetleri	17
Şekil 4.1.Uzun zincirli toplayıcıların adsorpsiyonu	20
Şekil 5.1.Oksitlenmiş ve oksitlenmemiş kömürün pH değişimine karşı zeta potansiyeli değişimleri	34
Şekil 5.2.Oksitlenmiş kömürün gazyağı+Çamyacı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	35
Şekil 5.3.Oksitlenmemiş kömürün gazyağı+Çamyacı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	36
Şekil 5.4.Oksitlenmiş kömürün trioktilamin+Çamyacı +MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	37
Şekil 5.5.Oksitlenmemiş kömürün trioktilamin+Çamyacı +MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	38
Şekil 5.6.Oksitlenmiş kömürün motorin+Çamyacı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	39

Şekil 5.7.Oksitlenmemiş kömürün motorin+Çamyacı +MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri	40
Şekil 5.8.Flötasyon makinası ve flötasyon uygulaması	41
Şekil 5.9.Motorin miktarının flötasyona etkisi	44
Şekil 5.10.Motorin+trioktilamin miktarının flötasyona etkisi	46
Şekil 5.11.Mentanol 340 miktarının flötasyona etkisi	47
Şekil 5.12.Mentanol 350 miktarının flötasyona etkisi	48
Şekil 5.13.Mentanol 551 miktarının flötasyona etkisi	49
Şekil 5.14.Çamyacı miktarının flötasyona etkisi	51
Şekil 5.15.Metilizobutylkarbinolün flötasyona etkisi	52
Şekil 5.16.Köpük alma süresi uzun tutularak çamyacının flötasyona etkisi	54
Şekil 5.17.Motorin+flötigam miktarının flötasyona etkisi	56
Şekil 5.18.Motorin miktarının flötasyona etkisi	57
Şekil 5.19.Motorin miktarının oksitlenmemiş kömür flötasyonuna etkisi	59
Şekil 5.20.MIBC miktarının flötasyona etkisi	61
Şekil 5.21.Gazyacı miktarının flötasyona etkisi	63
Şekil 5.22.Çamyacı miktarının flötasyona etkisi	64
Şekil 5.23.Mentanol 551 miktarının flötasyona etkisi	66

1.BÖLÜM

GİRİŞ

Flotasyon, çok ince tane boyutunda uygulanan ve minerallerin fizikokimyasal yüzey özelliklerinin farklılığına dayanan bir zenginleştirme yöntemidir. Flotasyon yöntemi, kıymetsiz gibi görülen düşük dereceli cevher yatağının işletilmesini mümkün kılarak, madencilik endüstrisinin gelişmesine yol açmıştır. Günümüzde bakır, çinko, kurşun, gümüş gibi metallerin büyük kısmı flotasyon ile elde edilmektedir. Flotasyonla kazanılan diğer mineraller arasında manganez, krom, kolombiyum, vanadyum, germanyum, antimuan, bizmut ve volfram sayılabilir [1].

İlk flotasyon çalışmaları, sudan ağır mineralleri yüzdürmek amacıyla, yağ ve su karıştırılarak su yüzeyinde bir yağ tabakası oluşturulup mineralin yağ tabakasına tutunması şeklinde uygulanmıştır. Pulp içine gaz gönderilmesi ilk defa Almanya'da 1877'de denendi. Kaynar suyun meydana getirdiği subuharı ve karbonatlarla reaksiyona giren asidin çıkardığı karbondioksit gazı ile grafit flotasyonu gerçekleştirildi. Gazın pulp içine karıştırma ve üfleme yolu ile doğrudan beslenmesi 1910 ve 1914 yıllarında bulunmuştur. Bu uygulama, karıştırma (ajinasyon) tipi makinaların başlangıç modeline temel teşkil etmiştir. Gaz dışında, kullanılan kimyasal

maddelerin cinsi ve miktarı da değişim gösterdi. Önceleri sadece yağlar kullanılıyordu ve kullanma miktarı da çok yüksekti. Zamanla kullanılan yağ miktarı azaltılmış ve azaltma sonucunda yağların aynı flotasyon özelliklerine sahip olmadığı bulunmuştur. 1909'da yağlar yanında keton, aldehit, ester gibi suda eriyen ve köpürtücü özelliği olan maddeler de kullanılmaya başlandı. Günümüzde de flotasyonla ilgili araştırma ve çalışmalar devam etmektedir [1].

Flotasyon uygulaması özellikle bakır endüstrisinde gelişmiştir. Yirminci yüzyılın başlarında yüksek dereceli bakır cevherlerinin azalması ve bakır fiyatlarının artması düşük dereceli bakır cevher yataklarının işletilmesini gerekli kılmıştır. Günümüzde %0.5 Cu içeren cevher yatakları ekonomik olarak işletilebilir hale gelmiştir [1].

Flotasyon yöntemi, ancak 1920 yılından sonra kömür çalışmalarında kullanılmaya başlamıştır. Avrupa ülkeleri, özellikle Hollanda, bu uygulamaya önderlik etmiştir. ABD'de 1978'de temizlenmiş kömürün %5'i (>14 milyon ton) kömür flotasyonundan sağlanmıştır. Rusya'da bu miktar 1979'da 44 milyon tona ulaşır. Türkiye'de ise flotasyonla temizlenen bitümlü kömür %14-18 civarındadır [2].

Flotasyonla zenginleştirilen ince tane boyutundaki toz kömür, yapısı uygunsa doğrudan kok eldesinde kullanılmaktadır. Koklaştırmaya uygun değilse, iyi koklaşma özelliğine sahip kömürlerle birlikte karıştırılarak kok elde edilir. Zenginleştirilmiş kömür aynı zamanda toz yakıt olarak geniş kullanım alanına sahiptir.

Kömür işletmelerinin tamamen mekanikleşmesi, işlemler sırasın-

da kömürün daha küçük partiküllere parçalanmasına neden olmaktadır. Zamanla biriken bu kömürler hem çevreye büyük zarar vermekte hem de enerjinin kısıtlı olduğu günümüzde büyük bir kayıp olarak ortaya çıkmaktadır. Günümüze kadar değerlendirme imkanı bulamamış bu kömürler atmosfer koşullarına terkedilmiş ve oksitlenmişlerdir. Lavvarlarda yüksek şist içerikli oksitlenmiş toz halindeki bu kömürlerin flotasyona tabi tutulmak suretiyle yeniden değerlendirilmesi, ekonomik kazanç sağladığı gibi çevresel etkilerinin de ortadan kaldırılmasına olanak sağlamaktadır.

1.1. Türkiye Taşkömür Rezervleri ve Özellikleri

Türkiye'nin başlıca kömür yatakları; Karadeniz Ereğlisi'nden başlayıp Devrek, Yenice, Karabük, Araç, Kastamonu, Inebolu'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 (Tablo 1.1) [3].

1.1.1. Amasra Kömür Yatağı ve Özellikleri

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.

Tablo 1.1.Bölgelere göre taşkömür rezervleri

BÖLGELER	GÖRÜNÜR	REZERVLER (milyon ton)		TOPLAM
		MUHTEMEL	MÜMKÜN	
ARMUTÇUK	32.4	61.3	-	93.7
KOZLU	9.1	15.8	260.0	284.9
UZULMEZ	71.3	101.7	79.3	252.3
KARADON	51.6	84.2	344.6	480.4
AMASRA	20.3	195.6	60.7	276.6
AZDAVAY KURUÇEŞME	1.9	11.9	1.3	15.1
PAMUCAK (ANTALYA)	-	-	1.0	1.0
GENEL TOPLAM	186.6	470.5	746.9	1404.0

Amasra kömürü, "ASTM D. 388-66 classification of coal by rank"a göre, yüksek oranda uçucu madde bulunduran C bitümlü 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 olup 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 [3].

1.1.2.Amasra Kömürünün T k tildiği Alanlar

Ülkemizde belli bir koklaŐan kömür potansiyeli varsa da, üretilen miktar, giderek artan kok kömürü ihtiyacını karŐılayamamaktadır. Amasra kömürü gibi, koklaşma özelliği zayıf taŐk m rleri koklaŐabilen kömürlere %5-10 oranında karıştırılarak kok eldesinde yararlanılmaktadır. Son zamanlarda koklaŐabilen taŐkömürüne linyit ilavesi ile kok eldesi denemelerinin yapıldığı bilinmektedir.

Gaz fabrikaları, taŐkömürü ihtiyacının %20'sini koklaŐmayan taŐk m rleri ile karŐılamaktadır. Ayrıca tesislerinin özellikleri nedeniyle yüksek kalori tüketen sektörler; bazı  imento fabrikaları, TCDD, Őeker fabrikaları, Ergani ve Murgul bakır iŐletmeleri, Tekel fabrikaları vb. koklaŐmayan taŐkömürü t k tmektedir [3].

Kok eldesinde yada yakıt olarak kullanılan kömürlerin inorganik madde miktarının olabildiğince düşük değerde olması istenmektedir. Yapılan çalışmada yüksek oranda inorganik madde bulunduran ocaktan çıkarılan ve oksitlenmiş Amasra kömürlerinin flotasyon özellikleri incelenerek en uygun koŐulların belirlenmesi amaçlanmıştır.

2.BÖLÜM

KÖMÜR FLOTASYONUNU ETKİLEYEN KÖMÜR BİLEŞİMİ VE YAPISI

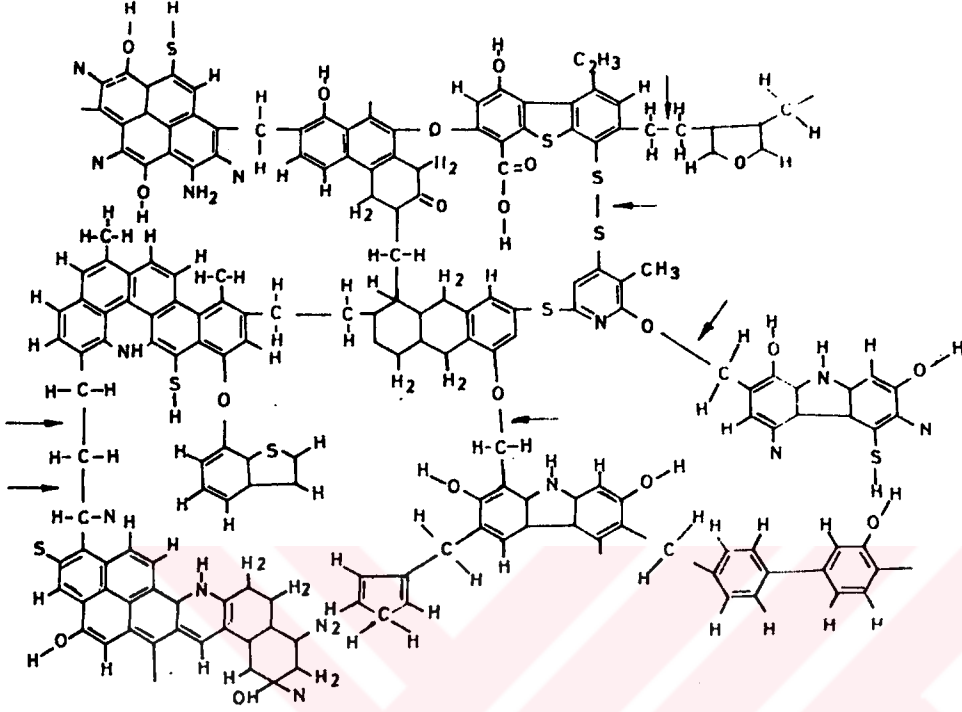
2.1.Kömürün Petrografik ve Kimyasal Bileşimi

Kimyasal yapısındaki bileşenler nedeniyle kömürler birbirinden çok farklıdır. Yapısal olarak kömür yüksek molekül ağırlığına sahiptir ve birbirine bağlı birçok aromatik halkadan meydana gelir. Aromatik halkalardaki karbon atomlarının %70'i, bütün hidrojen atomlarının %20-25'i ile birleşmiş durumdadır. Oksijen, kükürt ve azot; OH, CO, COOH, NH, CN, S, SH gibi kimyasal olarak fonksiyonel gruplar halinde aromatik halkalara bağlanmıştır (Şekil 2.1).

Kömürleşme, sıcaklığa bağlı olarak oksijen, hidrojen ve uçucu madde bileşenleri azalırken karbon içeriğinin artması ile tamamlanır.

Kömürün en önemli özelliklerinden birisi onun iç kapiler yapısıdır. Gözenekler ve çatlakların bulunması flotasyon reaktifleri ile reaksiyona giren spesifik yüzey alanını belirler.

Kimyasal reaksiyon veya adsorpsiyon işlemleri sırasında reaktifler, bu çok küçük kapilerlerden geçer ve mikrogözeneklerde toplanır. Bu kapiler yoğunlaşma Van der Waals kuvvetlerinin bir sonucu olarak gerçekleşir. Bu nedenle, kömürün adsorplama özelliği gözenek yapısına bağlıdır.



Şekil 2.1.Kömürün molekül yapısı

Kömürün nem içeriğinin gözenekli yapısına bağlı olduğu bilinmektedir. Kömür rankı azaldığı zaman daha gözenekli olmaya başlar ve köpük flotasyonu ile işleme zorlaşır. Kahverengi kömür ve linyit çok yüksek hidrofilik özelliğe ve nem içeriğine sahiptir. Kahverengi kömür ve linyitten bitümlü kömüre geçişte görünür nem içeriği %45'den %2-3'e azalır ve kömür maddesi daha hidrofobik olmaya başlar [2,4].

2.2.Kömürün Doğal Flotasyon Yeteneği

Katı haldeki atomlar, iyonlar veya moleküller değişik bağlarla bağlanmış durumdadır. Kristalin kırılması durumunda, kristal yüzeyinde bazı doymamış bağlar artar. Katılar genellikle iyonik veya metalik bir yapıya sahiptir ve yüzeydeki kırılma, onları polar ve hidrofobik yapar, temas açısı ya çok küçüktür yada sıfırdır. Kömür de zayıf Van der Waals bağlarıyla bağlanmış molekülleri içerdiği için çekiçle kırıldığı zaman bu zayıf bağlar kırılır ve yüzeyleri polar olmayan gruplar serbest kalır. Kömür doğal olarak hidrofobiktir ve yüksek temas açısı gösterir.

Flotasyona uğrayan kömür partikülleri flotasyon hücresindeki süspansiyondan geçen hava kabarcıklarına tutunur ve yüzeye taşınır Kömürün köpüğe tutunma eğilimi ise yüzeyin ıslanmasıyla belirlenir [2].

2.3.Kömürdeki Safsızlıklar ve Flotasyona Olan Etkileri

Kömürde iki tür kül yapıcı bileşen vardır. Bunlar; sabit kül mineralleri ve serbest kül-karbonlu tortulu şistlerdir. Sabit kül mineralleri, kömürleşme sırasında kömürle birleşen mineral maddelerini kapsar. Serbest kül-karbonlu tortulu şistler ise kil, kumtaşı veya kayacın diğer şekilleri ile kükürt, sağlığa zararlı iz elementler, kömüre doğrudan doğruya birleşmiş veya tavanda, duvarda asılı kalmış kil şeklinde bulunur ve tamamıyla kömürden ayrılabilir. Sabit kül teorik olarak, temiz kömürde ulaşılabilen

minumum küldür [6].

Kükürt, kömürde dört şekilde bulunur: Elementel, sülfatik, organik ve piritik kükürt. Sülfatik ve elementel kükürt çok düşük olduğundan, organik kükürt ise kömürün yapısında bulunduğundan dolayı genellikle piritik kükürt flotasyonla uzaklaştırılabilir [4].

Kömürlerin flotasyon yeteneği inorganik safsızlıkların özelliklerine de bağlıdır. Bu safsızlıkların ve özelliklerin flotasyona olan etkisinin sınıflandırılması tabloda gösterildiği gibidir.

Tablo 2.1. Kömürde bulunan inorganik safsızlıkların sınıflandırılması

GRUP	TEMSİLCİLERİ	FLOTASYONU ETKİLEYEN ÖZELLİKLER
Sülfitler	Pirit, markasit	Yüksek flotasyon yeteneğine sahip, küçük taneler kömüre uygulanan benzer reaktiflerle flotasyona tabi tutulabilir. Flotasyon yeteneği oksidasyon dan sonra bozulur.
Killi madde	Kaolen, kil	Flotasyonu bozan bu yapışkan maddeler büyük parçacıklar halinde dağılmıştır.
Karbonlu ve bitümlü şistler	Bitümlü şistler Karbonlu şistler	Yüksek oranda su geçirmez yapıdadırlar, flotasyonda kömür konsantrelerine geçerler.
Yüksek oranda çözülen mineraller	Alçıtaşı, silvinit potasyum ve sodyum klorürler	Pulpun elektrolit konsantrasyonunu arttırarak prosesteki ayırmayı etkilerler.
Sülfit olmayanlar	Kalsit, kuars, dolomit, feldspat	Az çözünür, bitümleri ve hümik asitleri içermezler, flotasyon ile ayrılmaları kolaydır.

2.4.Kömür Flotasyon Yeteneginde Oksidasyonun Etkisi

Farklı ranklı hatta aynı ranklı kömürlerin flotasyon yeteneginde yeni madenden çıkmış veya okside olmasına izin verilmiş olmasına bağlı olarak büyük farklılıklar vardır. Flotasyon yetenegindeki bu farklar, kömürün yüzeye yakınlığı veya kömür yatağı boyunca süzülen yeraltı sularının etkisiyle partikül çatlaklarında meydana gelen oksidasyondan ileri gelir. Kazılarak yüzeyden çıkarılmış kömürler, derinden çıkarılmış kömürlere göre daha zor flotasyon olur [2,7].

Genellikle madenden yeni çıkmış kömür atmosfer etkisinde kalmış kömürden daha iyi flotasyon olur. Bu etki, yüzeyin hidrofobikliğini azaltan -COOH, -OH gibi oksijen içeren grupların çözünmesi ve aside dönüşmesiyle karakterize edilen yüzey oksidasyonuna bağlıdır.

Tüm kömürler, madenden çıkarma ve depolama sırasında atmosferik oksidasyona uğrar. Oksidasyon derecesi, etkileşme süresi ve sıcaklığa bağlı olarak artar. Petrografik bileşenlerin oksidasyona dayanıklılığı vitrain, klarain, durain ve fusain mertebesinde artarken, kömürlerin oksidasyona dayanıklılığı rankı ile artar [2].

Kömürlerde, vitrinit en kolay oksitlenen masedir, eksinit daha az oksitlenirken, inertinit ise genellikle zor oksitlenir.

Oksitlenmiş kömürün flotasyon yeteneği %1 kostik soda çözeltisinde oksitlenmiş tabakanın çözünmesiyle veya benzoil alkol ile azaltılmasıyla düzenlenir. Oksitlenmiş kömürün flotasyonu, amin gibi bir katyonik toplayıcı kullanımıyla da yapılabilir [2].

3.BÖLÜM

KÖMÜR YÜZEYİNİN ELEKTRİKSEL ÖZELLİKLERİ

3.1.Elektriksel Çift Tabaka

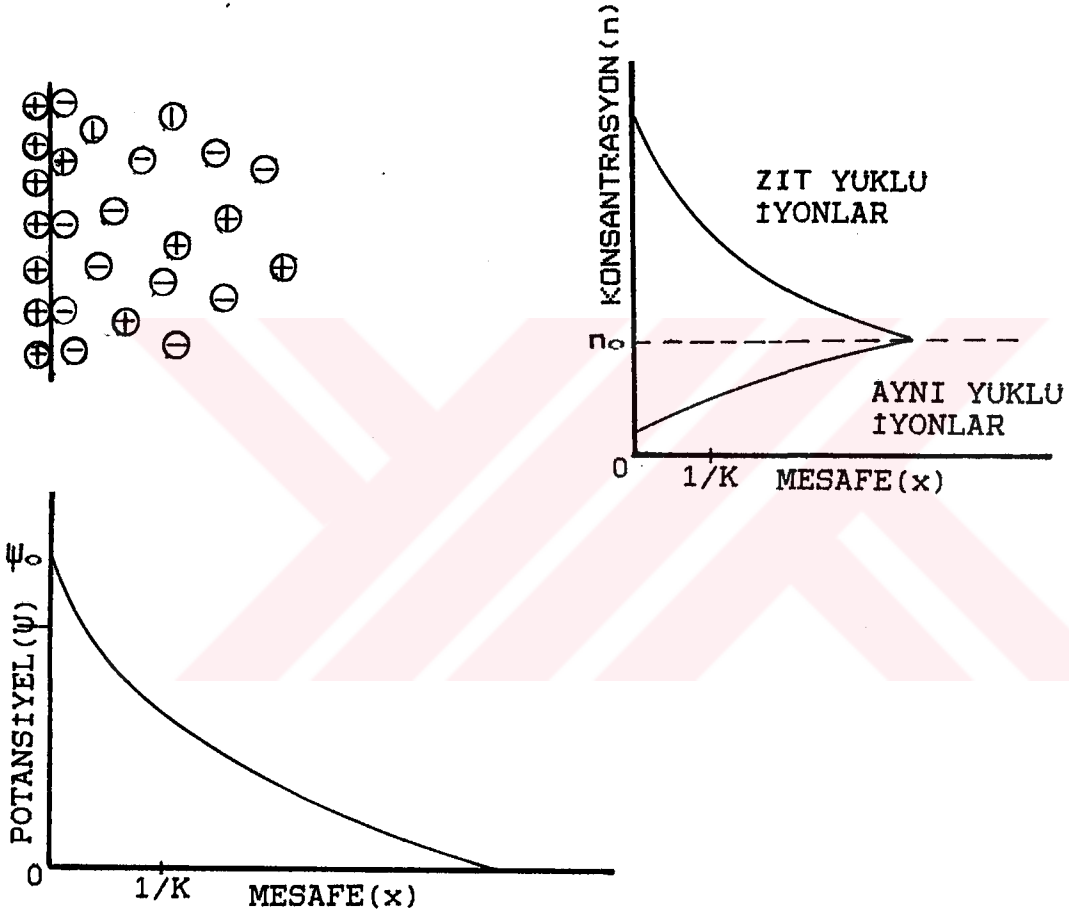
Bir mineral partikülü sulu bir ortama daldırıldığında, yüzey iyonların tercihli adsorpsiyonuyla veya yüzey gruplarının iyonizasyonu ile bir elektrik yükü kazanır. Yüzey elektrik yükü, polar ortamda yakın iyonların dağılımının etkisindedir. Zıt yüklü iyonlar yüzeye doğru çekilirken, aynı yüklü iyonlar yüzeyden uzağa itilir. Bu hareket karıştırma özelliği ile birlikte, yüklü yüzey tarafından oluşturulan çift elektrik yüklü tabakanın oluşumuna ve polar ortamda dağılmış bulunan zıt iyonların nötralleşmesine neden olur [7,8].

Elektriksel çift tabaka iki bölgeden oluşur: Adsorplanmış iyonları içeren **iç bölge** ve iyonların, elektriksel kuvvetler ile düzensiz termal hareketlerin etkisine göre dağıldığı **dış bölge**. Çift tabakayı açıklayan en basit model, Gouy ve Chapman tarafından ileri sürülmüştür. Bu model ile açıklama yapılabilmesi için:

- a- Yüzeyin düz, sınırsız ve elektrik yük dağılımının eşit olduğu kabul edilir.
- b- Çift tabakanın difüzlendi kısmındaki iyonların Boltzmann Dağılım Kanunu'na göre yük dağılımı göstereceği kabul edilir.

c- Çözeltinin, çift tabakayı sadece dielektrik sabitiyle etkilediği kabul edilir. Dielektrik sabitinin değeri çözeltinin her yerinde aynıdır.

d- Yükü z olan tek bir simetrik elektrolit kabul edilir.



Şekil 3.1.Gouy-Chapman elektriksel çift tabaka modeli

Elektriksel çift tabaka teorisi, elektrolit içindeki iyonların dağılımı ve buna bağlı yüzey yüklerinin bulunduğu yerde meydana gelen elektrik potansiyellerinin büyüklüğü hakkında bilgi verir. Bu teori ile, yüklü kolloidal sistemlerin flotasyonu, flokülasyon, korozyon, adsorpsiyon, iyon değişimi, kararlılık gibi elektrokine-

tik özelliklere dayalı deneysel gözlemlerin yorumlanması mümkün hale gelmektedir [7].

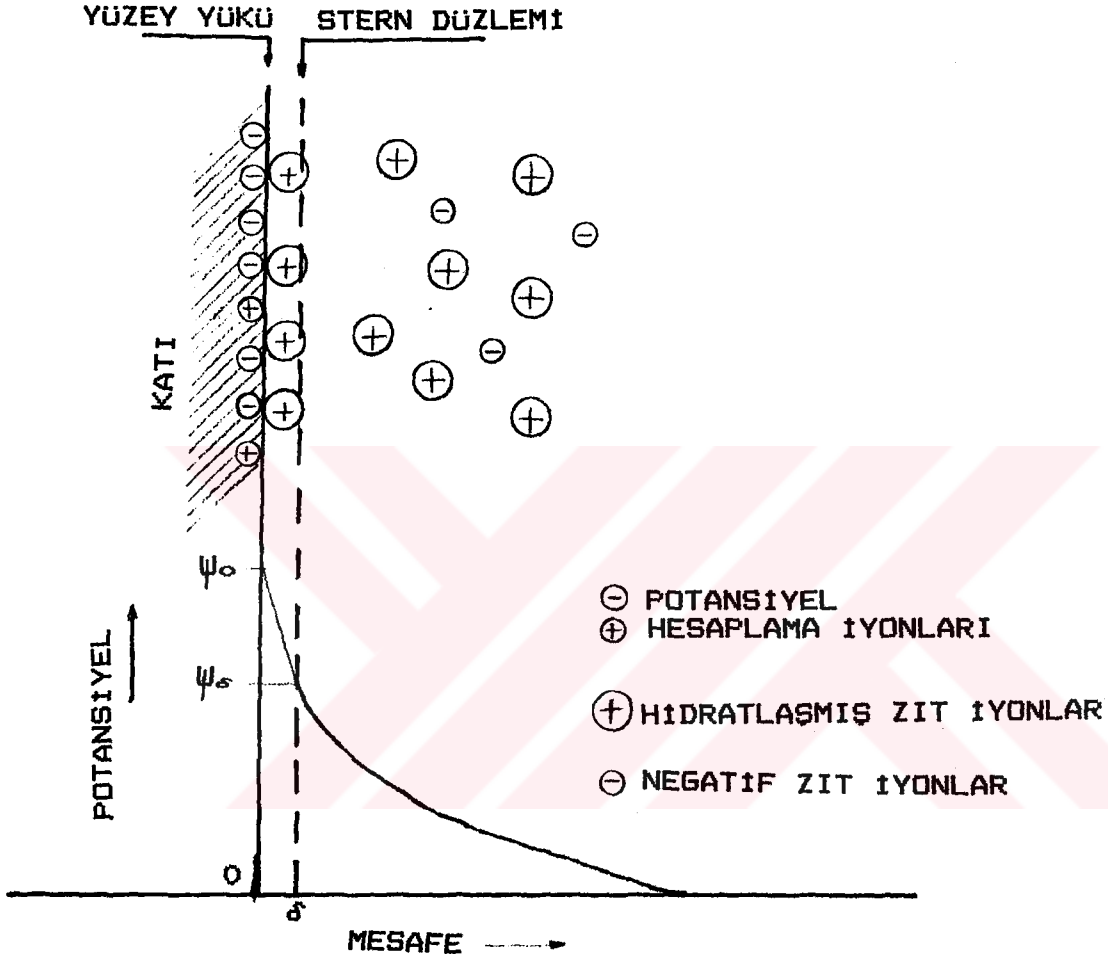
3.2.Stern Çift Tabaka Modeli

Sınırlı büyüklükteki iyonlar, çift tabakanın difüzlener kısmının iç sınırını kuşatır. Stern, çift tabakanın bir düz yüzey ile iki kısma ayrıldığını kabul etmiştir. **Stern düzlemi** denilen bu düzlem, yüzeyden hidrate iyonların yarıçapı kadar uzakta yer alır [1,8].

Özel olarak adsorplanan iyonlar, karıştırma kuvvetinden büyük olan elektrostatik ve Van der Waals kuvvetlerinin etkisiyle yüzeye bağlanır. Özel olarak adsorplanmış iyonların merkezleri Stern tabakasında yani yüzey ile Stern düzlemi arasında yer alır. Stern düzleminin ötesinde yerleşen iyonlar, iyonların difüzlener kısmını oluştururlar. Bunun Gouy-Chapman modelindeki ψ_0 'ın ψ_s ile yer değiştirerek uygulanabileceği kabul edilir [7].

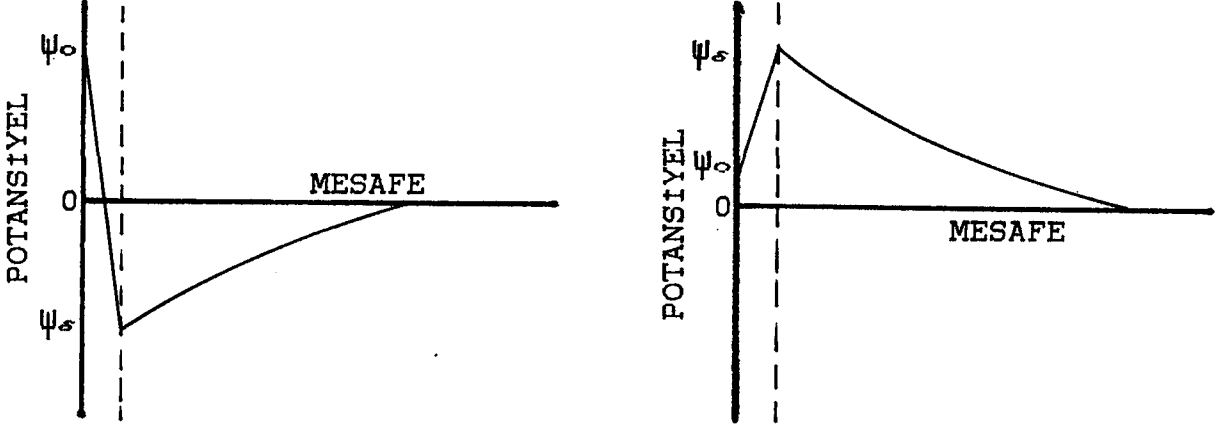
Potansiyel, Stern tabakasında ψ_0 'dan (yüzey yada duvar potansiyeli) ψ_s 'a değişir ve çift difüzyon tabakasında ψ_s 'dan sıfıra düşer. Özel iyon adsorpsiyonu olmadığında, yüzeyde ve Stern tabakasında yük yoğunlukları eşittir [7].

Karakteristik adsorpsiyon oluştuğu sırada aynı tür iyonların adsorplanması mümkündür. Bu olay yüzey potansiyelinin pozitif yönde artmasına neden olur. Diğer taraftan çok değerlikli yada yüzey aktif zıt iyonlarla zıt yüklenmenin de meydana gelmesi mümkündür.



Şekil 3.2. Stern çift tabaka modeli

Yani ψ_0 ve ψ_s zıt işaretlere sahip olurlar. Aynı yüklü yüzey aktif iyonların adsorpsiyonu ψ_0 ve ψ_s 'nin aynı işarete ψ_s 'nin ψ_0 'dan büyük değerde olduğu bir yapı oluşturur (Şekil 3.3) [1,9].



Şekil 3.3. Aynı ve zıt yüklü yüzey aktif iyonların adsorpsiyonu
(a) Yüzey aktif yada çok değerlikli zıt iyonların adsorpsiyonundan ileri gelen zıt yük
(b) Aynı yüklü yüzey aktif iyonların adsorpsiyonu

3.3. Zeta Potansiyeli

Stern modeline göre, katı yüzeyine bir molekül büyüklüğü mesafede Stern düzlemi adı verilen bir düzlem düşünülür. Burada bulunan zıt işaretli iyonlar, yüzey potansiyelini lineer olarak azaltırlar. Düzlemin dışında, dağılmış iyonlardan oluşan bir tabaka bulunur. Bu bölgede potansiyel azalması lineer değildir. Daha uzun mesafede azalarak sifıra düşer, yani iyon konsantrasyonu yüzeyden uzaklaştıkça azalır [1].

Katı yüzeydeki elektrik yükü (σ_k), Stern düzlemindeki elektrik yüküdür. Şu formülle ifade edilebilir:

$$\sigma_k = - \frac{D}{4\pi} \left[\frac{d\psi}{dx} \right]_{x=0} = \frac{D}{4\pi} \left[\frac{\psi_\sigma - \psi}{d} \right]$$

Burada;

D = Ortamın dielektrik sabiti

U_0 = Yüzey potansiyeli

d = Elektriksel çift tabaka kalınlığı

Katı yüzeyinin ölçülebilen potansiyeli ϵ' 'dir. Buna **elektrokinetik potansiyel (zeta potansiyeli)** denir. Elektrokinetik potansiyel elektrostatik prensiplere göre aşağıdaki formülle hesaplanır:

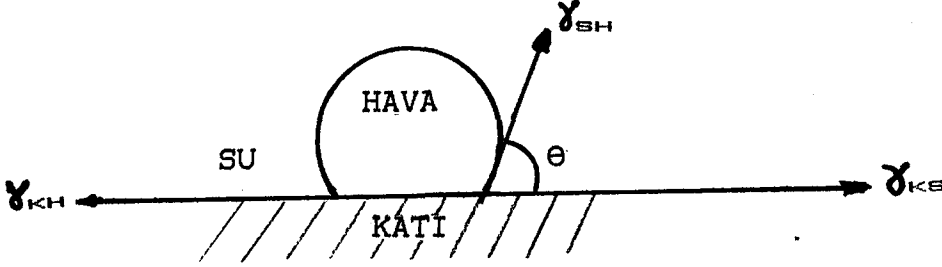
$$\epsilon = \frac{4\pi\sigma d}{D}$$

Zeta potansiyelinin mutlak değeri ve işareti, mineralin toplayıcı ile muamelesinde büyük önem taşır. Toplayıcılar da mineral yüzeyine adsorbe olduklarında mineral yüzeyi elektrik yükünü kuvvetle değiştirirler. Bu nedenle bunlara **yüzey aktif maddeler** de denilebilir. Mineral pulplarına uygun maddelerin katılması, zeta potansiyelinin mutlak değeri ve işaretinin kontrolü özellikle oksit minerallerin flotasyonunda önemlidir.

3.4. Temas Açısı ve Islanabilirlik

Bir sıvı damlası, katı madde yüzeyine konulduğunda yayılarak yüzeyi ıslatmakta veya yüzeyle bir temas açısı oluşturacak şekilde kalmaktadır [3].

Şekil 3.4'de ifade edilen katı, sıvı, hava arayüzlerinde yer alan gerilim kuvvetleri arasında aşağıdaki bağıntı yazılabilir.



Şekil 3.4. Temas açısı ve gerilim kuvvetleri

$$\gamma_{KH} = \gamma_{KS} + \gamma_{SH} \cos \theta \quad (1)$$

γ_{KH} = Katı-hava arayüzeyinde gerilim kuvveti

γ_{KS} = Katı-su arayüzeyinde gerilim kuvveti

γ_{SH} = Sıvı-hava arayüzeyinde gerilim kuvveti

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

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

$$W_{KS} = \gamma_{KH} + \gamma_{SH} - \gamma_{KS} \quad (2)$$

W_{KS} = Katı-su arayüzeyinde, birim alana uygulanan adhezyon çekimi

(1) ve (2) denklemlerinden faydalanılarak Young denklemi elde edilmektedir.

$$W_{KS} = \gamma_{SH}(1 + \cos \theta) \quad (3)$$

Young denkleminde, θ açısının değeri sıfır olduğunda, katı sıvı arasındaki adezyon çekimi en yüksek değere ulaşır ve bu durumda sıvı madde, katı yüzeyini tamamen ıslatır. θ açısı 180° olduğunda ıslanma meydana gelmez. Fakat katılar ile sıvılar arasında daima bir miktar çekim olduğu için ıslanma meydana gelir. Yani yüzeyin ıslanmama durumu pratikte hiçbir zaman gerçekleşmez. Pratikte hidrofobik yüzeyler $40-110^\circ$ arasında ıslanabilirlik kazandığı araştırmacılar tarafından verilmiştir.

Kömür yüzeyinde oksijen bulunduran grupların (organik hidrofilik gruplar) olması temas açısını azaltırken, hidrofobik C-H gruplarının daha fazla olması temas açısını arttırır.

Kömürün kül içeriği ve oksidasyonu gibi faktörler temas açısını etkiler. Örneğin -OH ve -COOH aktif gruplarının ve kül içeriğinin artması temas açısının değerini azaltır. Bazı araştırmacılar kömürün kül içeriğinin $< \%10$ olmasının temas açısını fazla etkilemediğini belirtmişlerdir [6].

4.BÖLÜM

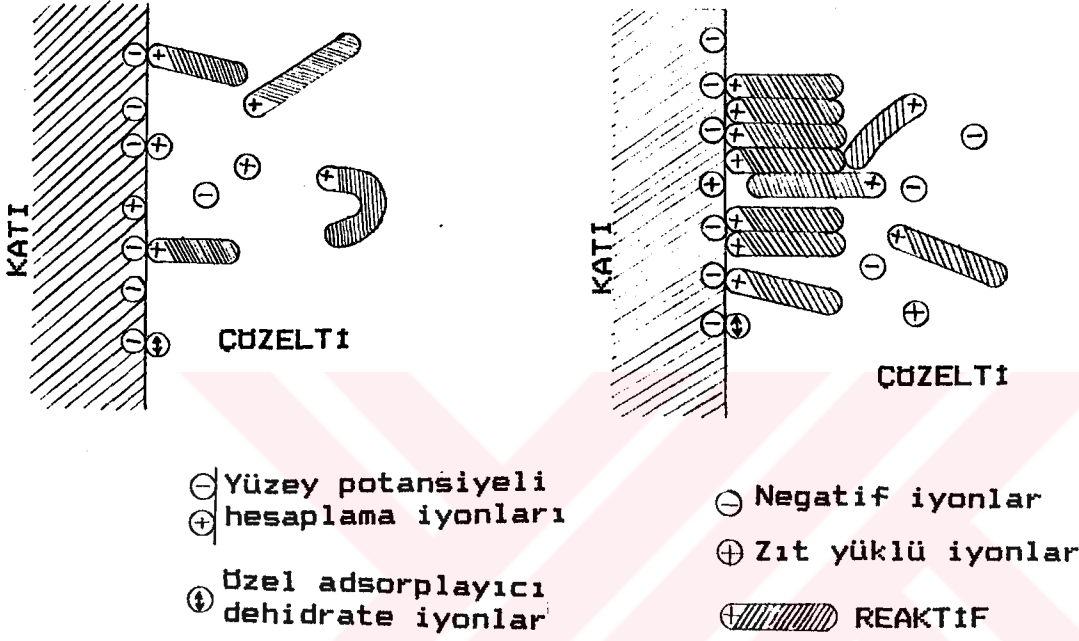
KÖMÜR FLOTASYONU

4.1.Kömür Flotasyonu

Köpük flotasyonu, değişik mineral partiküllerindeki fiziko-kimyasal yüzey özelliklerinin farklı oluşuna dayanan bir ayırma işlemidir.Kömür madenciliğinin giderek makinalaşması ürünün madenden çıkarılması ve işlenmesi sırasında parçalanmasına ve küçük boyutlu partiküllerin artmasına neden olmuştur. Üründeki ince taneciklerin artması ve içinde inorganik, maddelerin de fazla miktarda bulunması, kömür için köpük flotasyonunu gerekli hale getirmiştir [7].

Flotasyondaki temel proses, çeşitli reaktiflerin kullanılmasıyla kömür yüzeyinin apolar özellik kazandırılarak yüzdürülmesidir. Belirli bir partikül büyüklüğündeki kömür, ortama konulan reaktiflerle temas halinde iken, meydana getirilen hava kabarcıklarına seçimli olarak tutunur. Bu nedenle kömür partikül yüzeylerinin su ile etkileşimi ve pulpun inorganik madde içeriği işlemin özelliklerini belirlemektedir. Kömür yüzeyinde toplayıcı reaktifin adsorpsiyonuyla kömür yüzeyinin apolar özelliği artar. Toplayıcı reaktif molekülleri ile daha güçlü ve kararlı bağlar oluşur.Toplayıcı reaktifin polar grupları kömür yüzeyine bağlanırken polar olmayan grupları su fazında kalır. Su fazında kalan polar olmayan

gruplar oluşturan hava kabarcıklarına seçimli tutunarak kömür partiküllerini su yüzeyine taşır. (Şekil 4.1)[11].



Şekil 4.1. Uzun zincirli toplayıcıların adsorpsiyonu
a) düşük konsantrasyonda
b) yüksek konsantrasyonda

Doğal olarak hidrofobik karaktere sahip olmasına rağmen kömür yüzey oksitlenmesinden dolayı hidrofilik bir özelliğe yönelir. Kömürün doğal flotasyon etkinliği de oksidasyon derecesine bağlı olarak azalır. Bu özellik, kömür yüzeyindeki oksitlenme ile -OH ve -COOH gruplarının oluşmasından ileri gelir. Diğer taraftan bu oluşum kömürün yüzeyinde zeta potansiyelinin düşmesine de neden olur [12].

Kömürün flotasyon yeteneği; rankına, petrografik yapısına, bünyesinde bulunan inorganik maddelerin bileşimine ve dağılımına

bağlıdır. Makro petrografik bileşenlerinin suda yüzebilirliği vitrain, klarain, durain, fusain sırasıyla azalmaktadır. Flotasyon da tane boyutu, kömürün yoğunluğuna bağlı olarak seçilmektedir. Yoğunluğu yüksek kömürler küçük tane boyutuna, düşük olanlar daha büyük tane boyutuna getirilmektedir. Sisteme verilen kömürde, çok küçük tane boyutunda partikül oranının artması prosesi olumsuz etkilemektedir. Bu durumda, köpüğe taşınan katı miktarı arttığından, konsantrenin kül miktarı artmakta ve daha fazla flotasyon reaktifi tüketilmektedir [3].

4.2.Kömür Flotasyonunda Kullanılan Reaktifler

Kömür flotasyonunun etkinliği, pulpa ilave edilen reaktiflerle arttırılmaktadır. Bu reaktifler minerale su itici özellik verecek köpüğe taşınmasını sağlamaktadır.

4.2.1.Toplayıcı Reaktifler

Kömür flotasyonunda kullanılan toplayıcılar; motorin,gazyacı gibi petrol ürünleri ve odun-kömür katranından türetilen suda az çözünen yağlardır.Olabildiğince yüksek molekül ağırlıklı hidrokarbon tipi sıvı parafinik toplayıcıların kömür için etkili toplayıcı oldukları bilinmektedir.Apolar yapıdaki bu maddelerin su fazındaki dağılımı, karıştırma şartlarına bağlı olarak emülsiyonlar oluştururlar. Bunlar kömür partikül yüzeyinin apolar kısımlarına yapışarak, tabii hidrofob özelliğini arttırmaktadırlar. Özellikle lauril

amin, amin-D asetat reçinesi, izoamil amin gibi uzun zincirli aminler oksitlenmiş kömürün flotasyonunda etkili olmuşlardır.

Kömür flotasyonunda, fazla miktarda toplayıcı kullanıldığında zor yüzen kömür partikülleri daha kolay yüzebilmektedir. Bu durumda toplam olarak yüzen katı miktarı artarken, konsantrenin kül miktarı artmaktadır [3,5].

4.2.2. Köpük Yapıcı Reaktifler

Köpük yapıcılar hava-su arayüzeyinde adsorplanmaya elverişli heteropolar yüzey aktif organik maddelerdir. Bunlar, kömür flotasyonunda hem köpük oluşumu sağlamakta hem de polar kısımları ile kömür partikül yüzeylerinin hidrofilyk özellik gösteren kısımlarına bağlanarak hidrofobik özellik kazandırmakta; yani toplayıcı görevi de yapmaktadırlar.

Ençok kullanılanlar, radikallerinde 6-8 karbon atomu bulunduran alkoller ve çamyığıdır.

Fazla köpük yapıcı ilavesi, köpükte su miktarını arttırmaktadır. Pulpta bulunan inorganik maddelerin su ile birlikte köpüğe taşınması, konsantrenin kül miktarının artmasına neden olmaktadır.

Flotasyonda köpük yapıcı seçiminde aranan özellikler şöyle sıralanabilir:

a-Yüzen minerallerle flotasyon pulpunu birbirinden ayırmak üzere, az miktarda kullanıldığı zaman, yeterli hacim ve kararlılıkta devamlı bir köpük meydana getirmelidir.

- b-Köpük, flotasyon makinasından alındıktan sonra, kolayca sönerek temizleme devresine veya filtreye girecek olan konsantreyi bırakmalıdır.
- c-Köpüğün yapısı,ince şlam ve inorganik maddelerin maddelerin çökmesine uygun olmalıdır.
- d-Toplayıcı özelliği olmamalıdır, eğer varsa yüzdürülmesi istenen mineral için toplayıcılık özelliği olmalı, diğer mineralleri yüzdürmemelidir.
- e-Flotasyon pulpunun pH değişimine ve pulpta erimiş diğer iyonlara karşı hassas olmalıdır [1].

4.2.3.Bastırıcılar

Inorganik asitlerin tuzları ve elektrolit özellikte olmayan bazı maddeler kömür flotasyonunda bastırıcı olarak kullanılmaktadır. Pulpta fazla miktarda bulunan kil, kömür partikül yüzeylerine yapışarak partiküllerin hava kabarcıklarına tutunmasını zorlaştırmaktadır. Bu durumda nişasta, organik kolloidler, sodyum silikat, alüminyum tuzları kullanılarak kilin kömür partikül yüzeylerinde birikmesi önlenmektedir. Düzenleyici reaktiflerin diğer bir grubunu karbonhidratlar ve tanenler oluşturur.Karbonhidratlar;dekstrin, nişasta vb.(OH,COOH,CO,COH vb.) güçlü polar hidrat grupları içeren büyük molekül ağırlıklı bileşiklerdir. Tanenler ise tiyosülfatlı ve fenollü kompleks moleküllerden oluşur [2,3].

4.2.4. İnorganik Elektrolitler

İnorganik tuz çözeltilerinde kömür gibi doğal olarak hidrofo-
bik özellikteki minerallerin yüzmesi mümkündür. Düşük konsantras-
yonlarda elektrolit, yüzey potansiyelinin azalmasıyla mineral
partiküllerini hidrofobik yapar ve böylece onların hidratasyonu
azalır.

Elektrolitler direkt veya değişen adsorpsiyonla kömür yüze-
yindeki yükü değiştirirler ve yükün artmasıyla veya azalmasıyla
yüzeyi daha fazla veya daha az hidrofobik yaparlar [13] .

Direkt olarak adsorplanmayan elektrolitler kömür partikülleri
etrafındaki çift tabakayı sıkıştırırlar ve böylece yüzeydeki taba-
kanın kalınlığı etkilenir.

İnorganik elektrolitlerin düşük konsantrasyonlarında yalnızca
köpük yapıcı kullanılarak kömür flotasyonu yapılmaktadır. Bu işlem
tuz flotasyonu olarak adlandırılmaktadır.

4.3. Zeta Potansiyelinin pH ile Değişimi

Kömürler saf suda negatif zeta potansiyeline sahiptir. Kömür
heterojen bir yapıdadır ve yüzeyi izotropik olmayan bir yapıya
sahiptir. Bazı araştırmacılar, izotropik olmayan yüzeyi iki şekilde
ifade etmişlerdir.

- 1- Van der Waals bağlarının kopmasıyla oluşur ve hidrofobiktir.
- 2- Kovalent veya iyonik bağların kopmasıyla oluşur ve hidrofilik-
tir.

Kömür yüzeyinde saf grafitte benzer alanların hidrofobik olduğu ve pratik olarak inert olduğu varsayılmıştır. Yüzeydeki hidrofilik kısımlar polardır ve oksit kompleksler olup kafesin kırıldığı yerlerde ve kenarlarda zayıf asidik gruplar gibi davranırlar. Bunun yanısıra kömür, yapısında hidrofilik inorganik safsızlıklarda içerir. Böylece kömür yüzeyi, yüzeydeki hidrofilik kısımların bulunması nedeniyle negatif yük gösterir [12].

Pulpa hidroksil iyonları ilave edildiği zaman kömür yüzeyi hidroksil iyonlarının adsorpsiyonuna uygun olarak daha negatif olmaya başlar. Aksine kömür yüzeyi ile temastaki çözeltinin pH'ı düştüğü zaman H_3O^+ iyonları negatif yük sıfır olana kadar adsorplanır. Çözeltinin asitliğinin artması yüzeyin pozitif yüklenmesine neden olur. Böylece hidronyum ve hidroksil iyonlarının değişik konsantrasyonları yalnızca zeta potansiyelinin büyüklüğünü değil işaretini de değiştirir. Böylece hidronyum ve hidroksil iyonları potansiyel hesaplatıcı iyonlar gibi davranır. Bu iyonların belli konsantrasyonlarında çözeltideki kömür yüzeyi çift tabakanın sıkışmasına uygun olarak değişmez [10]. Bu elektriksel nötralleşmenin meydana geldiği pH'a izoelektrik nokta (IEP) denir. Genellikle tüm kömürlerin IEP'leri hava-kömür temas süresinin artmasının bir derecesi olarak düşük pH'da olur. Geniş pH aralığında kömürün yüzdürülmesi sırasında nötral nokta yakınlarında bir optimum olduğu bulunmuştur. Zimmerman'a göre bu optimum nokta pH 6-7.5 arasındadır. Sun'a göre ise yağlı toplayıcılar ortamda olduğunda oksitlenmemiş bitümlü kömürler için pH 7.5'ta iken gözlenmiştir.

Genellikle çok asitli veya çok alkali pulplarda flotasyon yeteneğinin düştüğü gözlenmiştir [2].

4.4.Partikül Büyüklüğü ve Özgül Ağırlığı

Flotasyon yapılacak kömür partiküllerinin boyutu, yoğunluğa bağlı olarak değişir. Düşük yoğunlukta büyük boyut, yüksek yoğunlukta ufak boyut tercih edilir. Sisteme verilen kömürde, çok küçük tane boyutunda partikül oranının artması prosesi olumsuz etkilemektedir. Bu durumda, köpüğe taşınan toplam katı miktarı arttığından, konsantrenin kül miktarı artmakta ve daha fazla flotasyon reaktifi tüketilmektedir. Flotasyon için ideal partikül büyüklüğü 0.100-0.300 mm arasındadır [14,15].

Flotasyon ünitelerine besleme sırasında partikül büyüklüğünün çok geniş aralıkta değişmesi bazı problemlere neden olur. Örneğin, %15 katının, flotasyon ünitesine beslenmesi sırasında ince taneler hemen yüzer, çevrimin daha sonraki basamaklarında kalın taneli kömürler serbest kalır. Sonuç olarak, seyreltme düşüktür ve belirteç konsantrasyonu kalın partiküllerin etkili geri kazanımı için çok çok zayıf kalır. Belirteçlerin ilavesi ile bile beslemenin bu partikül büyüklüğünde iyi sonuçlar alınamaz. Bu nedenle bazı zamanlar, 0.300 mm yaklaşıklıkta bir besleme ile ayırma bir avantajdır [11,14,15].

4.5.Pulp Yoğunluğu

Demir içeren maden cevherleri ve silikat mineralleri %20-30 pulp yoğunluğunda flotasyon işlemine iyi cevap verirler. Kömür flotasyonunda pulp yoğunluğu; kömürün yoğunluğuna, inorganik madde içeriğinin türüne ve miktarına bağlı olarak % 5-30 arasında değişmektedir. Amasra kömüründe %40-50 kül içeriği bulunan örneklerde %20 pulp yoğunluğu uygun değer olarak seçilmiştir. Amasra lavvarın da %10 pulp yoğunluğunda flotasyon yapılmaktadır.

Pulp yoğunluğu fazla miktarda alındığında konsantre miktarı artar. Ancak inorganik maddeler de konsantreyle birlikte taşındığı için konsantrede kül miktarı fazlalaşır. Pulp yoğunluğunun düşük tutulması durumunda ise düşük kül içeriği elde edilmesinin yanında konsantre miktarının azalması nedeniyle flotasyonun masrafı artar.

4.6.Balçığın Etkisi

Kaolinit, kömürle birleşmiş en genel killi mineraldir. Çok ince parçacıklar halindeki kilin bulunması flotasyonla kömürün geri kazanımını azaltır ve reaktif sarfiyatını arttırır. Bu da hidrofobikleştirmekten daha çok hidrofilikleştiren çok ince kil tabakası ile kömür partiküllerinin kaplanmasına neden olur. Böylece hava kabarcığı ve kil partikülü arasında adezyon olasılığı azalır, flotasyon zorlaşır.

5.BÖLÜM

DENEYSEL ÇALIŞMA

5.1.Örnek Alınması, Hazırlanması ve Özelliklerinin Belirlenmesi .

Flotasyon denemeleri, uzun süre atmosfer koşullarında beklemiş, toz halindeki Amasra kömüründen alınan örneklerle yapılmıştır. Ayrıca, ocaktan çıkarılan kömürü lavvara ileten banttın alınan kömürün de flotasyon özellikleri incelenmiştir.

5.1.1.Örneklerin Alınması

Kömür örnekleri, "TSE 2390 Kömürden numune alma"da belirtilen esaslara göre alınmıştır. Oksitlenmiş kömür için; atmosfer koşullarında, küçük tane boyutunda beklemiş yüksek şist içerikli kömür yığınının bir ton kadar örnek alınarak konikleme ve dörtleme yöntemi ile 100 kg dolayına azaltılmıştır.

Oksitlenmemiş kömür için ise ocaklardan çıkarılan kömürü lavvara ileten bandın elle ayıklama yapıldıktan sonra, kırıcılardan önce yer alan bölümünden, 10 dakika arayla gün boyu bir ton kadar örnek alınmış, konikleme ve dörtleme yöntemi ile 100 kg dolayına azaltılmıştır.

5.1.2.Flotalasyon rneklerinin Hazırlanması

Toz halindeki oksitlenmiş kömür, yüksek oranda Şist içermesi nedeniyle ıslak eleme metoduyla -0.500 +0.140 mm tane boyutuna getirilmiŐtir. Islak eleme metodu ile toz kömür içindeki Őistin bir kısmının su ile yıkanarak uzaklaŐtırılması amaçlanmıştır.

Oksitlenmemiş kömür ise çeneli kırıcı ve kreli değirmen kullanılarak -0.500 +0.140 mm boyutuna getirilmiŐtir.

5.1.3.Flotalasyon rneklerinin zellikleri

Flotalasyon rneklerinden "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 edilmiştir.

NEM: Sabit tartımı bilinen saat camına, hassas tartım ile 1 g örnek alınır. Etüvde 104-110°C 1 saat bekletilerek kurutulur. Daha sonra desikatörde soğutulur, tartım farkı nem miktarı olarak alınır [4].

KL: Sabit tartımı bilinen porselen krozeye nemi giderilmiş kömür örneğinden 0.250 g hassas tartım alınır ve fırına konulur. Fırının sıcaklığı 750°C'ye kadar yükseltilerek yanma sağlanır. Fırından alınan kroze desikatörde bekletilerek soğutulur ve tartılır. Bulunan değerden kroze sabit tartımı çıkarılarak kül miktarı belirlenir [3].

UÇUCU MADDE: Sabit tartıma getirilen krozeye nemi giderilmiş

kömür örneğinden 1 g hassas tartım alınır ve özel kapağı ile kapatılır. Kapaktaki delikten geçen porselen boru vasıtasıyla havagazı gönderilerek krozenin içindeki hava boşaltılır. Havagazının krozeye gönderilmesine devam edilerek bek üzerinde önce hafif sonra kuvvetli ısıtılır. Daha sonra desikatörde bekletilerek soğutulur ve tartılır. Bulunan değerden krozenin ağırlığı çıkarılarak uçucu madde miktarı belirlenir [3].

SABİT KARBON: Bulunan nem, kül, uçucu madde değerlerinden faydalanarak, aşağıdaki formüle göre hesaplanır.

$$\% \text{ Sabit Karbon} = 100 - \% (\text{nem} + \text{kül} + \text{uçucu madde})$$

TOPLAM KÜKÜRT: 25 ml'lik bir porselen krozeye, önce 0.5 g Eschka karışımı ($2 \text{ MgO} + 1 \text{ Na}_2\text{CO}_3$), daha sonra 1 g kömür numunesi ile karıştırılmış halde 2.5 g'lık Eschka karışımı, bunun üzerine ise 1 g Eschka karışımı konulur. Böylece, kömür-Eschka karışımının hava ile olan teması kesilir.

Kroze, soğuk fırına yerleştirilir. Fırının sıcaklığı 1 saat içerisinde $800 \pm 25^\circ\text{C}$ 'a gelir. Bundan sonra bu sıcaklıkta 1.5 saat tutulur. Fırından krozeler alınır, desikatörde soğutulur. Kroze içeriği içinde 25-30 ml su bulunan 400 ml'lik bir behere alınır. Krozeler 50 ml sıcak su ile yıkanır, yıkama suları da beherin içeriklerine ilave edilir.

Beherin içeriğine 1 ml H_2O_2 katılır. 30 dakika kadar 80°C 'de ısıtılır, süzülür. Süzüntü 400 ml'lik bir erlende toplanır. Süzgeç kağıdı daha önceden 5 defa 20'şer ml'lik sıcak su ile yıkanır. Hidrojen peroksiti gidermek için kaynatılır ve metil kırmızısı

indikatörü katılır. Renk, kırmızı oluncaya kadar hidroklorik asit ilave edilir. CO₂'i uzaklaştırmak için 5 dakika kaynatılır. Sonuçta çözelti hacmi 150-250 ml arasında olmalıdır. Erlen içindeki çözelti kaynayınca kadar ısıtılır ve kaynama kesilinceye kadar sıcaklık yavaş yavaş azaltılır. Bundan sonra 10 ml soğuk baryum klorür çözeltisi katılır. Çözelti kaynama noktasına yakın bir sıcaklıkta 30 dakika bekletilir.

60 ml'lik bir huniye süzgeç kağıdı yerleştirilir ve asitle 2 defa yıkanır. Çözelti süzgeç kağıdından süzülür.

Islak süzgeç kağıdı önceden sabit tartıma getirilmiş porselen kroze konulur. Kroze 800 ± 25 °C'lıktaki bir fırında 15 dakika süreyle tutulur. Desikatörde bekletilip soğutulduktan sonra tartılır [4].

Şahit deney: Koşullar aynı kalarak kömür kullanmadan bir şahit deneme yapılır. Metil kırmızısını koymadan önce 10 ml ayarlı baryum klorür çözeltisi ilave edilir. Esas tayinde bulduğumuz kükürttten ileri gelen BaSO₄ miktarından şahit deneyde elde edilen BaSO₄ miktarı çıkarılmalıdır. İlgili ifade aşağıda verilmiştir.

$$S = \frac{13.74(a-b+0.0080)}{m}$$

m = Artık miktarı

a = Esas tayinde bulunan BaSO₄ ağırlığı, g

b = Şahit deneyde bulunan BaSO₄ ağırlığı, g

S = Toplam kükürt yüzdesi

ISI DEĞERİ TAYİNİ: "ASTM D. 271-64" de belirtilen esaslara göre yapılır. 1 g kömür örneği, 10 cm yanma teli ile birlikte palet yapılarak kalorimetre bombasına yerleştirilir. 25-30 kg/cm² basınçta oksijen ile yakılır. Sistemin dengeye varması dikkate alınarak, yanma öncesi ve sonrasında 10'ar dakikada bir sıcaklık okunur.

Tablo 5.1. Flotasyon örneklerinin nem, kül, uçucu madde, sabit karbon, kükürt miktarı ve ısı değerleri

	OKSİTLENMİŞ KÖMÜR	1.OKSİTLENMEMİŞ KÖMÜR	2.OKSİTLENMEMİŞ KÖMÜR
% NEM	1.00	5.50	6.20
% KÜL	45.64	40.24	16.67
% KÜKÜRT	0.51	2.29	0.57
% UÇUCU MADDE	10.46	12.99	21.14
% SABİT KARBON	43.90	41.27	62.19
ISI DEĞERİ (cal/g)	2986.00	3414.00	5929.00

Tablo 5.2. Flotasyon örneklerinin C-H-N yüzdeleri

%	OKSİTLENMİŞ KÖMÜR	1.OKSİTLENMEMİŞ KÖMÜR	2.OKSİTLENMEMİŞ KÖMÜR
C	32.9	33.6	67.8
H	2.7	3.1	5.3
N	0.1	0.3	0.6

5.2.Flotasyon Örneklerinin Elektrokinetik Potansiyelinin Ölçülmesi ve Alınan Sonuçlar

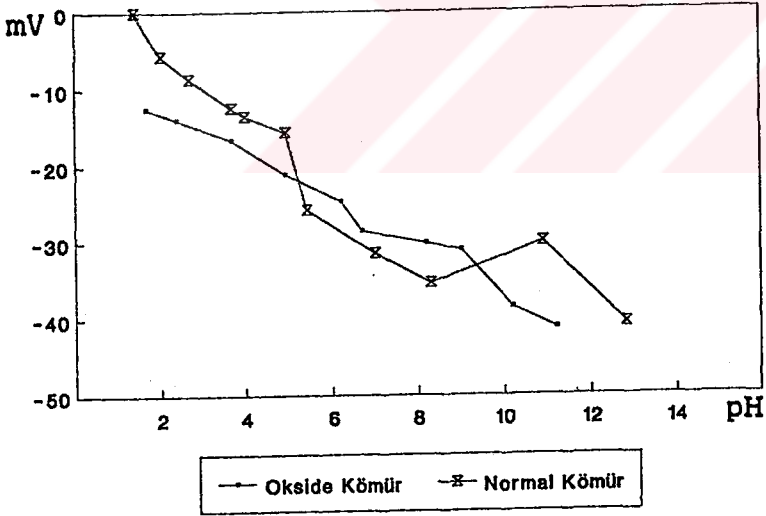
Oksitlenmiş kömür, flotasyon devresinde oksitlenmemiş kömüre göre daha farklı bir davranış içindedir. Flotasyon etkinliği kömür partikül yüzeylerinin hava ile oksidasyona maruz kalma derecesine bağlı olarak değişir. Oksitlenmiş kömürü flotasyona tabi tutmadan önce, oksidasyondan sonra flotasyon reaktifleriyle ve reaktifsiz yüzeyde meydana gelen yük değişimleri ile ilgili çalışmaların yapılması gereklidir. Elektrokinetik potansiyel ölçümleri oksitlenmiş kömür yüzeyi özelliklerinin saptanmasında etkili yöntemdir.

Çalışmalarda kullanılan flotasyon örneklerinin elektrokinetik potansiyelleri "Zetameter 3.0 +" tipi zetametrede ölçülmüştür. Oksitlenmiş ve oksitlenmemiş kömür için yapılan ölçümlerde her iki kömürün negatif bir yüzey yüküne sahip olduğu belirlenmiştir. Kömürlerin pH değişimine göre zeta potansiyelleri ölçülmüş, yükün nötr olduğu nokta olan izoelektrik nokta (IEP), ocaktan çıkarılan kömürde pH 1.4 olarak belirlenmiştir. Oksitlenmiş kömür örneklerinde, ölçüm yapılan en düşük pH ise 1.7 olarak saptanmıştır ancak izoelektrik nokta belirlenememiştir (Tablo 5.3, Şekil 5.1)

Flotasyon örneklerin değişik reaktiflerle birlikte pH değişimine karşı zeta potansiyelleri incelendiğinde; oksitlenmiş kömür için izoelektrik noktasına ulaşılamamasına rağmen oksitlenmemiş kömürün trioktilamin+çamyacı ile yapılan ölçümünde izoelektrik noktası pH 3.8 civarında bulunmuştur (Tablo 5.4, Şekil 5.2.).

Tablo 5.3. Oksitlenmiş ve oksitlenmemiş kömürlerin pH değişimine karşı mV cinsinden zeta potansiyelleri

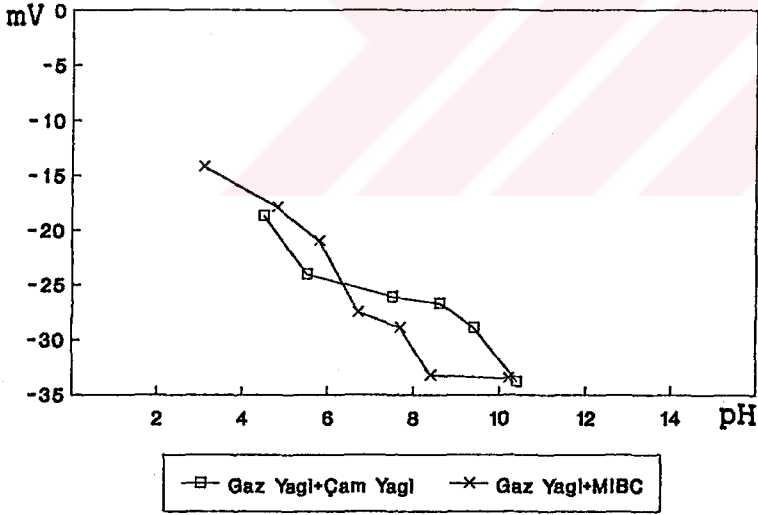
OKSİDE KÖMÜR		OKSİTLENMEMİŞ KÖMÜR	
pH	mV	pH	mV
1.7	-12.5	1.4	0
2.4	-13.9	2.0	-5.6
3.7	-16.6	3.7	-12.4
4.9	-21.1	4.0	-13.5
6.2	-54.7	4.9	-15.6
6.7	-28.6	5.4	-25.8
8.2	-30.2	7.0	-31.5
9.0	-31.3	8.3	-35.4
10.2	-38.6	10.9	-30.1
11.2	-41.3	12.8	-40.7



Şekil 5.1. Oksitlenmiş ve oksitlenmemiş kömürün pH değişimine karşı zeta potansiyeli değişimi

Tablo 5.4. Oksitlenmiş kömürün gazyağı + çamyacı + MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

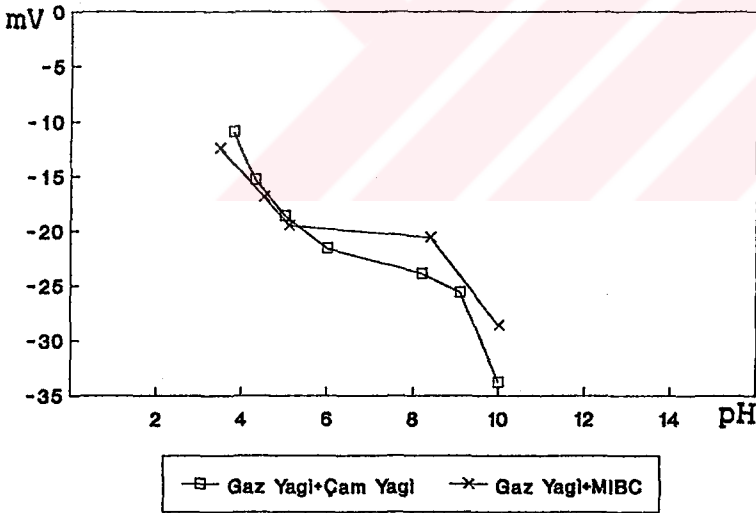
GAZYAĞI+ÇAMYAĞI		GAZYAĞI+MIBC	
pH	mV	pH	mV
4.5	-18.7	3.1	-14.2
5.5	-24.0	4.8	-17.9
7.5	-26.1	5.7	-21.0
8.6	-26.7	6.7	-27.5
9.3	-28.9	7.7	-28.9
10.4	-33.8	8.4	-33.2
		10.2	-33.5



Şekil 5.2. Oksitlenmiş kömürün gazyağı + çamyacı + MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

Tablo 5.5.Oksitlenmemiş kömürün gazyağı+Çamyacı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

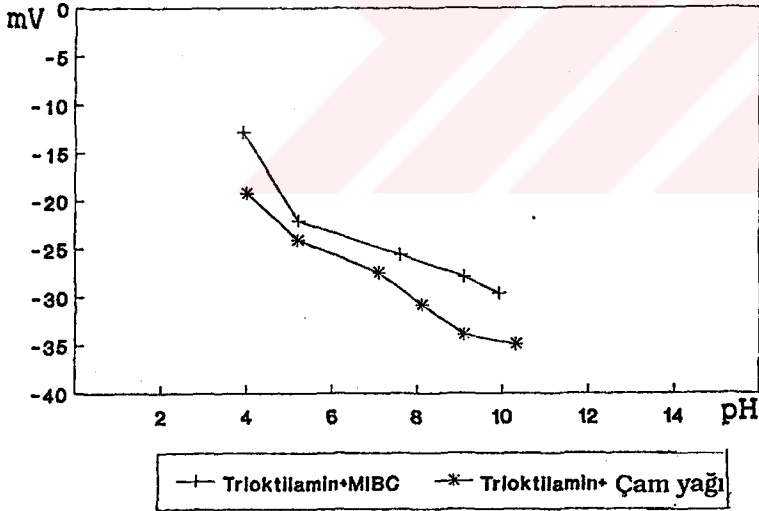
GAZYAĞI+ÇAMYAĞI		GAZYAĞI+MIBC	
pH	mV	pH	mV
3.8	-10.9	3.5	-12.4
4.3	-15.3	4.5	-16.9
5.0	-18.6	5.1	-19.5
6.0	-21.6	8.4	-20.6
8.2	-23.9	10.0	-28.6
9.1	-25.6		
10.0	-33.8		



Şekil 5.3.Oksitlenmemiş kömürün gazyağı+Çamyacı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

Tablo 5.6. Oksitlenmiş kömürün trioktilamin+çamyacı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

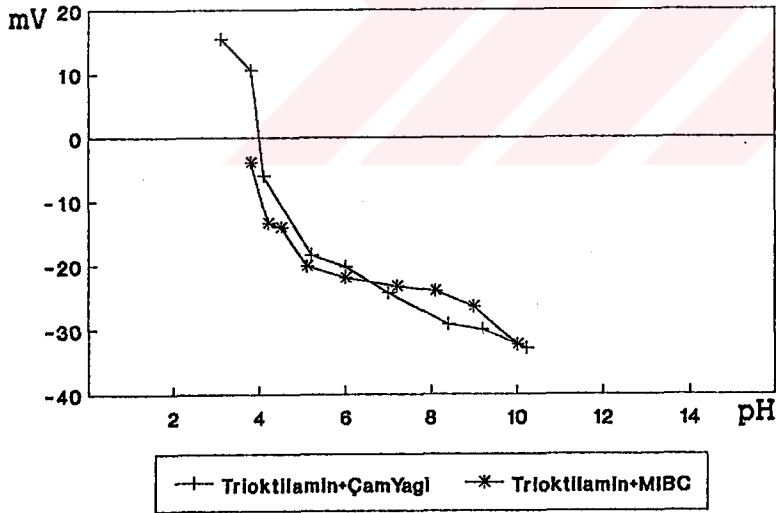
TRIOKTILAMİN+MIBC pH	mV	TRIOKTILAMİN+ÇAMYAĞI pH	mV
3.9	-12.8	4.0	-19.2
5.2	-22.1	5.2	-24.1
7.6	-25.6	7.1	-27.5
9.1	-27.9	8.1	-30.8
10.0	-29.6	9.1	-33.9
		10.3	-34.9



Şekil 5.4. Oksitlenmiş kömürün trioktilamin+çamyacı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

Tablo 5.7. Oksitlenmemiş kömürün trioktilamin+çamyağı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

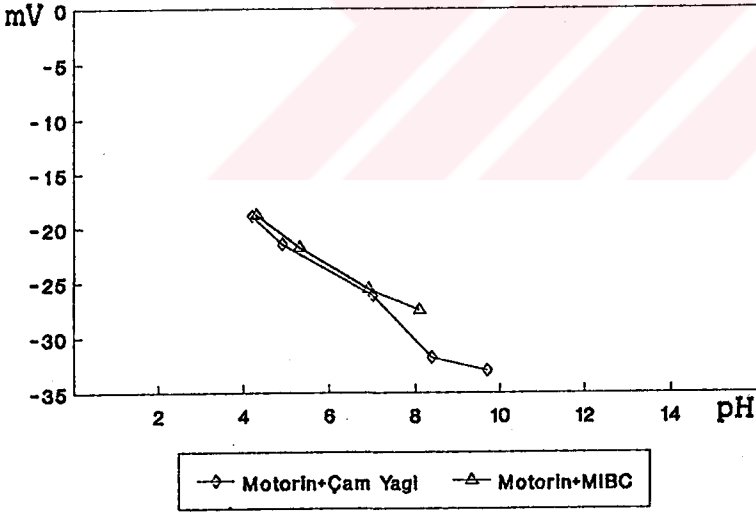
TRIOKTIAMİN+MIBC pH	mV	TRIOKTIAMİN+ÇAMYAĞI pH	mV
3.8	-3.9	3.1	-15.4
4.2	-13.4	3.7	-10.6
4.5	-14.1	4.1	-5.9
5.1	-20.1	5.2	-18.4
6.0	-21.9	6.0	-20.2
7.2	-23.3	7.0	-24.3
8.1	-24.0	8.4	-29.2
9.0	-26.5	9.2	-30.0
10.0	-32.3	10.2	-32.9



Şekil 5.5. Oksitlenmemiş kömürün trioktilamin+çamyağı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

Tablo 5.8.Oksitlenmiş kömürün motorin + Çamyacı + MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

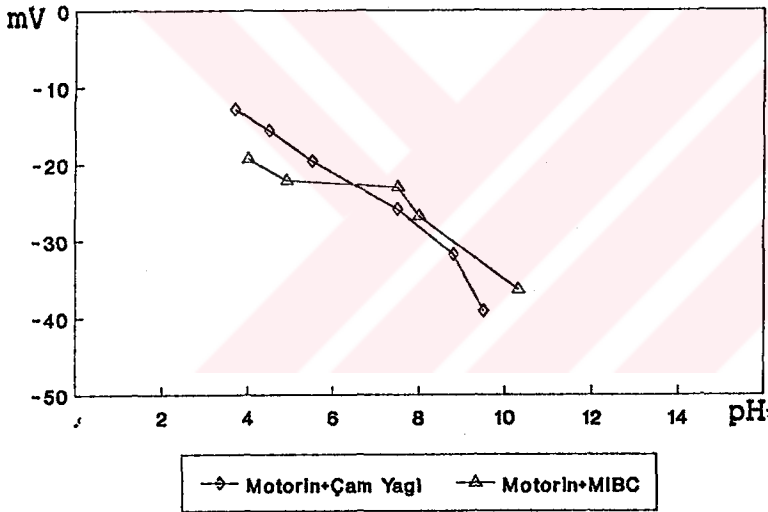
MOTORİN+ÇAMYAĞI pH	mV	MOTORİN+MIBC pH	mV
4.2	-18.9	4.3	-18.8
4.9	-21.5	5.3	-21.8
7.0	-26.2	6.9	-25.6
8.4	-31.8	8.1	-27.5
9.7	-33.0		



Şekil 5.6.Oksitlenmiş kömürün motorin+çamyacı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

Tablo 5.9.Oksitlenmemiş kömürün motorin+Çamyacı+MIBC kullanarak yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

MOTORİN+ÇAMYAĞI pH	mV	MOTORİN+MIBC pH	mV
3.7	-12.8	4.0	-19.3
4.5	-15.6	4.9	-22.1
5.5	-19.6	7.5	-23.0
7.5	-25.9	8.0	-26.8
8.8	-31.8	10.3	-36.3
9.5	-39.1		



Şekil 5.7.Oksitlenmemiş kömürün motorin+Çamyacı+MIBC ile yapılan pH'a karşı zeta potansiyeli değişimleri

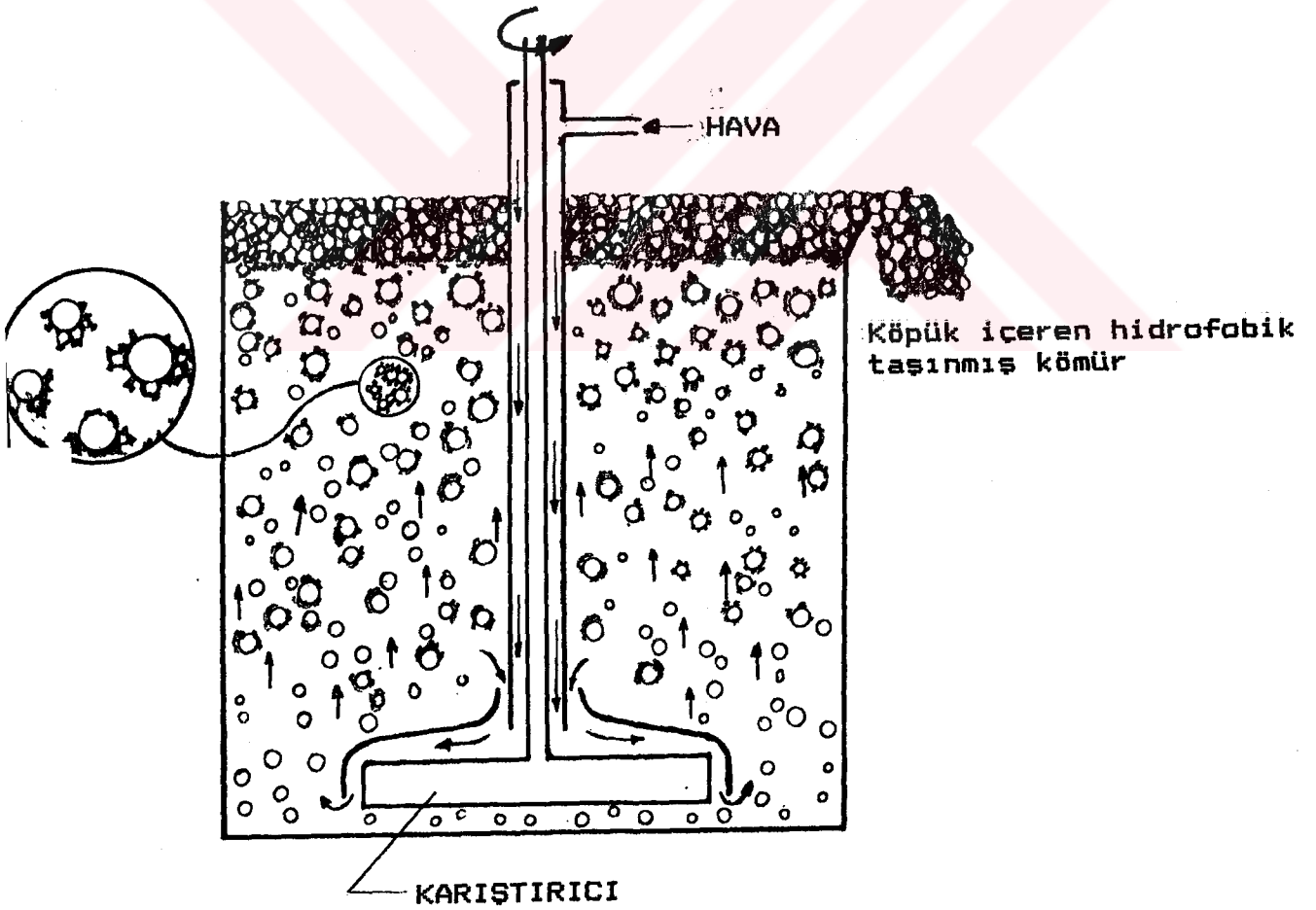
5.3.Flötasyon Denemeleri

Flötasyon denemelerinde, Amasra lavvarından alınan oksitlenmiş ve ocaktan çıkarılmış kömür örneklerinin yüzebilirliğine çeşitli faktörlerin etkisi incelenmiştir. Denemelerde konsantre miktarının arttırılması, konsantrede kül oranının düşürülmesi ve yanabi-

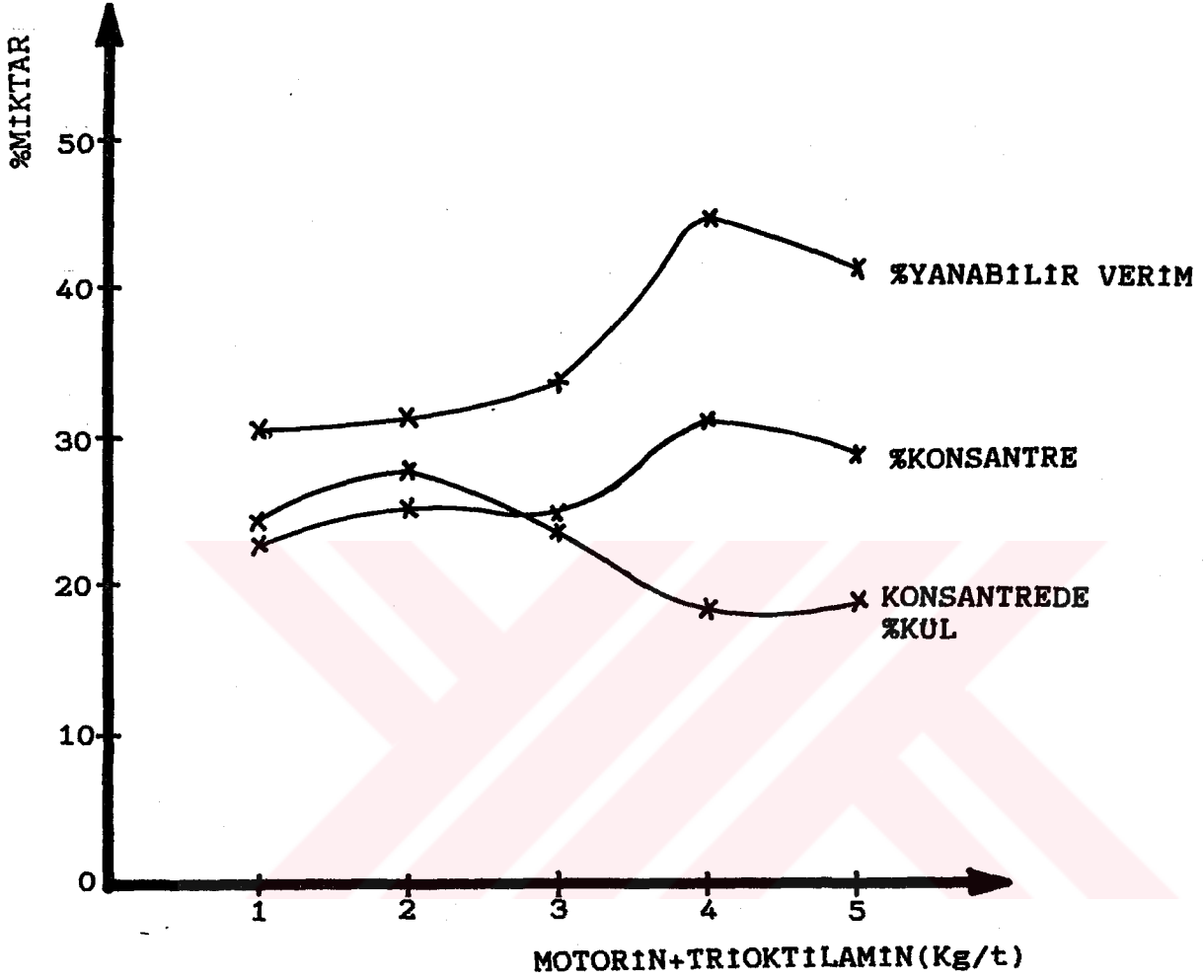
lir verimin yükseltilmesi amaçlanmıştır.

5.3.1.Flötasyon Makinası

Flötasyon denemelerinde AEG laboratuvar tipi Webac 1966 imalatı flötasyon makinasının özelliklerini taşıyan, atölye yapımı, 1000-2000 dev./dak. hızla çalışan makina kullanılmıştır. Denemeler, hacmi 2 litre olan pleksiglas hücrede yapılmıştır (Şekil 5.8).



Şekil 5.8.Flötasyon makinası ve flötasyon uygulaması



Şekil 5.10. Motorin+trioktilamin miktarının flotasyona etkisi

MENTANOL 340,350,551 ETKİSİ: Mentanol serisinin 100-600 g/t arasında yapılan denemelerinde köpük yapıcı olarak 300 g/t çamyacı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar her tür mentanol için aşağıda verilmiştir.

5.3.2.Kullanılan Reaktifler

Çalışmalarda toplayıcı, köpük yapıcı ve kil bastırıcı reaktifler kullanılmıştır.

Toplayıcı reaktifler; İpraş rafinerisinden alınan gaz yağı, motorin, Merck ürünü trioktilamin, dodesilamin, Hoescht ürünü Mentanol 340, Mentanol 350, Mentanol 551, Flotigam S (stearil amin), Flotigam C (coconut fatty amine), Flotigam SA (stearil amin asetat), Flotigam CA (coconut fatty amine acetate).

Köpük yapıcılar; Orman Ürünleri Ticaret ve Sanayi AŞ'den (Edremit) temin edilen hafif çamyacı, Merck ürünü metil izobutil karbinol (MIBC) kullanılmıştır.

%50-60 terpinol bulunduran çamyacının 190-220°C'de destile olduğu bilinmektedir. Temin edilen hafif çamyacının bu şartlardaki destilatının yoğunluğu 0.9365 g/ml olarak belirlenmiş ve köpük yapıcı olarak kullanılmıştır.

Kil bastırıcı reaktif olarak magnefloc 1017 kullanılmıştır.

5.4.Denemeler ve Sonuçları

Oksitlenmiş ve oksitlenmemiş kömür örnekleri ile yapılan denemelerde; toplayıcı, köpük yapıcı, kil bastırıcı reaktif miktarları pulpta katı madde oranı ve karıştırma hızının etkisi incelenmiştir. Denemeler oda sıcaklığında yapılmıştır. Endüstriyel ölçüdeki uygulamalarla paralellik sağlamak amacıyla çeşme suyu kullanılmıştır.

Denemelerde pH ayarlaması yapılmayarak kömür ve reaktif karışımının doğal olarak meydana getirdiği bir pH değeri olması nedeni ile pH 6-8 aralığında çalışılmıştır.

Yapılan ön denemelerde %20 pulp oranı, 1200 devir/dakika karıştırma hızının uygun olduğu saptanmıştır.

Gerekli miktarda kömür örneği ve su hücreye konulmasından sonra reaktiflerin kömür partikülleri tarafından adsorplanabilmesi için, kullanılan her reaktifin ilavesinde 5'er dakika şartlandırma süresi verilmiştir. Gerekli şartlandırma süresi bitiminde pulpun bulunduğu çözelti içine hava verilerek suni köpük oluşturulmuştur. Hava kabarcıklarına tutunarak su yüzeyine taşınan kömür-köpük karışımı alınmış ve kurutulduktan sonra % konsantre, konsantrede % kül, % yanabilir verim değerleri hesaplanmıştır.

5.4.1.Kül Oranı %45.64 Olan Oksitlenmiş Kömür Örneği ile Yapılan Denemeler ve Sonuçları

a) Toplayıcı reaktiflerin etkisi

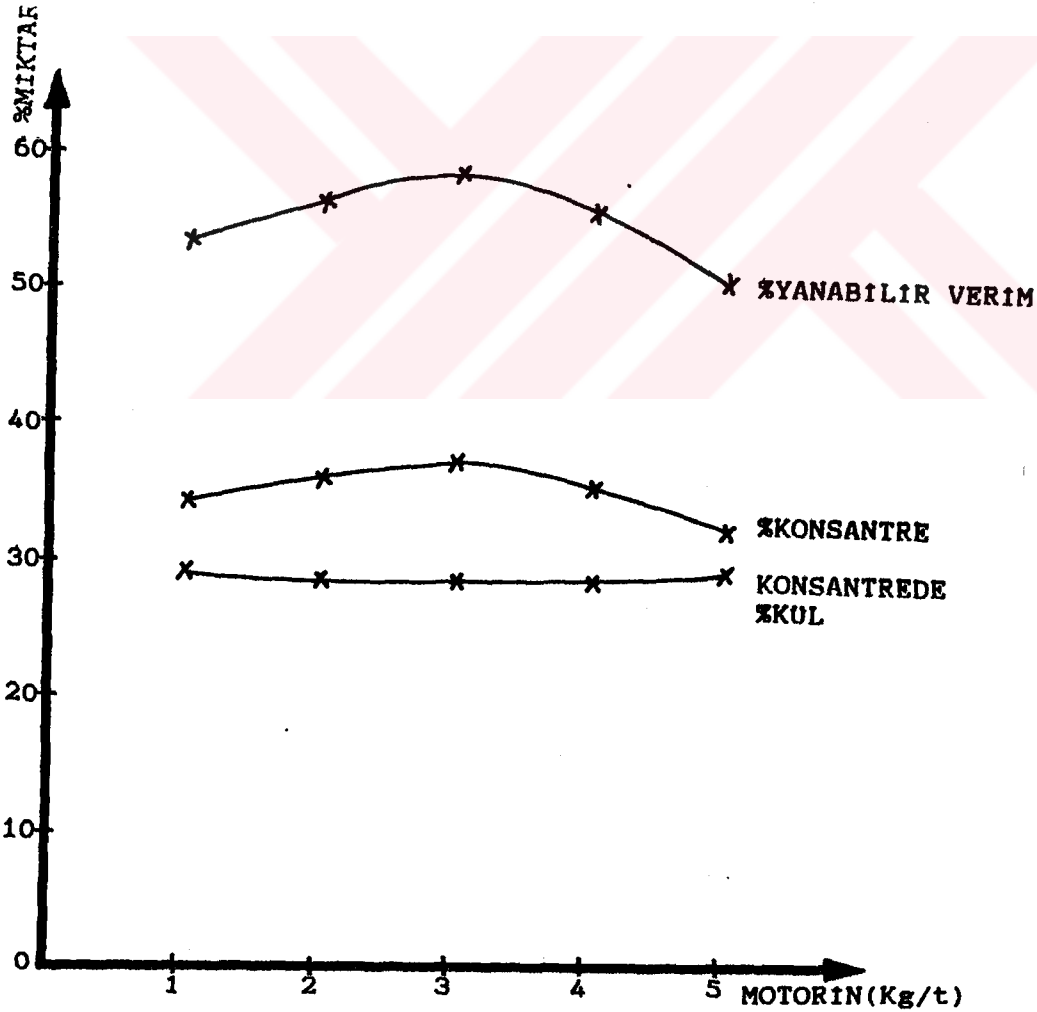
Motorin, Trioktilamin, Flotigam SA, Mentanol 340, Mentanol 350, Mentanol 551 etkisi incelenerek, uygun reaktif ve miktarının belirlenmesi amaçlanmıştır. Amin içerikli bileşiklerle yapılan denemelerde tek başlarına kullanıldığında flotasyona etkisinin olmadığı görülerek belirli bir miktarda motorin ile emülsiyon oluşturularak kullanılmıştır.

MOTORİN MİKTARININ ETKİSİ: Deneyler 1-5 kg/t motorin ve 500 g/t çamyacı kullanılarak yapılmıştır. Elde edilen sonuçlar

Tablo 5.10 ve Şekil 5.9'da verilmiştir.

Tablo 5.10.Farklı motorin miktarı ile elde edilen flotasyon sonuçları

MOTORİN (kg/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
1	34.23	29.05	53.59
2	35.67	28.62	56.16
3	37.14	28.63	58.48
4	35.39	28.31	55.98
5	32.19	29.09	50.37



Şekil 5.9.Motorin miktarının flotasyona etkisi

Motorin miktarı 3 kg/t'a kadar arttırıldığında, konsantre ve yanabilir verim değerlerinde artma gözlenmiştir. Motorinin daha fazla ilavesinde değerlerin bir miktar düştüğü görülmüştür. Elde edilen konsantrelerin kül miktarı istenilen değerlere indirilememiştir.

MOTORİN+TRIOKİLAMİN ETKİSİ: Köpürtücü olarak 50 g/t metil izobutil karbinol (MIBC) kullanılmış, motorin miktarı ise 1-5 kg/t arasında değiştirilmiştir. Her denemede kullanılan motorin miktarına 100 g/t trioktilamin ilave edilmiş ve emülsiyon halinde kullanılmıştır. Edilen sonuçlar Tablo 5.11 ve Şekil 5.10'da verilmiştir.

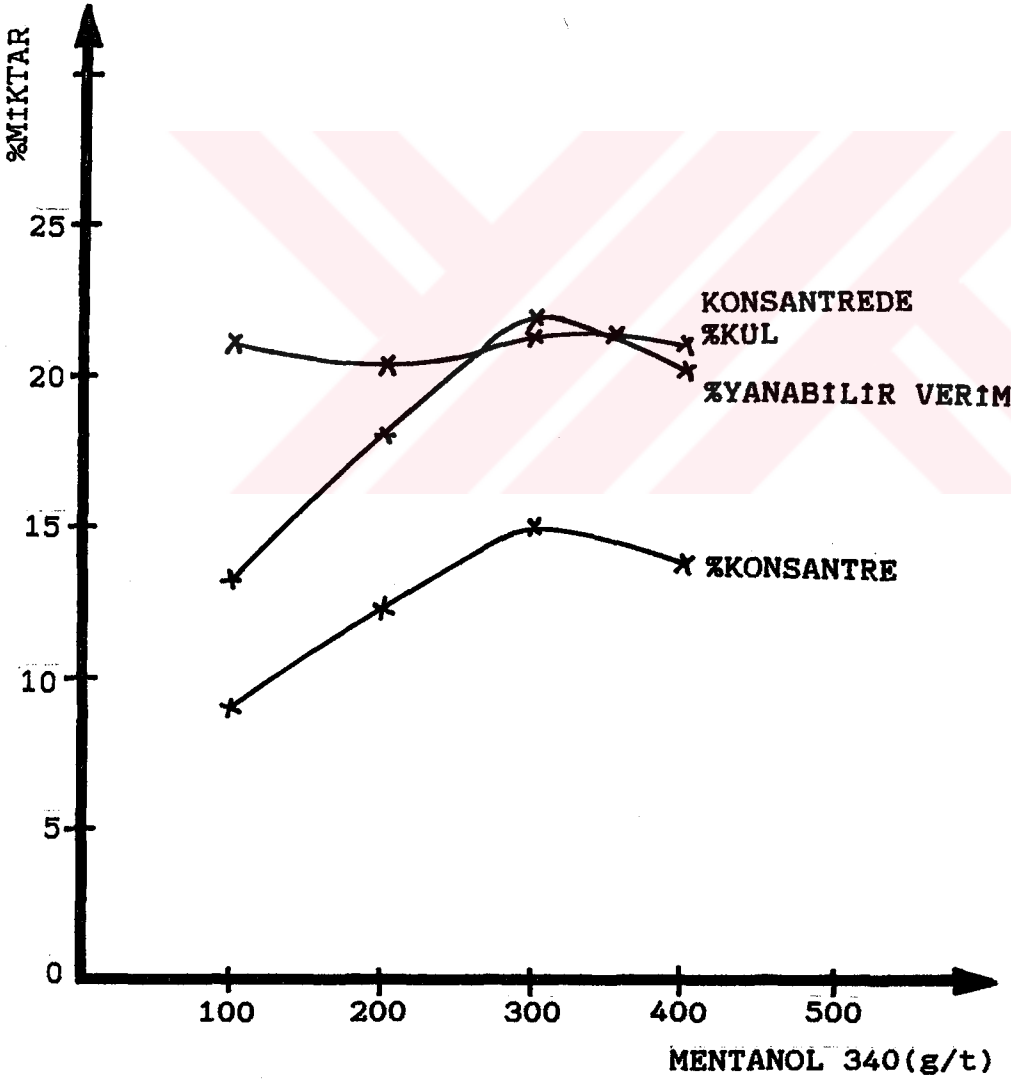
Tablo 5.11.Farklı motorin+trioktilamin miktarına göre elde edilen flotasyon sonuçları

MOTORİN (kg/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KÜL	% YANABİLİR VERİM
1	22.86	24.27	30.56
2	25.30	27.80	32.43
3	24.70	23.88	33.18
4	31.04	18.42	44.68
5	28.92	19.08	41.29

Motorin ve trioktilaminin emülsiyon yapılarak kullanılması halinde 4 kg/t miktarına kadar % konsantre ve yanabilir verimin arttığı gözlenmiştir. Konsantrede kül oranı düşerken elde edilen yanabilir verim sonuçları, kabul edilebilir değerlerin altında kalmıştır.

Tablo 5.12.Farklı mentanol 340 miktarları ile elde edilen flotasyon sonuçları

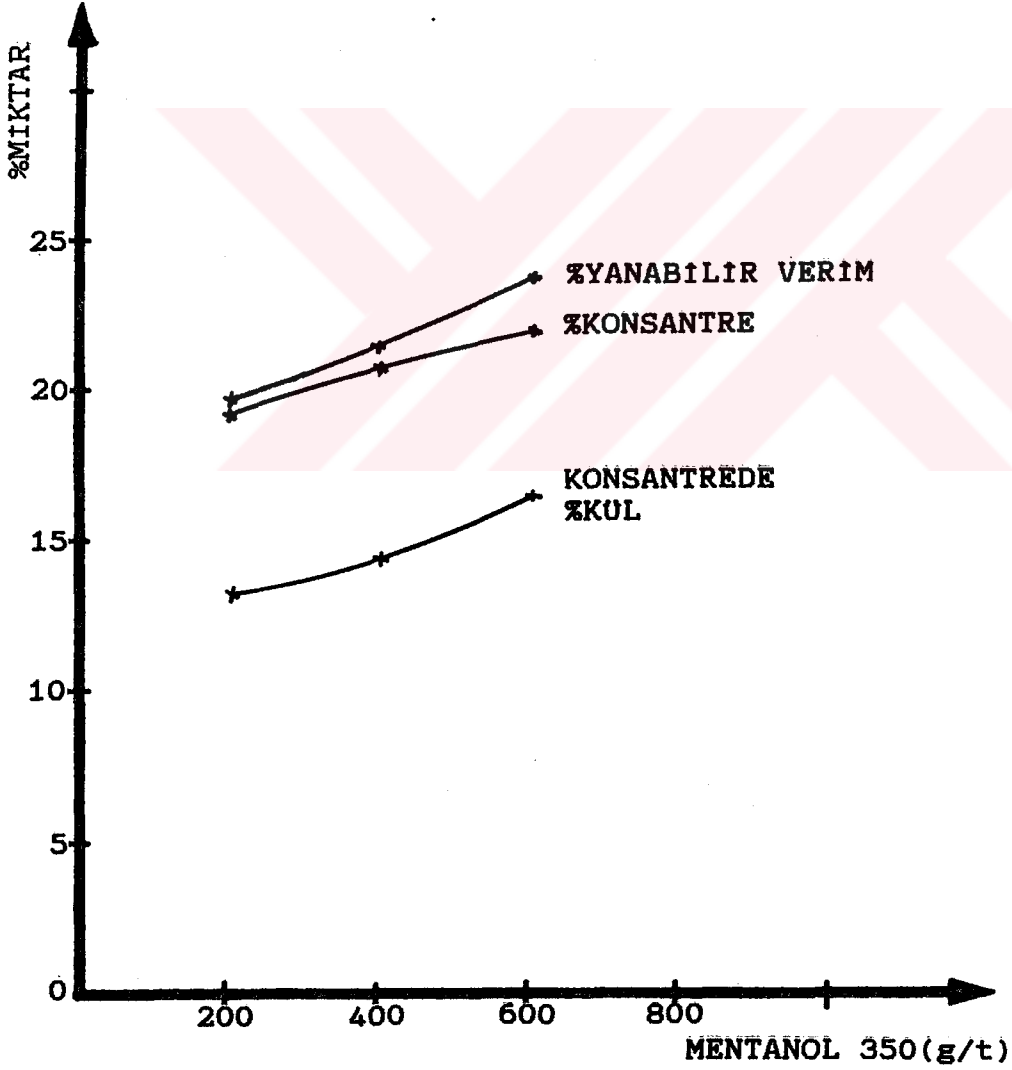
MENTANOL 340 (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
100	9.10	21.09	13.30
200	12.37	20.48	18.20
300	15.22	21.48	22.13
400	13.97	21.21	20.38



Şekil 5.11.Mentanol 340 miktarının flotasyona etkisi

Tablo 5.13.Farklı mentanol 350 miktarları ile elde edilen flotasyon sonuçları

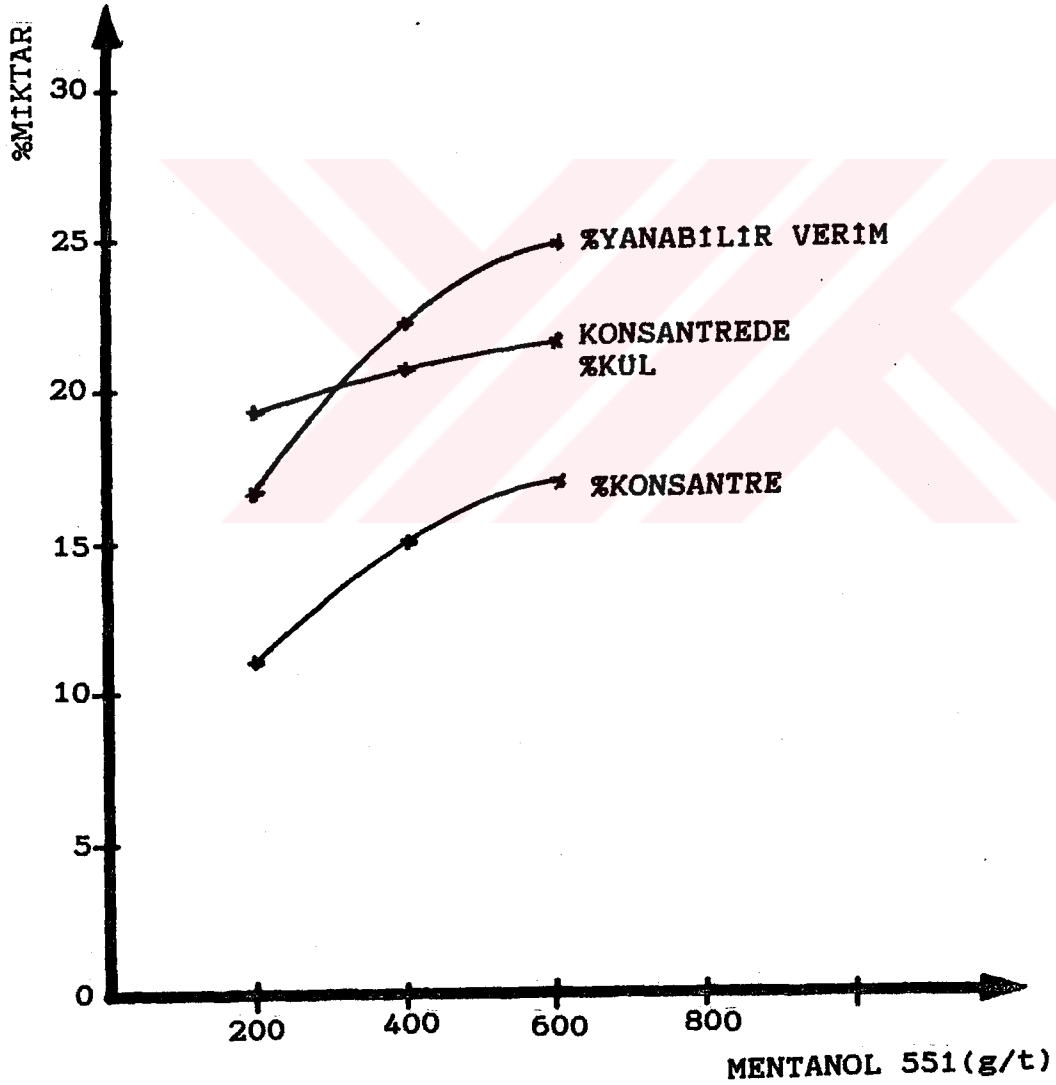
MENTANOL 350 (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
200	13.09	19.21	19.59
400	14.46	20.43	21.30
600	16.37	21.93	23.67



Şekil 5.12.Mentanol 350 miktarının flotasyona etkisi

Tablo 5.14. Farklı mentanol 551 miktarları ile elde edilen flotasyon sonuçları

MENTANOL 551 (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
200	11.10	19.42	16.57
400	15.12	20.76	22.19
600	17.24	21.52	25.06



Şekil 5.13. Mentanol 551 miktarının flotasyona etkisi

Mentanol 340,350 ve 551 ile yapılan denemelerde,kül içeriğininde düşük sonuçlar alınmasına karşılık yanabilir verim çok düşük değerlerde çıkmıştır.Bu sonuçlar neticesinde Mentanol serisi reaktiflerin oksitlenmiş kömür flotasyonu üzerine hiçbir etkisinin olmadığı gözlenmiştir.

b) Köpük yapıcıların etkisi

Köpük yapıcı olarak çamyacı ve metilizobutil karbinolün flotasyona olan etkisi incelenmiştir.

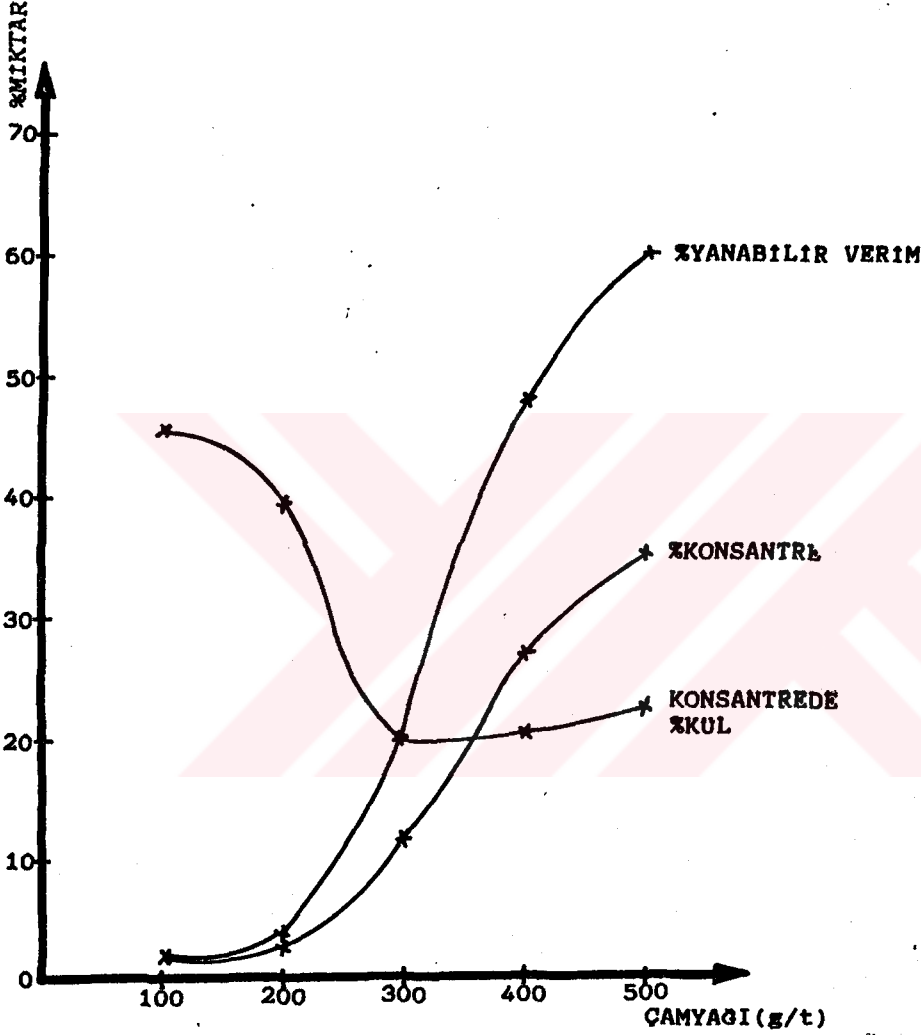
ÇAMYAĞININ ETKİSİ: Denemelerde, çamyacı 100-500 g/t arasında değiştirilmiş ve 3 kg/t motorin kullanılmıştır.

Tablo 5.15.Toplayıcı olarak motorin, köpük yapıcı olarak çamyacı kullanılarak yapılan deneme sonuçları

ÇAMYAĞI (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KÜL	% YANABİLİR VERİM
100	2.06	45.60	2.47
200	2.79	40.54	3.66
300	11.84	19.91	20.92
400	27.22	20.40	47.80
500	35.29	22.89	60.04

Köpük yapıcı olarak çamyacı miktarı arttırıldığında konsantre miktarı ve yanabilir verimin arttığı gözlenmiştir. Konsantrede % kül oranınının 300 g/t çamyasına kadar düştüğü miktarın arttırılması halinde fazla değişmediği gözlenmiştir. Deneme sonuçları,köpürtücü olarak kullanılan çamyasının, oksitlenmiş kömür flotasyonuna iyi cevap verdiğini göstermektedir. Bu sonuçlar,araştırmacıların

öne sürdüğü gibi çamyagının köpürtücü özelliği yanında, toplayıcı reaktif olarak davrandığını kanıtlamaktadır.

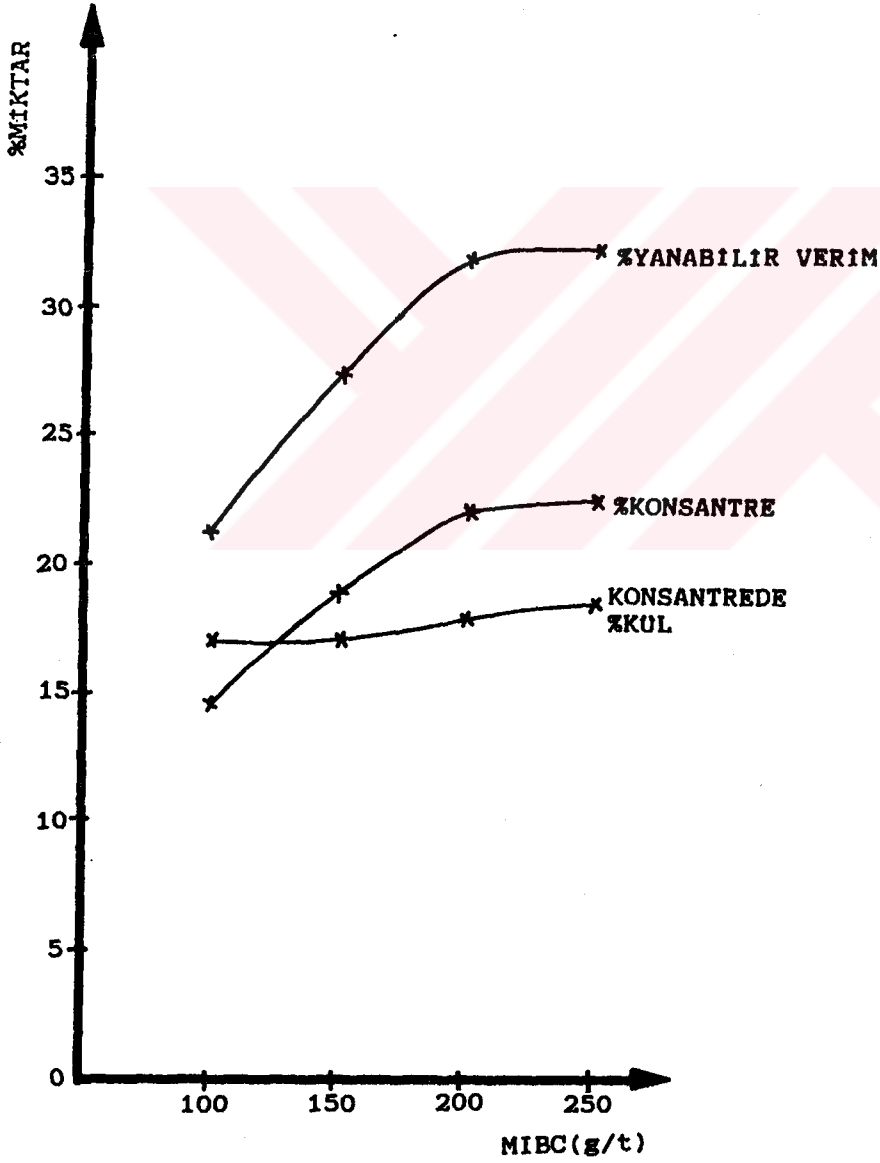


Şekil 5.14.Çamyacı miktarının flotasyona etkisi

METİLİZOBUTİL KARBİNOL ETKİSİ: Deneylerde metilizobutil karbinol (MIBC) 100-250 g/t arasında alınmıştır. Toplayıcı olarak 100 g/t trioktilamin, 4 kg/t motorin emülsiyon yapılarak kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.16 ve Şekil 5.15'de gösterilmiştir.

Tablo 5.16. Metil izobutil karbinol ile yapılan flotasyon deneme sonuçları

MIBC (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
100	14.52	17.05	21.25
150	18.71	17.15	27.36
200	22.13	17.96	32.04
250	22.48	18.54	32.32



Şekil 5.15. Metil izobutil karbinolün flotasyona etkisi

Metil izobutil karbinol kullanılarak yapılan denemelerde konsantre miktarı ve yanabilir verim artmasına rağmen, alınan değerler tatmin edici değildir.

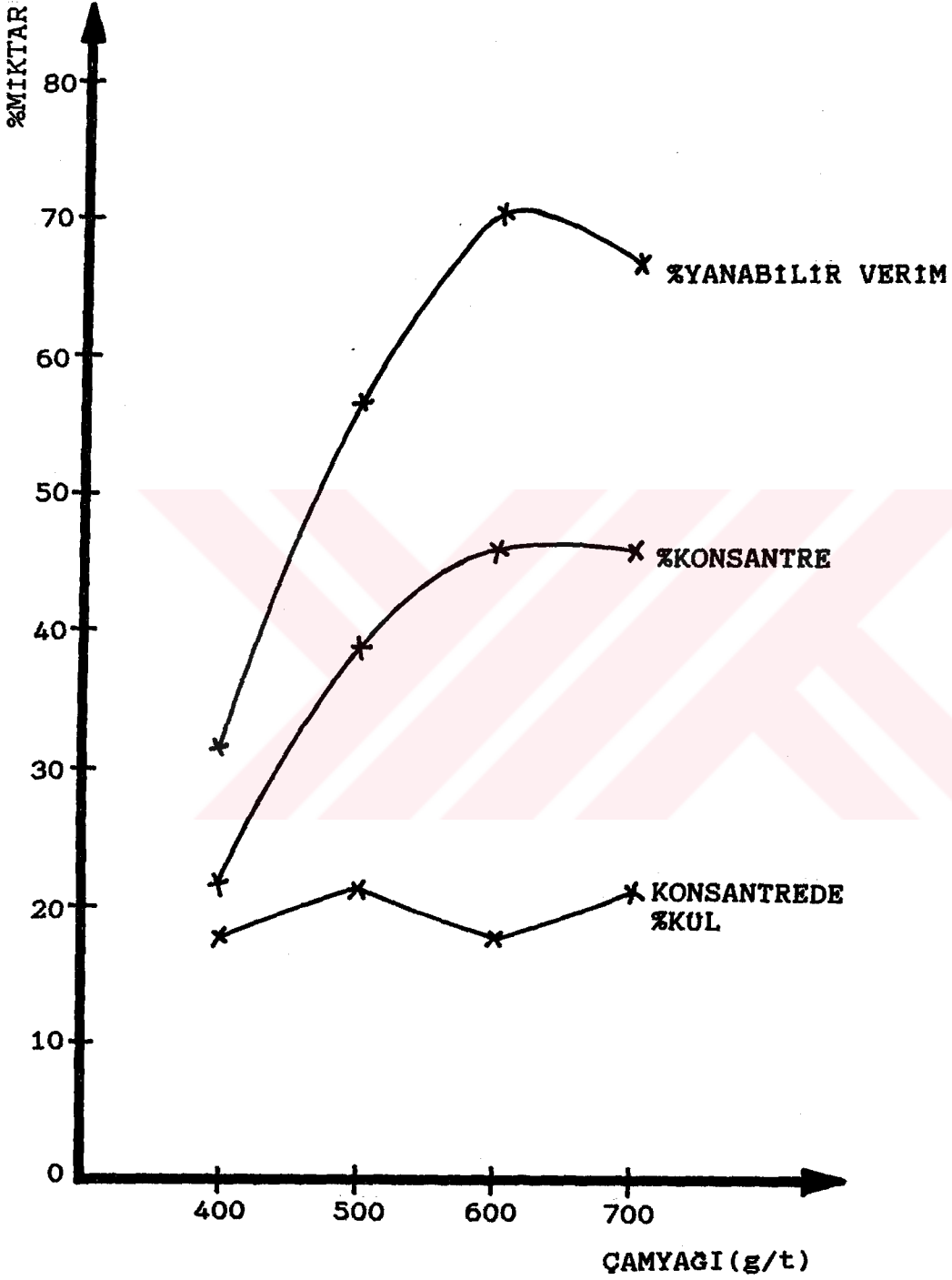
Oksitlenmiş kömürün flotasyonda küçük partiküller hemen yüzeye çıkarken, daha büyük partiküllerin daha yavaş yüzeye çıktıkları gözlenmiştir. Bundan önce yapılan denemelerde köpük alma süresi 10-15 dakika sınırlandırılmıştı. Bundan sonraki denemelerde ise köpük alma süresi uzun tutularak değişik reaktiflerle denemeler yapılmıştır. Sonuçlar aşağıda görüldüğü gibidir.

ÇAMYAĞI ETKİSİ : Toplayıcı olarak 10 g/t flotigam SA ile 3 kg/t motorinden oluşan emülsiyon ve köpük yapıcı olarak 400-700 g/t arasındaki çamyacı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.17 ve Şekil 5.16'da gösterilmiştir.

Tablo 5.17. Köpük alma süresi uzun tutularak çamyacı ile yapılan flotasyon deneme sonuçları

ÇAMYAĞI (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KÜL	% YANABİLİR VERİM
400	21.97	17.86	31.75
500	39.12	21.57	56.82
600	46.62	17.90	70.89
700	46.03	21.21	67.16

MOTORİN+FLOTİGAM SA'NİN ETKİSİ: 4-6 kg/t arasındaki motorinin 10 g/t flotigam SA ile olan emülsiyonu ve köpük yapıcı olarak 600 g/t çamyacı ile yapılan deneylerin sonuçları Tablo 5.18 ve Şekil 5.17'de verilmiştir.



Şekil 5.16. Köpük alma süresi uzun tutularak çamyagının flotasyona etkisi

Tablo 5.18.Motorin+flotigam SA kullanılarak yapılan flotasyon deneme sonuçları

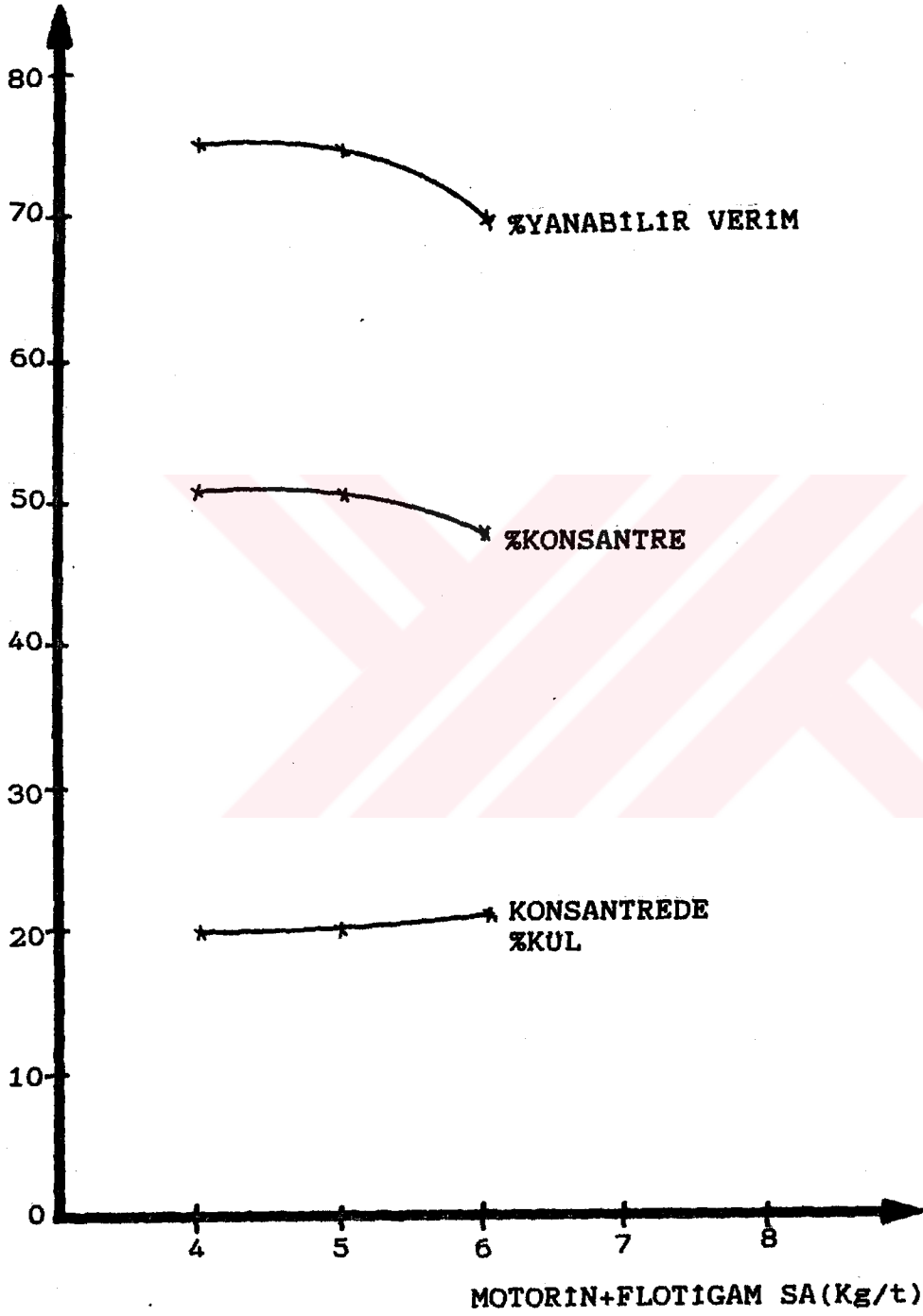
MOTORİN (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
4	50.58	19.96	74.97
5	50.65	20.50	74.57
6	47.85	21.00	70.00

MOTORİN ETKİSİ : Çamyacı 600 g/t, motorin miktarı 4-6 kg/t arasında alınarak yapılan deneme sonuçları Tablo 5.19 ve Şekil 5.18'de verilmiştir.

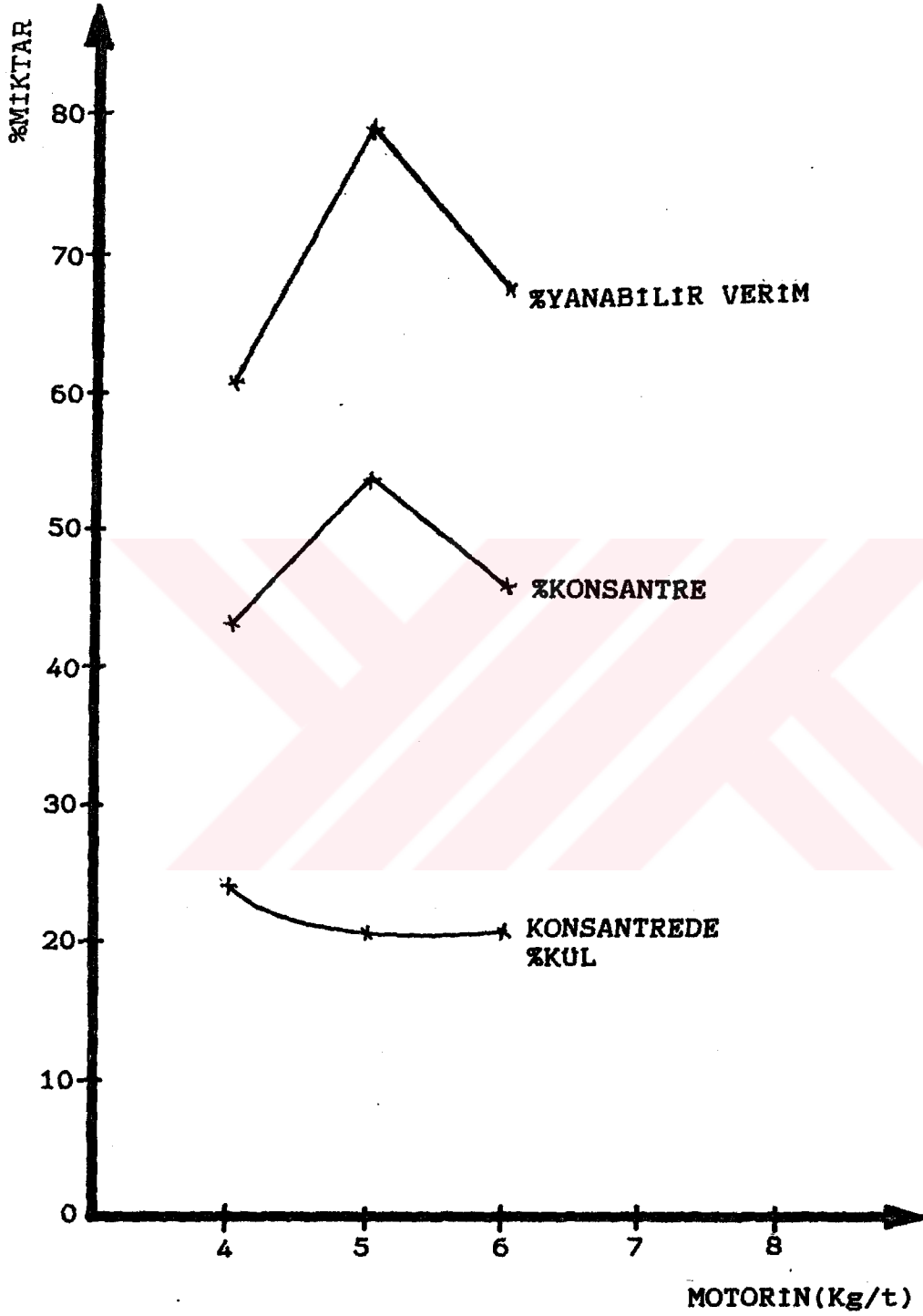
Tablo 5.19.Köpük alma süresi uzun tutularak motorin ile yapılan flotasyon deneme sonuçları

MOTORİN (kg/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
4	43.04	24.10	69.49
5	53.64	20.51	78.96
6	45.76	20.59	67.29

Köpük alma süresi uzun tutulan deney sonuçlarının konsantre miktarı ve yanabilir verimlerin yüksek olduğu görülmektedir. Dode-silamin kullanılarak yapılan benzer bir denemede yüksek konsantre miktarı ve yanabilir verim elde edilmiştir. Amin içerikli bileşiklerin toplayıcı olarak oksitlenmiş kömürde tek başına kullanılması nın sonuç vermediği gibi başka toplayıcılarla emülsiyon yapılarak kullanıldığında da flotasyona fazla etkilerinin olmadığı anlaşılmıştır. Motorin ve Çamyacının oksitlenmiş kömür için en etkili



Şekil 5.17. Köpük alma süresi uzun tutularak motorin+flotigam SA miktarının flotasyona etkisi



Şekil 5.18. Köpük alma süresi uzun tutularak motorin miktarının flotasyona etkisi

reaktifler olduğu görülmüştür. Bunun yanında köpük alma süresi uzun tutulduğunda flotasyon veriminin arttığı gözlenmiştir. Konsantre kül oranı da kabul edilebilir değerlere çekilebilmiştir.

5.4.2. Kül Oranı %40.24 Olan Oksitlenmemiş Kömür Örneği ile Yapılan Denemeler

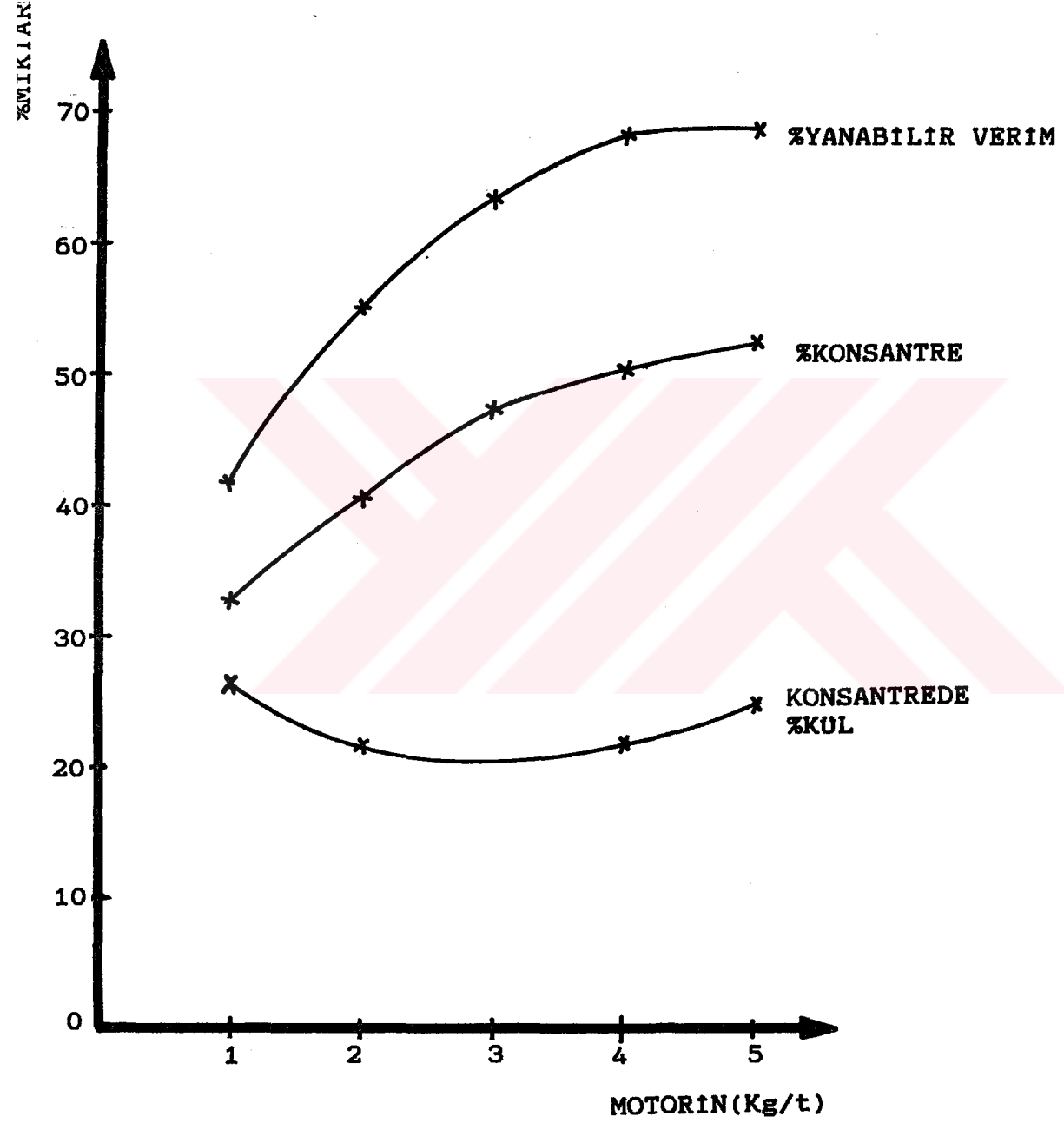
Denemelerde oksitlenmemiş kömürün flotasyon etkinliğinin motorin ve metil izobutil karbinol kullanılması durumunda nasıl değiştiği incelenmiştir. Trioktilamin motorin ile emülsiyon yapılarak kullanılmıştır.

MOTORİN ETKİSİ : Toplayıcı olarak 1-5 kg/t motorin ile 100 g/t trioktilaminin emülsiyonu, köpük yapıcı olarak 50 g/t metil izobutil karbinol kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.20 ve Şekil 5.19'da verilmiştir.

Tablo 5.20. Motorin ile yapılan flotasyon deney sonuçları

MOTORİN (kg/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KÜL	% YANABİLİR VERİM
1	32.59	26.49	41.75
2	40.48	21.86	55.12
3	47.88	23.91	63.49
4	50.34	22.09	68.35
5	52.55	24.89	68.79

Motorin ve trioktilaminin emülsiyon oluşturularak yapılan denemelerinde konsantre ve yanabilir verimin arttığı gözlenmiştir. Konsantredeki kül içeriği ise kabul edilebilir değerlerde fazla değişmediği görülmüştür.



Şekil 5.19. Motorin miktarının oksitlenmemiş kömüre etkisi

METİL İZOBUTİL KARBİNOL ETKİSİ :Köpük yapıcı olarak metilizo-
butil karbinol 100-250 g/t arasında kullanılarak flotasyona etkisi
incelenmiştir. Toplayıcı reaktif olarak 4 kg/t motorin ve 100 g/t
trioktilamin emülsiyon oluşturularak kullanılmıştır. Elde edilen
sonuçlar Tablo 5.21 ve Şekil 5.20'de verilmiştir.

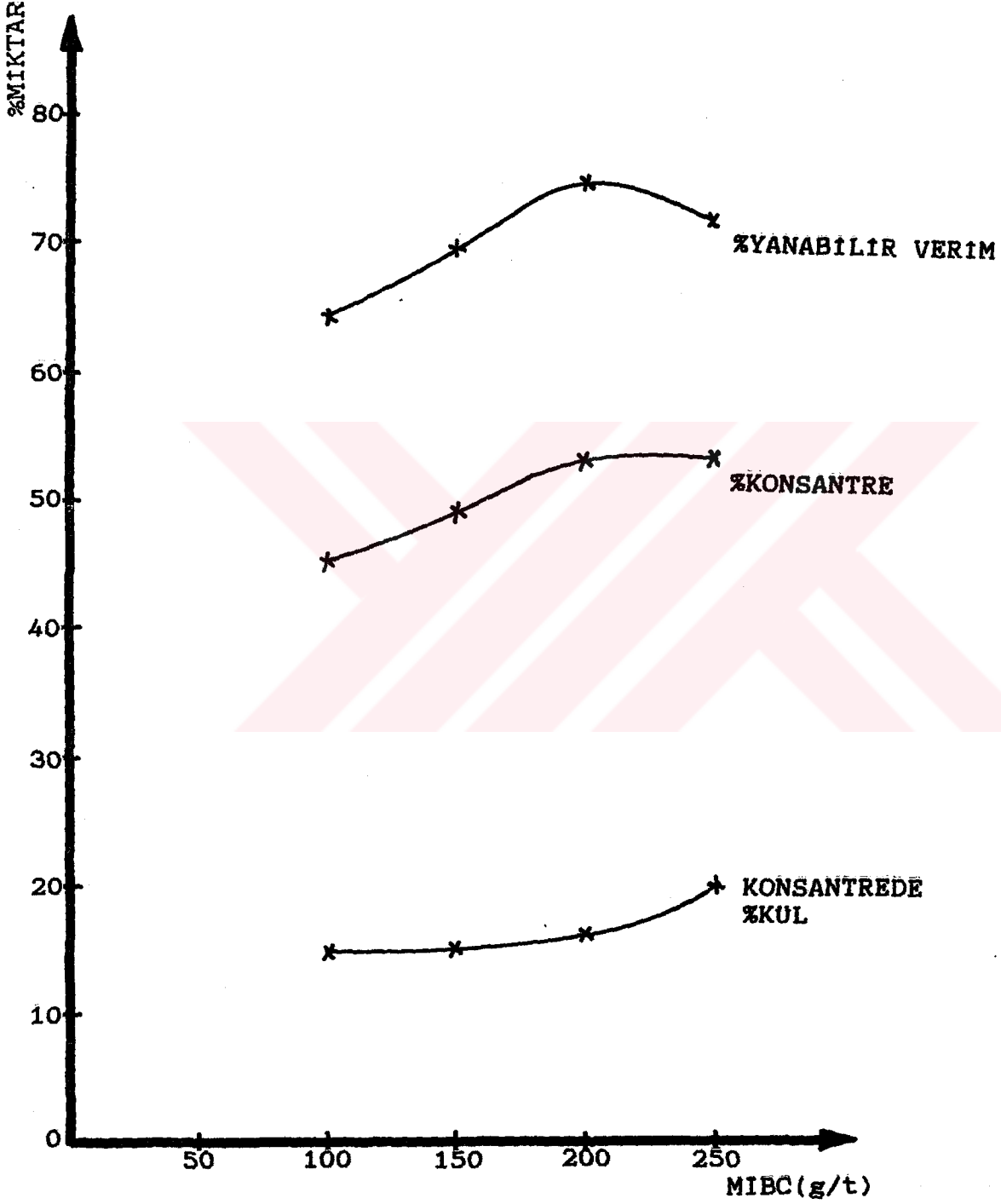
Tablo 5.21.MIBC ile yapılan flotasyon denemeleri sonuçları

MIBC (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KÜL	% YANABİLİR VERİM
100	45.10	14.81	64.29
150	49.10	15.42	69.47
200	53.39	16.17	74.89
250	53.39	19.96	71.51

MIBC miktarı arttırıldığında konsantre miktarının ve yanabi-
lir verimin arttığı gözlenmiştir. 200 g/t metil izobutil karbinol
miktarı ile yapılan denemede en iyi yanabilir verim elde edilmiş-
tir. Konsantrede kül oranı kabul edilebilir değerlerde olmasına
rağmen MIBC miktarı arttırıldığında bir artma meydana geldiği
görülmüştür. Denemelerde oksitlenmemiş kömürün flotasyon etkinli-
ğinin yüksek olduğu görülmüş ve % 40.24 olan kül içeriği yarı
yarıya düşürülmüştür.

5.4.3.Kül Oranı %16.67 Olan Oksitlenmemiş Kömür Örneği ile Yapılan Denemeler

Kül içeriği düşük olan bu oksitlenmemiş kömürün flotasyon
etkinliği incelenmiş ve değişik reaktiflerin kullanılması durumun-
da konsantre miktarı, konsantrede kül oranı ve yanabilir verimin



Şekil 5.20.MIBC miktarının flotasyona etkisi

değişimi incelenmiştir.

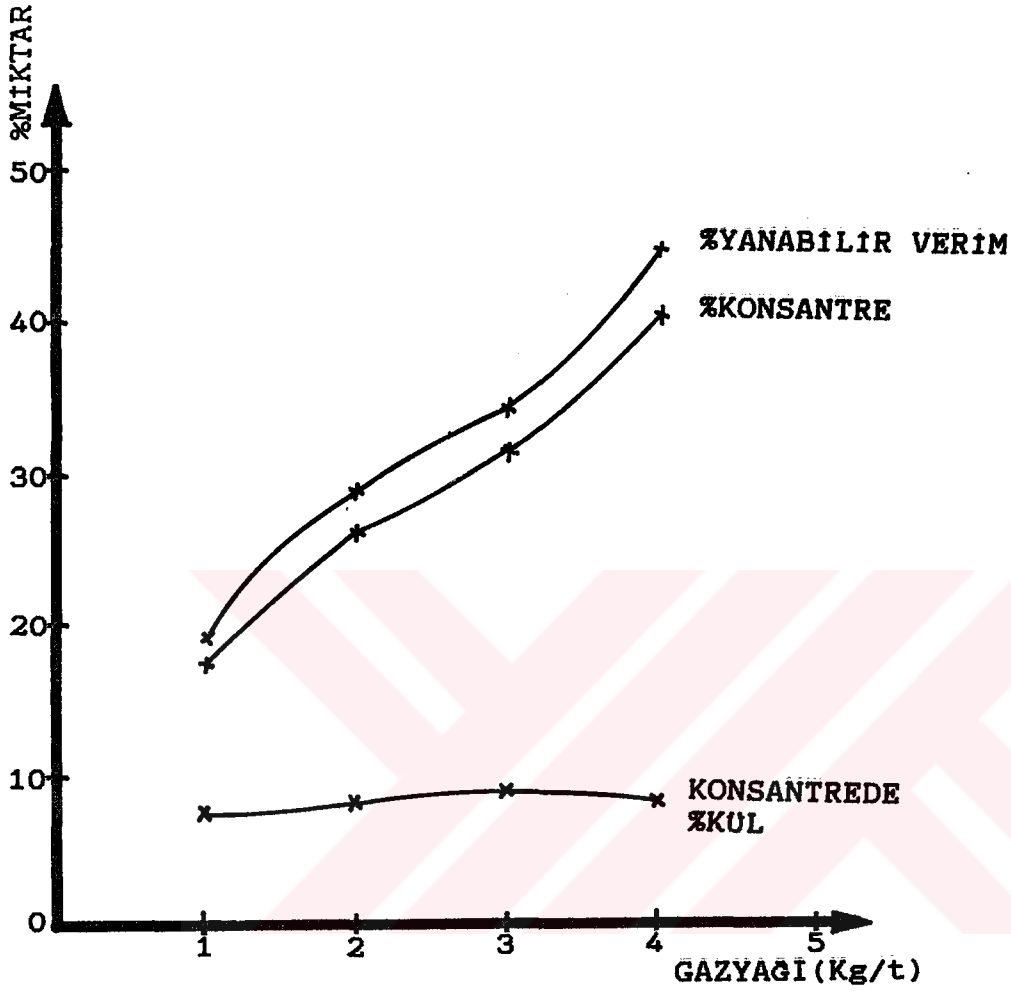
GAZYAĞI ETKİSİ : Oksitlenmemiş kömürün flotasyonunda toplayıcı reaktif olarak 1-4 kg/t arasındaki gazyağı 50 g/t trioktilamin ile emülsiyon oluşturularak kullanılmıştır. Köpük yapıcı reaktif olarak 100 g/t çamyacı kullanılmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.22 ve Şekil 5.21'de verilmiştir.

Tablo 5.22. Gazyağı ile yapılan flotasyon deneylerinin sonuçları

GAZYAĞI (kg/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KÜL	% YANABİLİR VERİM
1	17.20	7.94	19.00
2	26.40	8.20	29.10
3	31.40	9.23	34.22
4	40.50	8.35	44.55

Oksitlenmemiş kömürde toplayıcı olarak gazyağı arttırıldığında konsantre miktarı ve yanabilir verim artmıştır. Konsantrede kül oranı ise fazla bir değişim göstermemiştir.

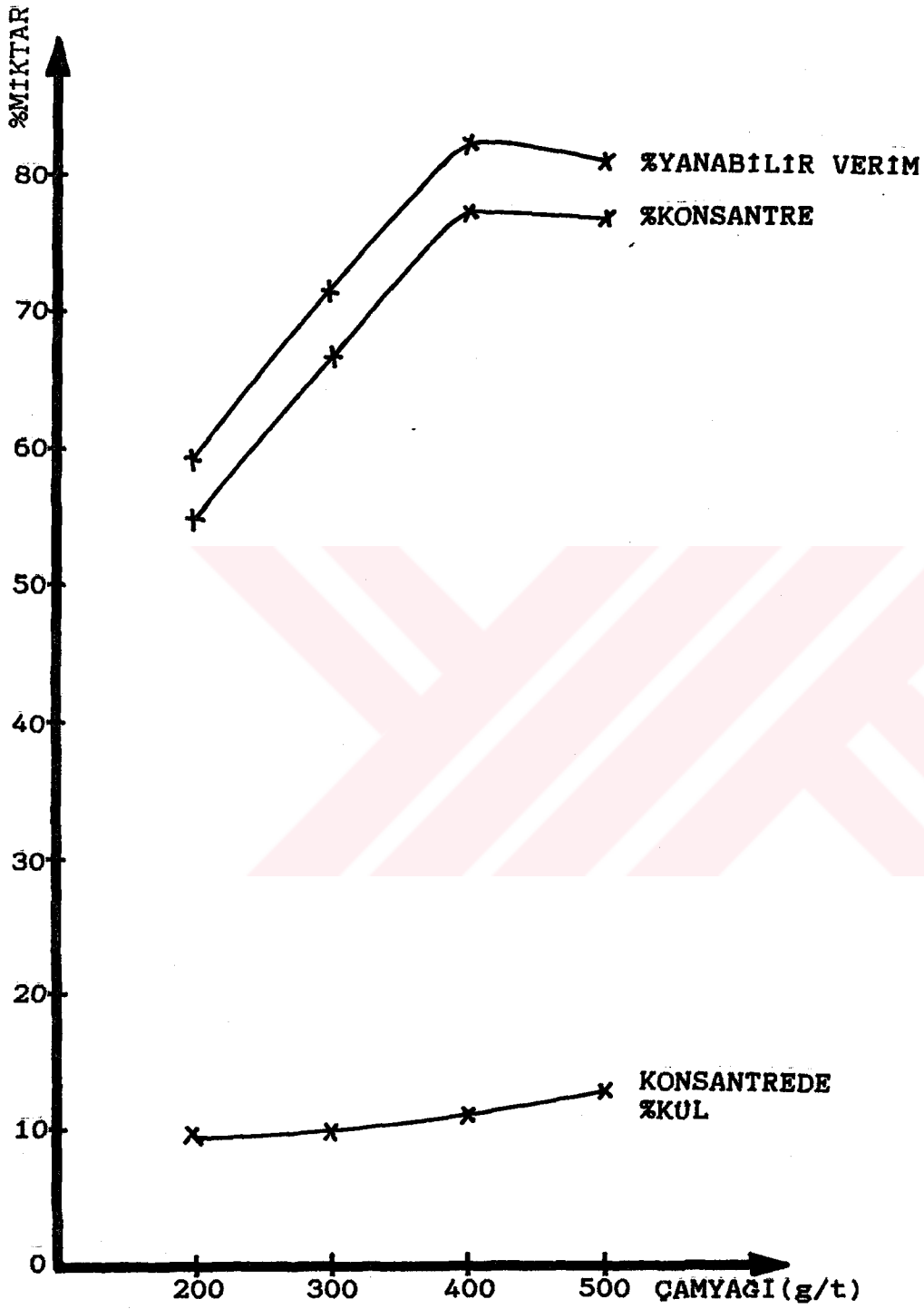
ÇAMYAĞI ETKİSİ : Toplayıcı reaktif olarak 4 kg/t gazyağı ve 50 g/t trioktilamin kullanılmış, köpük yapıcı reaktif olarak 200-500 g/t arasında değişen çamyacı alınmıştır. Elde edilen sonuçlar Tablo 5.23 ve Şekil 5.22'de verilmiştir.



Şekil 5.21. Gazyacağı miktarının flotasyona etkisi

Tablo 5.23. Köpük yapıcı olarak çamyacağı kullanılan flotasyon denemeleri sonuçları

ÇAMYAĞI (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
200	54.83	9.86	59.31
300	66.29	10.37	71.30
400	77.24	11.40	82.12
500	76.84	12.72	80.96



Şekil 5.22.Çamyasının flotasyona etkisi

Köpük yapıcı olarak çamyacı miktarı arttırıldığında konsantre ve yanabilir verim 400 g/t değerine kadar artış göstermiştir. Konsantrede kül oranı kabul edilebilir değerlerde olmasına rağmen çamyacı miktarının arttırılması durumunda bir miktar artış göstermiştir.

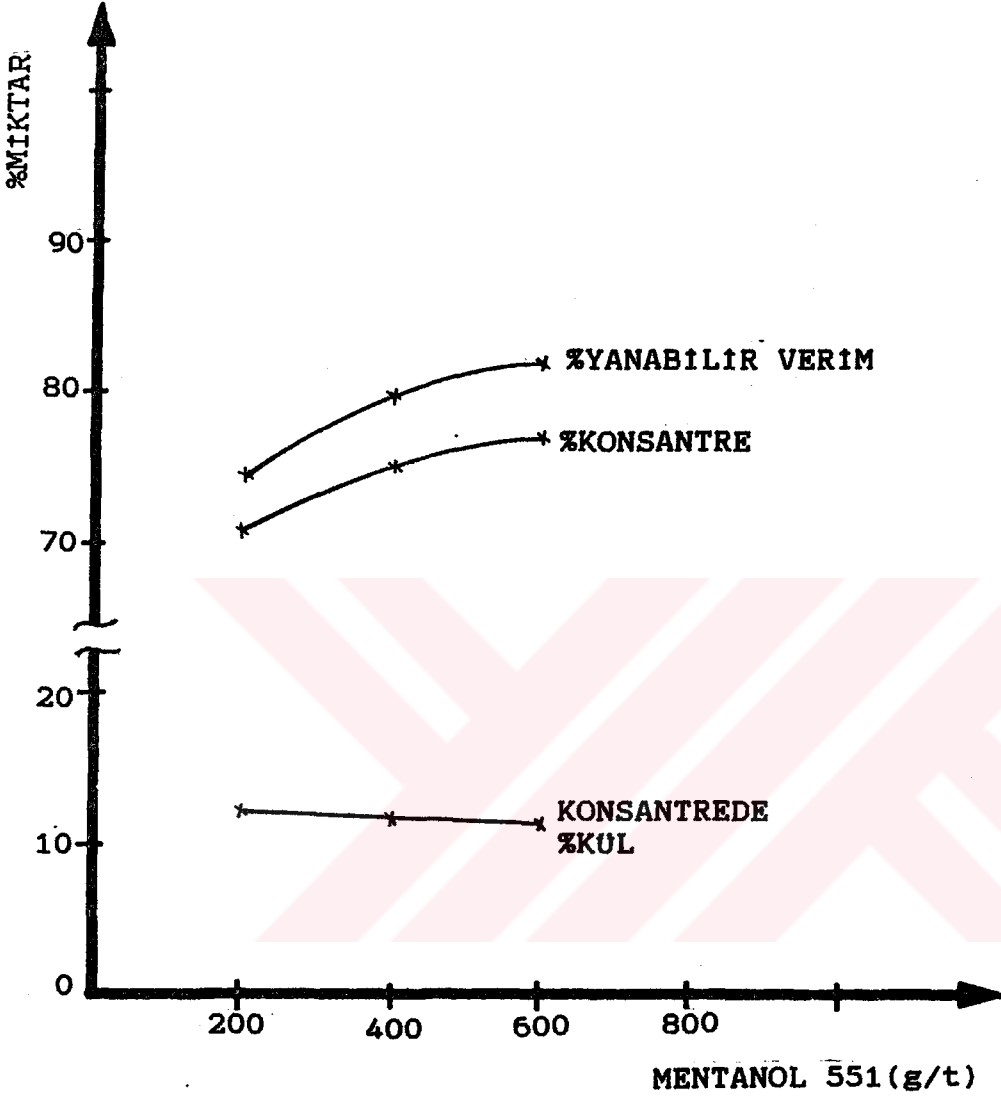
MENTANOL 551 ETKİSİ : Toplayıcı olarak mentanol 200-600 g/t arasında alınmıştır. Köpük yapıcı olarak 300 g/t çamyacı alınmış ve deney sonuçları Tablo 5.24 ve Şekil 5.23'de gösterilmiştir.

Tablo 5.24. Mentanol 551 miktarına göre yapılan denemelerin sonuçları

MENTANOL 551 (g/t)	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KÜL	% YANABİLİR VERİM
200	70.49	12.07	74.38
400	75.15	11.73	79.60
600	76.75	11.25	81.74

Mentanol 551 ile yapılan denemelerde toplayıcı miktarı arttırılınca konsantre ve yanabilir verim artmıştır. Konsantrede kül oranı ise toplayıcı miktarının arttırılması durumunda düşüş göstermiştir.

Toplayıcı olarak Flotigam C ve Flotigam SA ancak motorin ile emülsiyon oluşturularak kullanıldığında daha iyi sonuç vermiştir. Mentanol serisi toplayıcılar, oksitlenmemiş kömürlerin flotasyonunda çok etkili olmuşlar fakat külün uzaklaştırılmasında yetersiz kalmışlardır. Oksitlenmemiş kömür hemen hemen bütün reaktiflere



Şekil 5.23. Mentanol 551 miktarının flotasyona etkisi

iyi cevap vermiş ve flotasyon etkinliğinin de çok iyi olduğu göz-
lenmiştir. Oksitlenmemiş kömürün değişik reaktiflerle yapılan flo-
tasyon sonuçları Tablo 5.25'de gösterilmiştir.

Tablo 5.25. Değişik reaktiflerle yapılan denemelerin toplu sonuçları

REAKTİFLER	MİKTAR	% KONSANTRE	KONSANTREDE % KUL	% YANABİLİR VERİM
FLOTİGAM C ÇAMYAĞI	200g/t 300g/t	48.52	9.60	52.64
FLOTİGAM C ÇAMYAĞI MOTORİN	100g/t 300g/t 3 kg/t	69.43	9.34	75.54
FLOTİGAM SA ÇAMYAĞI	100g/t 300g/t	61.67	10.70	66.12
FLOTİGAM SA ÇAMYAĞI MOTORİN	100g/t 300g/t 3 kg/t	82.64	12.69	86.58
MENTANOL 340 ÇAMYAĞI	200g/t 300g/t	90.93	14.75	92.41
MENTANOL 350 ÇAMYAĞI	200g/t 300g/t	90.29	15.01	92.09

SONUÇ VE TARTIŞMA

Lavvarlarda atık olarak biriken ince boyutta kömürün, atmosfer koşullarında beklemesi sonucu, flotasyonu zorlaşmaktadır. Ancak, bu kömürlerin flotasyonla zenginleştirilerek geri kazanılması enerji açısından öneme sahiptir. Ayrıca oksitlenmiş kömürün flotasyonunun incelenmesi, yeniden açılan ocaklardan çıkarılan kömürün flotasyonunda da faydalı olacaktır.

Bu çalışmada, çeşitli faktörlerin oksitlenmiş ve ocaktan çı-

karılmış kömür örneklerinin flotasyonuna etkisi incelenmiştir. Özellikle, elde edilen konsantre miktarının arttırılması, konsantrede kül oranının düşürülmesi ve yanabilir verimin yükseltilmesi doğrultusunda çeşitli reaktiflerin flotasyona olan etkisi ve ne miktarda kullanılması gerektiği araştırılmıştır. Oksitlenmiş kömür ve ocaktan çıkarılmış kömür örnekleriyle yapılan denemelerde, aşağıda verilen sonuçlar elde edilmiştir.

1-Oksitlenmiş ve ocaktan çıkarılmış kömürlerin yüzey özelliklerinin belirlenmesi amacıyla yapılan elektrokinetik potansiyel ölçümleri sonucu, her iki kömürün negatif yüzey yüküne sahip olduğu saptanmıştır. pH değişimine göre yapılan zeta potansiyeli çalışmalarında, yükün nötr olduğu nokta olan izoelektrik noktası (IEP), ocaktan çıkarılan kömürde pH 1.4 olarak belirlenmiştir. Oksitlenmiş kömürle yapılan çalışmada ise IEP belirlenememiştir.

Değişik reaktifler kullanılarak pH değişimine karşı zeta potansiyelleri incelendiğinde, oksitlenmiş kömür için izoelektrik noktası belirlenememiştir. Ancak ocaktan çıkarılan kömürün trioktilamin+çamyacı ile yapılan ölçümünde izoelektrik nokta pH 3.8 civarında bulunmuştur.

2-Oksitlenmiş kömürün flotasyonunda toplayıcı olarak motorin kullanıldığında kararlı bir köpük elde edilmiştir. Motorin miktarı 3 kg/t'a kadar arttırıldığında, konsantre ve yanabilir verim değerlerinde artma gözlenmiştir. Ancak konsantrede kül oranı %28 dolayına düşürülememiştir. Mentanol 340, Mentanol 350 ve Mentanol 551 toplayıcı olarak oksitlenmiş kömür flotasyonuna fazla etkili olma-

mış ve kararlı bir köpük alınamamıştır. Trioktilamin, toplayıcı olarak tek başına kullanıldığında, oksitlenmiş kömür yüzdürülemezdir. Motorin ile emülsiyon oluşturularak kullanıldığında etkili bir flotasyon sağlanmıştır. 100 g/t trioktilamin, 1-5 kg/t motorin ile emülsiyon oluşturulup kullanıldığında, 4 kg/t motorin miktarına kadar konsantre verimi ve yanabilir verim artmış ve sırasıyla %31.04, %44.68 değerleri bulunmuştur. Ayrıca, konsantrede kül miktarı %18.42 değerine düşürülmüştür.

3-Oksitlenmiş kömür flotasyonunda köpük yapıcı olarak çamyacı ve metilizobutil karbinol kullanılmıştır. 3 kg/t motorin ve 100-500 g/t arasında çamyacı kullanılarak yapılan deneylerde, çamyacı miktarı arttıkça yanabilir verim ve konsantre verimi artmıştır. Konsantrede kül miktarı ise 300 g/t çamyacı kullanılarak yapılan deneyde %19.91'e kadar düşmüş, çamyacı miktarı arttığında ise %3'lük bir artış göstererek % 22.89'a çıkmıştır. En iyi yanabilir verim 500 g/t çamyacı kullanılarak yapılan denemede %60.04 olarak bulunmuştur.

Metil izobutil karbinolün 100-250 g/t arasında kullanıldığı deneyde, toplayıcı olarak 4 kg/t motorin, 100 g/t trioktilamin emülsiyon oluşturularak kullanılmıştır. Metil izobutil karbinolün miktarı arttıkça yanabilir verim değeri artmış fakat istenilen değerler çıkılamamıştır. En iyi verim 200 g/t MIBC kullanıldığında elde edilmiş ve yanabilir verim %32.04, konsantrede kül ise %17.96 bulunmuştur.

Yapılan ön çalışmalarda kil bastırıcı olarak kullanılan

magnefloc 1017'nin flotasyona fazla bir etkisinin olmadığı saptanmış ve deneylerde kullanılmasından vazgeçilmiştir. Magnefloc 1017 Amasra lavvarında hala bastırıcı reaktif olarak kullanılmaktadır. 4-Flotasyon çalışmalarında köpük toplama süresi 10-15 dakika ile sınırlandırılmıştı. Fakat oksitlenmiş kömürün flotasyonunda küçük partiküller hemen yüzeye çıkarken, büyük partiküllerin daha yavaş yüzeye çıktıkları gözlenmiştir. Bu nedenle köpük alma süresi 30-45 dakika arasında tutularak kömürün yüzeye çıkmasına fırsat verilmiştir. Değişik reaktiflerle yapılan denemeler irdelendiğinde, yanabilir verim ve konsantre verimin büyük artış gösterdiği saptanmıştır. 4 kg/t motorin, 10 g/t Flotigam SA ve köpük yapıcı olarak 600 g/t çamyacı kullanıldığında, konsantrede kül oranı %19.96'da kalırken yanabilir verim %74.97'ye çıkmıştır. Diğer taraftan sadece motorin ve çamyacı kullanılarak yapılan denemelerde yanabilir verim %78.96'ya çıkmıştır. Konsantrede kül verimi ise %20.51 olarak bulunmuştur. İşletmeler açısından düşünülecek olursa köpük alma süresi, köpüğü sıyıran peteklerin dönme hızının yavaşlatılmasıyla uzatılabilir.

5-Ocaktan çıkarılan kömür örneği ile yapılan denemelerde, oksitlenmemiş kömürün flotasyon yeteneğinin oldukça iyi olduğu saptanmıştır. Çeşitli reaktiflerle yapılan flotasyonda, konsantrede kül oranı %20 civarında kalırken yanabilir verim %70'in üzerinde bulunmuştur. Örneğin kül içeriği %40.24 olan ocaktan çıkarılmış kömürün 4 kg/t motorin, 100 g/t trioktilamin ve 200 g/t MIBC ile yapılan deneyde, konsantrede kül oranı %16.17 bulunurken yanabilir verim

%74.89 olarak saptanmıştır. Kül içeriği % 16.67 olan oksitlenmemiş kömürün flotasyonunda ise konsantrerede kül oranı %12-14 arasında değişirken yanabilir verimde % 80-90 arasında değerler saptanmıştır.

Amin içerikli reaktiflerin oksitlenmiş kömür için iyi bir reaktif olduğu araştırmacılar tarafından belirlenmesine rağmen, yapılan denemelerde oksitlenmiş kömür flotasyonu üzerine fazla bir etkisinin olmadığı saptanmıştır. Ancak belirli miktarlarda petrol türevli toplayıcılarla emülsiyon yapılarak kullanılabilmiştir. Köpürtücü reaktif olarak çamyagının toplayıcı bir karaktere sahip olduğu gözlenmiş ve özellikle motorin ile birlikte kullanıldığında oksitlenmiş kömürün flotasyon verimini arttırdığı görülmüştür.

Ocaktan çıkarılan kömür flotasyonunda en iyi verim Mentanol 551, Flotigam SA ve çamyacı kullanılarak elde edilmiştir. Yanabilir verim %81.74 bulunmuş ve kül içeriği %11.25 olarak saptanmıştır. Oksitlenmiş kömürde ise köpük alma süresi uzun tutularak yapılan, motorin ve çamyagının kullanıldığı deneyde bulunmuştur. Yanabilir verim %78.96 olarak bulunmuş ve konsantrerede kül içeriği %20.51 olarak belirlenmiştir.

Yapılan ısı değer ölçümlerinde, ısı değer 2986 cal/g olan oksitlenmiş kömürün ısı değeri 5000 cal/g, ısı değeri 3414 cal/g olan 1. oksitlenmemiş kömürün ısı değeri 5500 cal/g, ısı değeri 5930 cal/g olan 2. oksitlenmemiş kömürün ısı değeri 6185 cal/g civarına çıkartılmıştır. Bu ısı değer artışı, Diferansiyel Termik Analiz (DTA) sonuçlarında da görülmektedir (EK 1-9). Diferan-

siyel Termik Analiz sonuçlarında elde edilen grafiklerde, sıcaklık artışına göre çizilen ekzotermik reaksiyona bağlı eğrinin altında kalan alan, yanma reaksiyonu sonucu açığa çıkan ısıyı ifade etmektedir. EK-1 ve EK-2'de verilen oksitlenmiş ve oksitlenmemiş kömürün DTA'sında ortaya çıkan alanın flotasyonla zenginleştirildikten sonraki DTA alanlarından küçük olduğu görülmektedir (EK 3-8). EK-9'da ise flotasyon çalışmasından sonra altta kalan atığın DTA'sı görülmektedir. Diğerleri ile kıyaslandığında daha küçük bir alan göstermektedir ve bu alanın tekabül ettiği ısı değeri ise 1746 cal/g'dır.

Bu çalışmanın sonunda, yüzeyi oksitlenmemiş ve oksitlenmiş Amasra kömürlerinin flotasyonla zenginleştirilebileceği saptanmıştır.

KAYNAKLAR

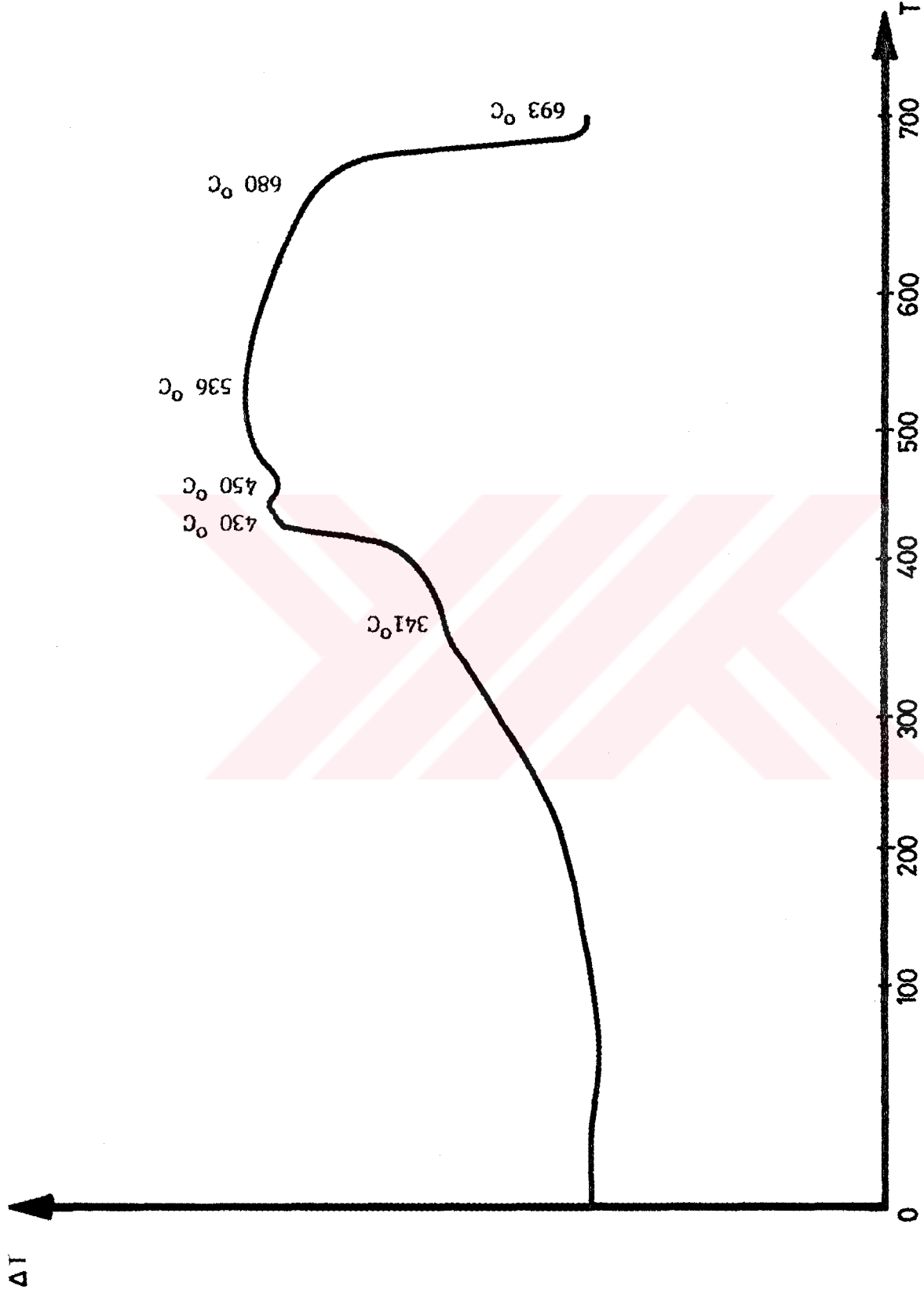
- 1- Atak,S., "Fotasyon ilkeleri ve Uygulaması", İTÜ Maden Fakültesi, 1982.
- 2- Özbayoğlu,G., "Coal Flotation", Mineral Processing Design, NATO ASI Series, 76-105.
- 3- Karşılayan,H., "Amasra Kömürünün Flotasyon Özelliklerinin İncelenmesi", Doktora tezi, Yıldız Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul, 1986.
- 4- Kural,O., "Kömür Kimyası ve Teknolojisi", İTÜ Maden Fakültesi, 1982.
- 5- Glembotskii,V.A., Klassen,V.I., Plaksin,I.N., "Flotation", Primary Source, Newyork, 1972, 69-115.
- 6- Sarıkaya,M., "Determination of the flotation characteristics of oxidized coal from Zonguldak Coal Basin", PH.D.Thesis in Mining Engineering Dept., Middle East Technical Un., Septeber, 1988.
- 7- Duncan,J.S., "Introduction to Colloid and Surface Chemistry", Butterworth Co. Ltd., London, 1970.
- 8- Lynch,A.J., Johnson,N.W., Manlapig,E.V., Thore,E.G., "Mineral and Coal Flotation Circuits", Elsevier Scientific Publishing Co., Amsterdam, Netherland, 1981.
- 9- Somasundaran,p., Ananthapadmanabhan,K.P., "Bubble and Foam Separations-Ore Flotation", Handbook of Separation Process Technology, (ed) Rousseau,R.W., Wiley Interscience, 1987.

- 10- Wen.W.W., Sun,S.C., "An Electrokinetic Study on the Oil Flotation of Oxidized Coal", Separation Science and Technology, 16(10), 1491-1521, 1981.
- 11- Fritti,B.A., Swanson,A.R., Nikol,S.K., "Factors Governing the Selection of Coal Flotation Circuits", IX International Coal Preparation Congress, New Delhi, 1982.
- 12- Sarıkaya,M., Özbayoglu,g., "Electrokinetic of Oxidized Coal", Fuel Processing Technology, Elsevier Science Publishers B.V., Amsterdam, 24(1990), 459-466.
- 13- Özbayoglu,G., Erten,M.H., "Determination of the Flotation Characteristic of Several Turkish Bituminous Coal Seam", VIII. International Coal Preparation Congress, Doisetsk, USSR, 1979.
- 14- Zimmerman,R.E., "Coal Preparation", (Ed) Leonard,J.W., Mitchell,D.R., Newyork, AIME, 4 th edition, p.82, 1979.
- 15- Sun,S.C., "Coal Preparation", (Ed) Leonard,J.W., Mitchell, D.R., Newyork, AIME, 4 th edition, p.75, 1979.
- 16- Karşıluyan,H., Avşar,H., Yılmaz,N., Yanıç,C., "The Increase of Efficiency of Pine Oil by Heating and Usage in the Flotation of Oxidized Amasra Coal", Fuel Science and Technology, Augustos 1992'de basılacak.

E K L E R

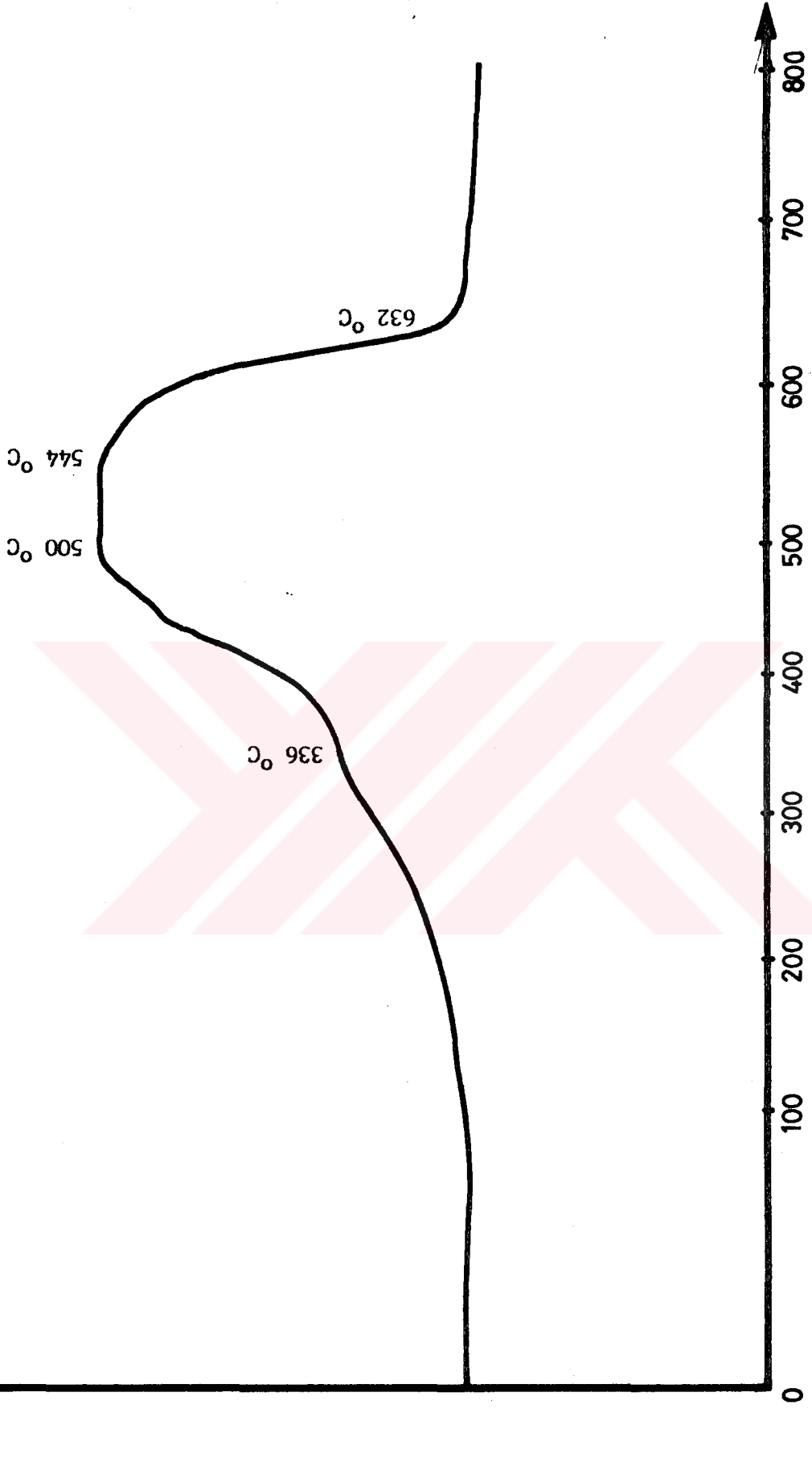


EK 1.



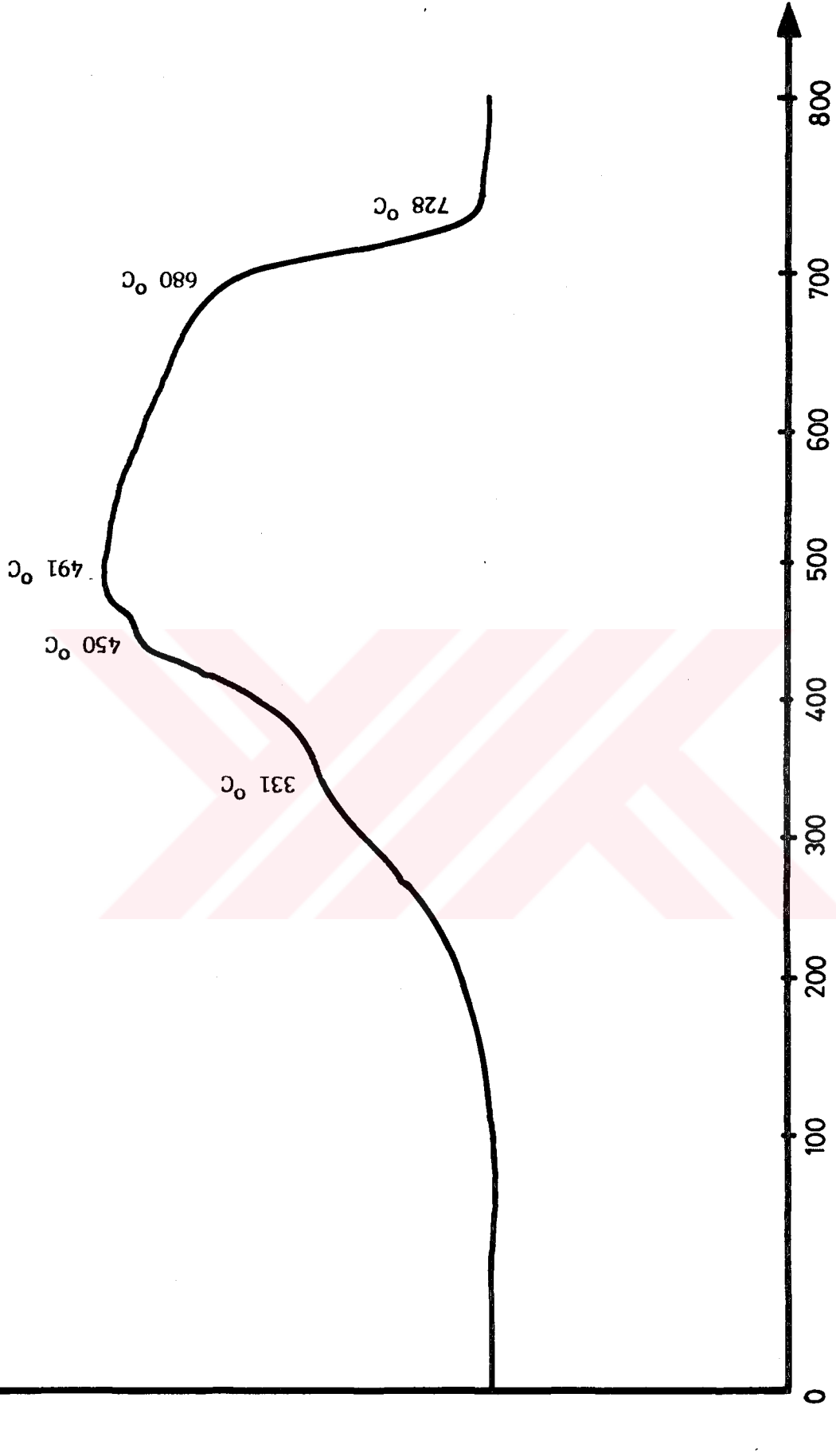
Oksitlenmemiş Kömürün DTA Grafiği

EK 2.



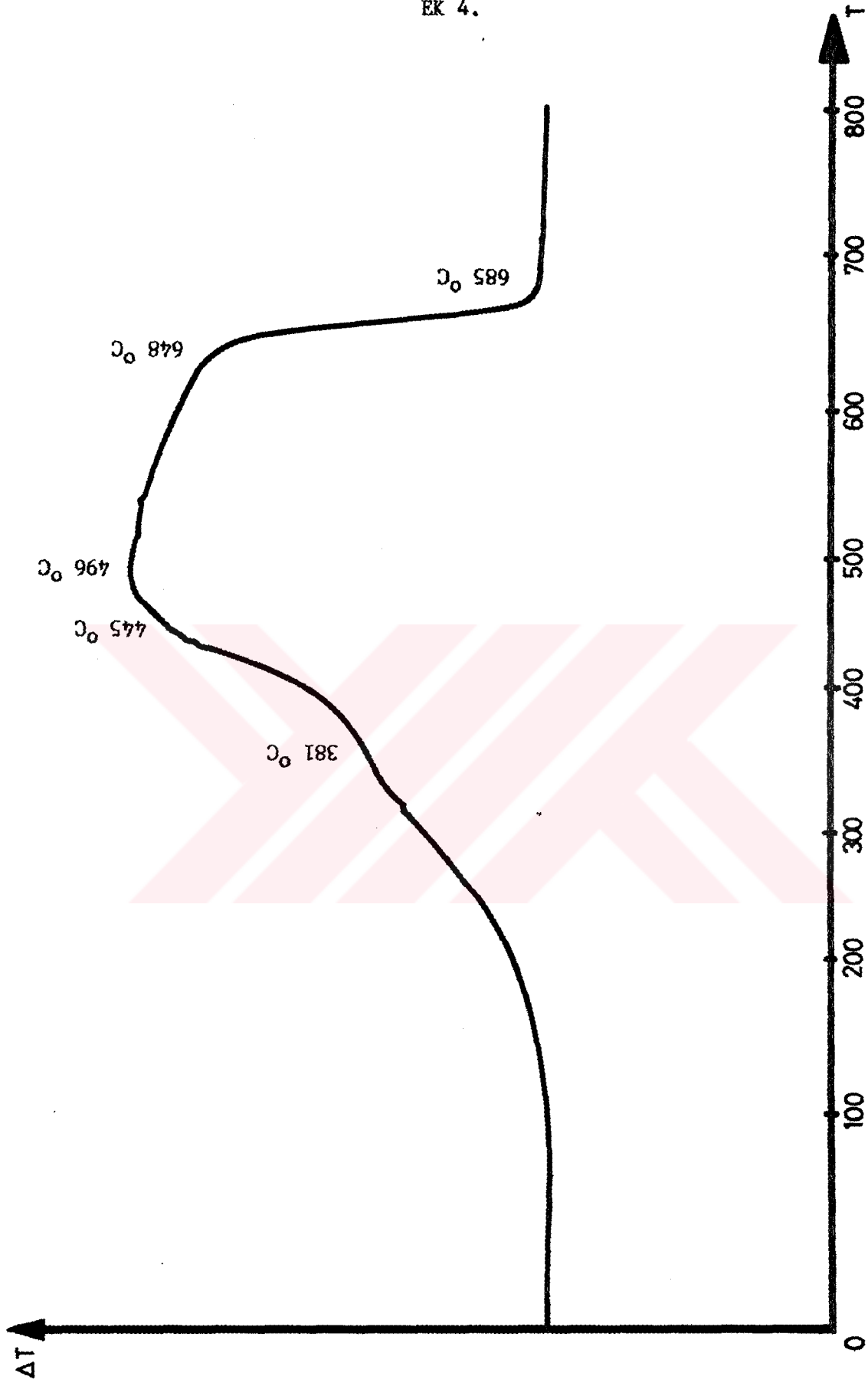
Oksitlenmiş Kömürün DTA Grafiği

EK 3.



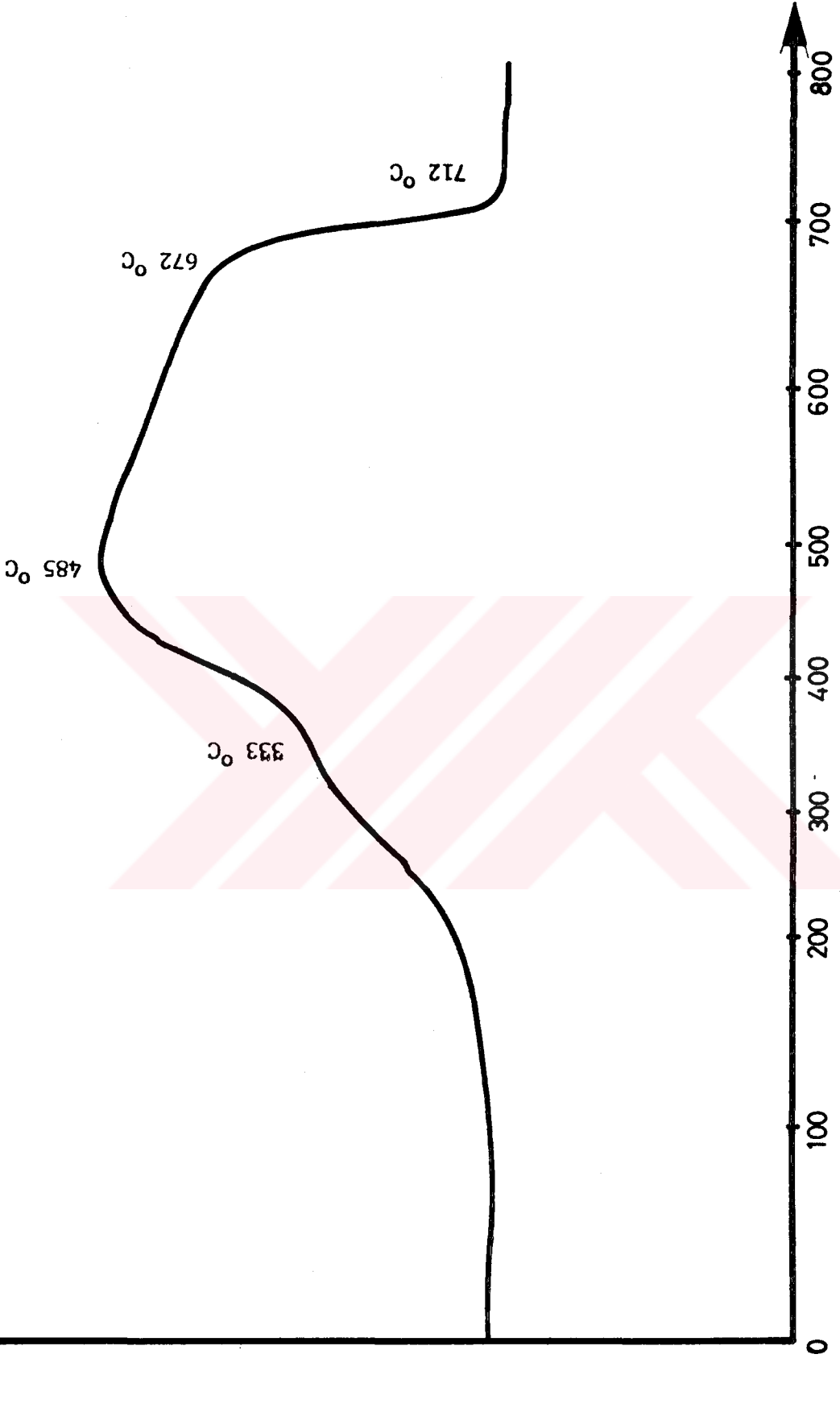
Oksitlenmemiş Kömürün Flotasyon Sonrası DTA Grafiği

EK 4.



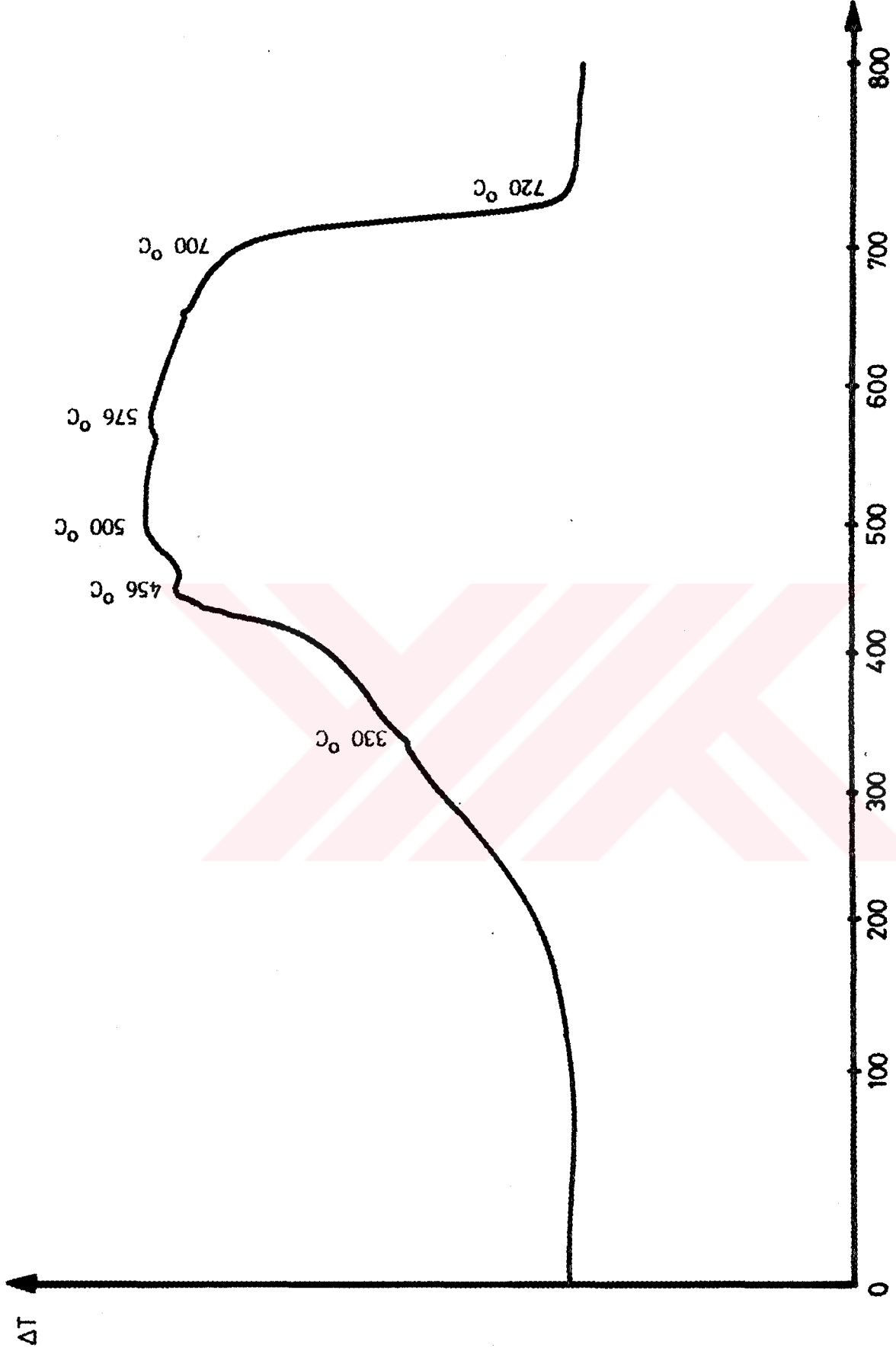
Oksitlenmemiş Kömürün Flotasyon Sonrası DTA Grafiği

EK 5.

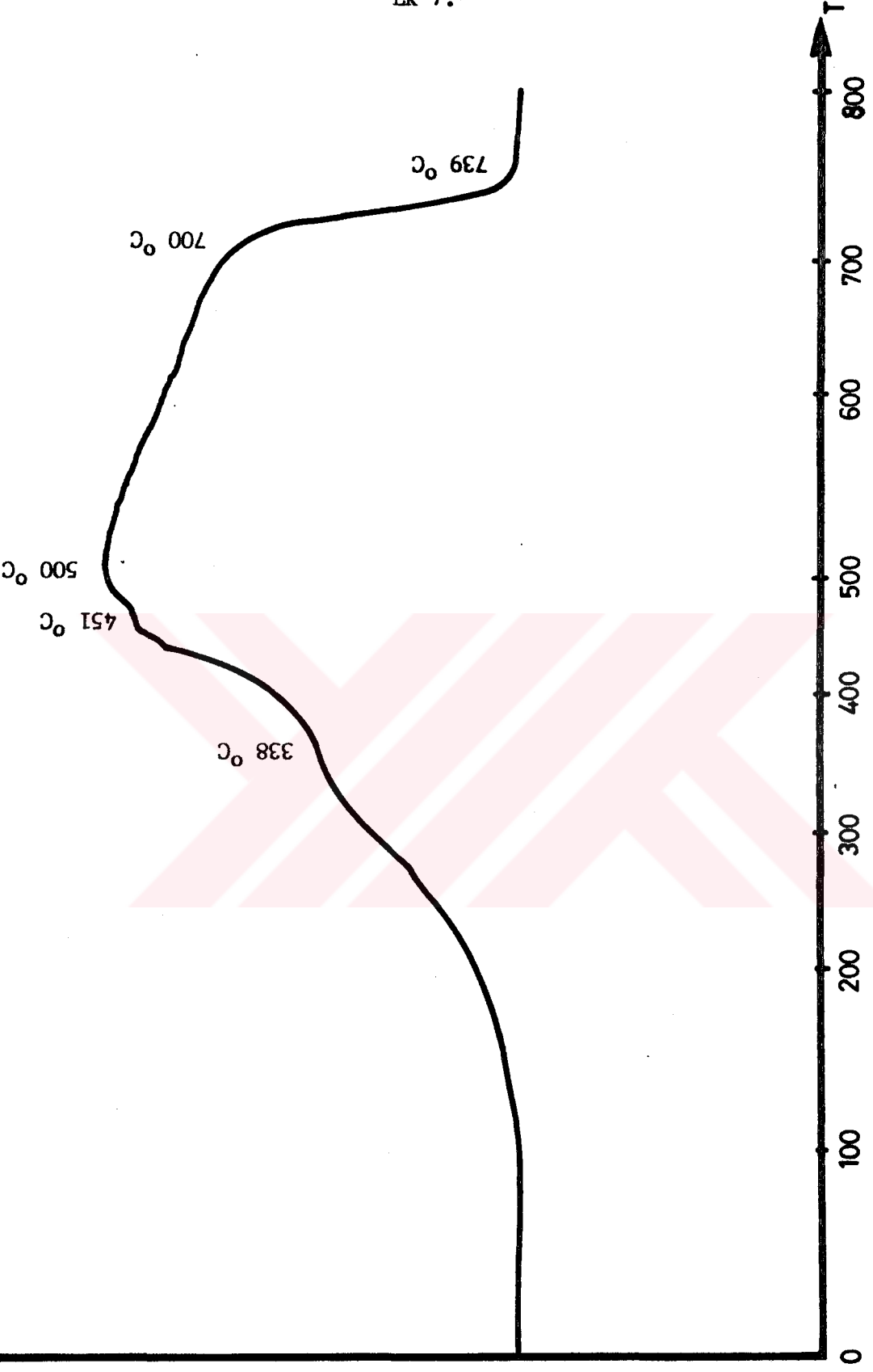


Oksetlenmemiş Kömürün Flotasyon Sonrası DTA Grafığı

EK 6.

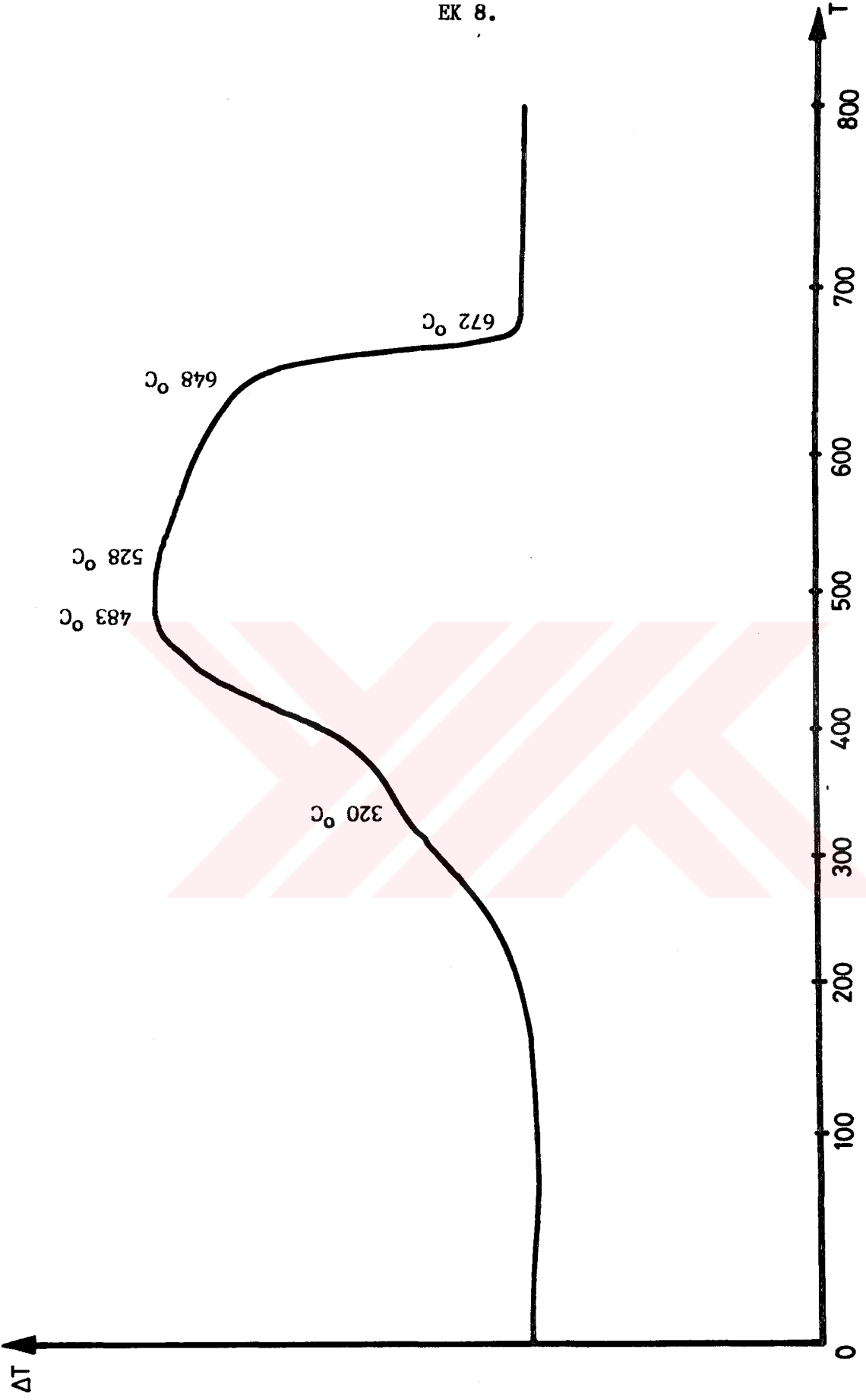


Oksitlenmemiş Kömürün Flotasyon Sonrası DTA Grafiği



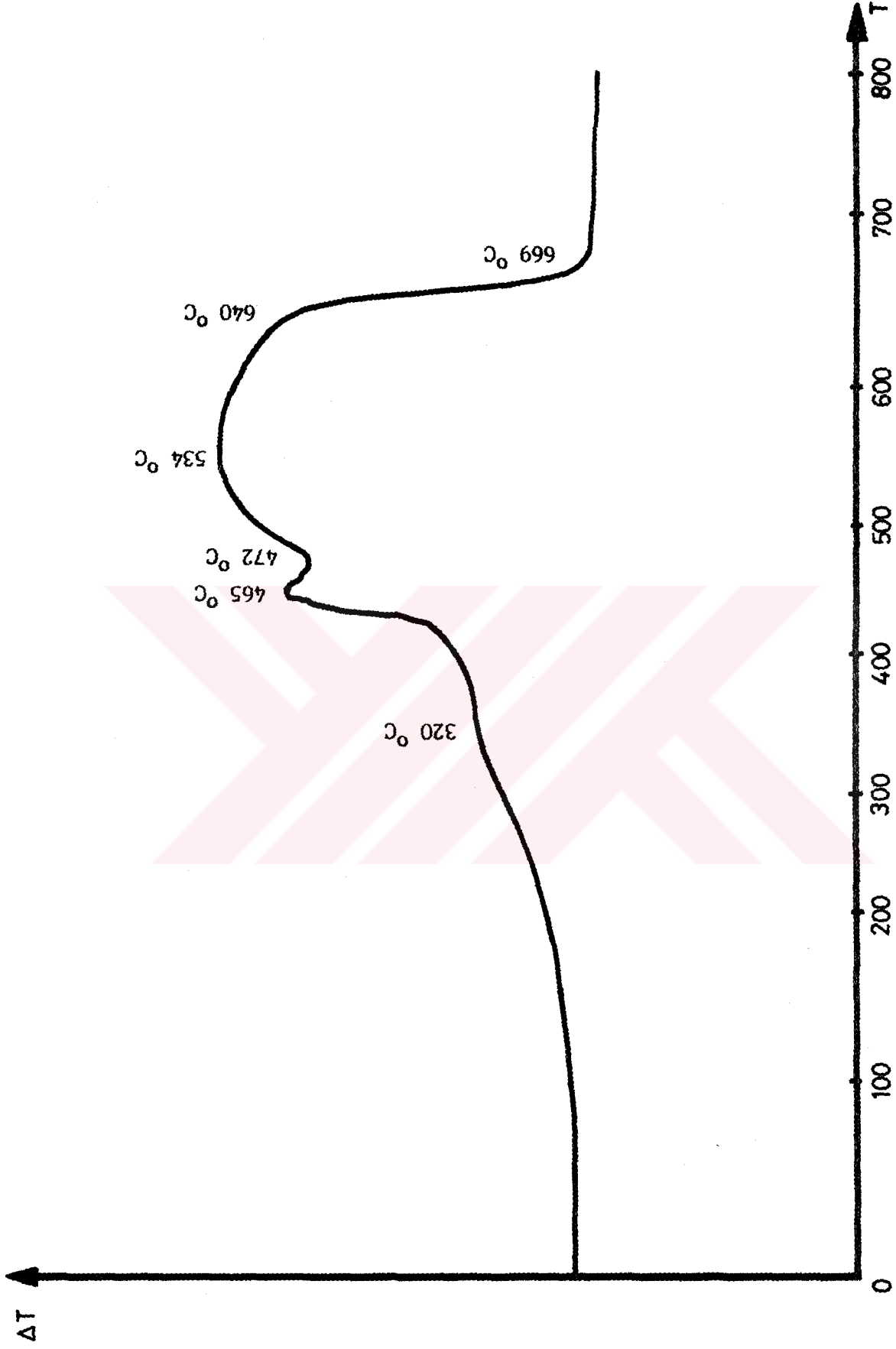
Oksitlenmemiş Kömürün Flotasyon Sonrası DTA Grafığı

EK 8.



Oksitlenmiş Kömürün Flotasyon Sonrası DTA Grafiği

EK 9.



Oksitlenmemiş Kömürün Flotasyon Atığının DTA Grafığı

ÖZGEÇMİŞ

1968 yılında Aydın'da doğdum. İlk ve Orta öğrenimimi burada tamamladım. 1985 yılında girdiğim Yıldız Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Kimya Mühendisliği Bölümü'nden 1990 yılında mezun oldum. Aynı yıl içinde Yüksek Lisans öğrenimime başladım ve Uzmanlık kadrosunda görev aldım. Halen bu görevi sürdürmekteyim.

T.C. TÜRKER İNAN KURULU
DOKÜMANTASYON MERKEZİ