

UKRAYNA KÖMÜRÜNÜN YAĞ AGLOMERASYONU İÇİN KARAKTERİSTİK EĞRİSİNİN BELİRLENMESİ

Determination of Characteristic Curve for the Oil Agglomeration of Ukraine Coal

Yakup CEBEC^{^*}
Lale CANPOLAT[^]

OZET

Bu çalışmada, Ukrayna kömürünün yağ aglomerasyonu için karakteristik eğri belirlenmiştir. Öncelikle aglomeratların boyut dağılımına, aglomerasyon süresinin, karıştırma hızının, bağlayıcı sıvı konsantrasyonunun ve oksidasyonun etkileri incelenmiştir. Aglomeratların kümülatif elek altı eğrilerinden d_{50} değerleri tespit edilmiş ve yukarıda belirtilen etkenlere bağlı olarak değişimi yorumlanmıştır. Deneysel bulgularının boyutsuz formda ifade edilmesinden, kümülatif elek altı eğrilerinin şeklinde değişme olmadığı belirlenmiştir. Bu durum aglomeratların boyut dağılımının kendini koruyan davranış gösterdiğini ortaya koymaktadır. Aglomeratların bu özelliğinden yararlanılarak, genel karakteristik eğri belirlenmiş ve bu eğrinin eşitliği verilmiştir. Karakteristik eğri şeklinin, karıştırma hızı, bağlayıcı sıvı konsantrasyonu ve aglomerasyon süresine bağlı olarak değişmediği fakat oksidasyondan etkilendiği ortaya konmuştur.

Anahtar Sözcükler: Kömür, Yağ Aglomerasyonu, Karakteristik Eğri

ABSTRACT

In this study, the characteristic curve for the oil agglomeration of Ukraine coal was determined. Primarily, the effects of agglomeration time, stirring speed, bridging liquid concentration and the oxidation on the size distribution of agglomeration were investigated. The d_{50} values were obtained from the cumulative undersize curves and the variation in d_{50} was interpreted as depending on the factors mentioned above. By defining the experimental data in dimensionless form, it was found that there was no change in the form of cumulative undersize curves. This state indicates that the size distribution of agglomeration shows the behavior of self-preserving. General characteristic curve was determined using this property of agglomerate and the equation of this curve was given. The form of the characteristic curve does not change with stirring speed, bridging liquid concentration and agglomeration time, but the oxidation affects the shape of the curve.

Keywords : Coal, Oil Agglomeration, Characteristic Curve

[^]Doç. Dr., Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

^{^0}Maden Müh., Cumhuriyet Üniversitesi, Maden Mühendisliği Bölümü, Sivas

1. GİRİŞ

Yağ aglomerasyonu, ince kömürlerin zenginleştirilmesinde yararlanılan bir prosestir. Bu proseste, hidrofobik kömür partikülleri bir hidrokarbon yağ kullanılarak aglomera edilmekte ve aglomeratlar bir elek veya diğer bir yöntemle sıvı fazdan ayrılmaktadır. Yağ aglomerasyonu ile yapılan çalışmaların çoğu kömür kazanım verimi, aglomeratların kül içeriği, verim ve kül içeriğine değişik işletme faktörlerinin etkisiyle ilgilidir (Mehrotra vd., 1983; Capes vd., 1984; Capes, 1991). Aglomeratların boyut dağılımı ve büyümesiyle ilgili çalışmalar sınırlı sayıdadır. Bu konuda kömürle ilgili temel nitelikteki çalışmalar değişik Hindistan kömürleriyle yapılmıştır (Rao vd., 1982; Rao vd., 1984; Vanangamudi vd., 1984).

Bilindiği gibi aglomeratların boyut dağılımı, ürünün nem içeriği, depolanması gibi değişik kullanım alanlarındaki özelliklerini etkilemektedir. Literatürde, aglomerat çapındaki artmanın ürünün nem içeriğini düşürdüğü belirtilmektedir (Capes, 1980). Ayrıca, aglomeratların boyutu büyüdükçe daha iyi akış özelliklerine sahip olduğu da bilinmektedir. Yukarıda belirtilen nedenlerden dolayı aglomeratların boyut dağılımı ve boyut dağılımına etki eden faktörlerin bilinmesi, daha sonraki kullanım alanlarında kolaylıklar sağlayacaktır.

Bu çalışmada, Ukrayna kömürü ile yapılan yağ aglomerasyon deneylerinde, aglomeratların boyut dağılımına etki eden bazı faktörler incelenmiş, boyut dağılımı için karakteristik eğri geliştirilmiş ve bu eğrinin eşitliği türetilmiştir.

2. MALZEME VE YÖNTEM

2.1. Malzeme

Deneysel çalışmalarda Ukrayna kömürü kullanılmıştır. Kullanılan örneğin boyut dağılımı Çizelge 1'de, kimyasal analiz sonuçları da Çizelge 2'de verilmiştir.

2.2. Yöntem

Deneyler 600 ml'lik bir beherde, beher içerisine eşit aralıklarla yerleştirilmiş 3 adet türbülans

Çizelge 1. Deneylerde Kullanılan Örneğin Boyut Dağılımı

Tane İriliği (um)	K.E.A* (%)
355	100,00
250	99,20
180	93,45
125	87,50
90	83,85

* Kümülatif Elek Altı

Çizelge 2. Deneylerde Kullanılan Örneğin Kimyasal Analiz Sonuçları

Analizler		Orijinal Baz	Havada Kuru Baz	Kuru Baz
Nem (%)		3,80	1,75	
Kül (%)		5,90	6,02	6,13
Uçucu Madde (%)		18,53	18,93	19,27
Sabit Karbon (%)		71,77	73,30	74,60
Isıl Değer (KJ/kg)	Alt	29489	30171	30752
	Üst	30677	31330	31886

oluşturucu levha kullanılarak yapılmıştır. Bu levhalar 5 mm genişliğinde ve beherin yüksekliği boyunca tabanına dik olarak uzanmaktadır. Deneylerde İKA RW 20 tipinde mekanik karıştırıcı kullanılmıştır. Karıştırma işlemi, 50 mm çapında, 10mm genişliğinde, 45 derecelik eğim açısına sahip 4 adet kanatçığı olan ve beherin tabanından 10 mm yukarıda tutulan bir pervaneyle sağlanmıştır. Deneysel çalışmalarda, musluk suyu (pH~7,5) ve bağlayıcı sıvı olarak gazyağı kullanılmıştır.

Deneylerde katı oranı %10 ve kömür-su karışımının şartlandırma süresi 5 dakika olarak sabit tutulmuştur. Çalışmalarda aglomerasyon süresi (5,10,15,20,30 dak.), bağlayıcı sıvı konsantrasyonu (%10, %15) ve karıştırma hızının (500,1000,1250 dev/dak.) etkileri incelenmiştir. Ayrıca bağlayıcı sıvı konsantrasyonunun etkisinin araştırıldığı deneylerde %5, %20'lik konsantrasyonlarda deneyler yapılmıştır. Oksidasyonun etkisinin

incelendiği deneylerde 1, 7, 15 gün açık havada oksidasyona uğramış örneklerle çalışılmıştır. Deneyler sonucunda, üretilen aglomeratlar 1250, 710, 425, 250, 90 um'lik elekler kullanılarak elek analizi yapılmış ve kümülatif elek altı eğrileri çizilmiştir.

3. BULGULAR

3.1. Süreye Bağlı Olarak Aglomeratların Boyut Dağılımının İncelenmesi

Şekil 1(a,b,c)'de %10 bağlayıcı sıvı konsantrasyonunda (B/K: 10), değişik aglomerasyon süreleri ve karıştırma hızlarında aglomeratların boyut dağılımı verilmektedir. Kümülatif elek altı (K.E.A) eğrilerinin incelenmesinden, genelde süreye bağlı olarak (bazı sürelerde küçük sapmalar olmasına rağmen) aglomerat boyut dağılımının iri boyutlara kaydığı, ancak 30 dakikalık sürede 500, 1000 dev/dak'da ince boyutlara kaydığı, 1250 dev/dak'lık karıştırma hızında 30 dak'lık sürede aglomerat boyut dağılımının 20 dak'lık süreyle yaklaşık aynı olduğu görülmektedir.

Şekil 1(d,e,f)'de ise %15 bağlayıcı sıvı konsantrasyonunda değişik aglomerasyon süreleri ve karıştırma hızlarında aglomeratların boyut dağılımı verilmektedir. Kümülatif elek altı eğrilerinden, 500 dev/dak'lık karıştırma hızında, 30 dak'lık aglomerasyon süresi hariç genelde süreye bağlı olarak aglomerat boyut dağılımının iri boyutlara kaydığı görülmektedir. 1000 dev/dak'lık karıştırma hızında, 30 dak'lık sürede aglomerat boyut dağılımı ince boyutlara kaymakta, diğer sürelerde (5 dak'lık aglomerasyon süresi hariç) genelde süreye bağlı olarak aglomeratların boyut dağılımı iri boyutlara kaymaktadır. 1250 dev/dak'lık karıştırma hızında, 15 dak'lık süre hariç aglomerat boyut dağılımı süreye bağlı olarak iri boyutlara doğru kaymaktadır. Bu karıştırma hızında 20 ve 30 dak'lık sürelerde aglomeratların boyut dağılımında önemli bir değişim gözlenmemektedir. Aglomeratların boyut dağılımının, kümülatif elek altı eğrilerine göre yorumlanmasında bazı tane iriliklerinde eğrilerde sapmalar nedeniyle yorumlamada güçlükler oluşmaktadır.

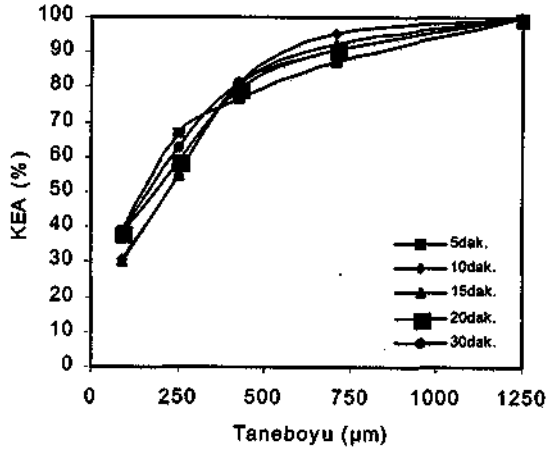
Bilindiği gibi cevher hazırlama işlemlerinde, taneler topluluğunu temsil eden boyut olarak yaygın biçimde d_{50} değeri esas alınmaktadır. Aglomeratların boyut dağılımının, d_{50} değerinin bilinmesi ve dolayısıyla boyut dağılımının tek bir taneye göre ifade edilmesi deney bulgularının değerlendirilmesinde kolaylık sağlayacaktır. Aglomeratların boyut dağılımı ile ilgili yapılan çalışmalarda d_{50} (aglomeratların %50'sinin geçtiği elek açıklığı) değeri esas alınmış ve aglomeratların büyüme durumunun incelenmesi, karakteristik eğrinin belirlenmesinde yararlanılmıştır (Vanangamudi vd.,1984; Chen vd., 1993).

Bu nedenle, aglomeratlara ait kümülatif elek altı eğrilerinden d_{50} değerleri tespit edilmiş ve süre, karıştırma hızı, bağlayıcı sıvı konsantrasyonuna bağlı olarak d_{50} değerlerinin değişimi incelenmiştir. Ayrıca d_{50} değerleri karakteristik eğrilerin belirlenmesinde kullanılmıştır.

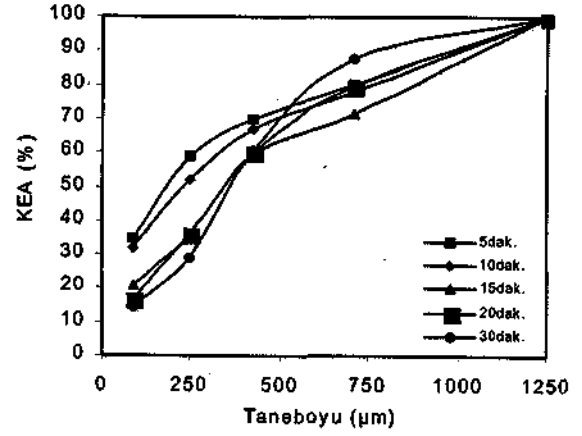
3.2. Bağlayıcı Sıvı Konsantrasyonu, Karıştırma Hızı ve Aglomerasyon Süresinin d_{50} Değerine Etkisinin İncelenmesi

Şekil 2a'da %10 bağlayıcı sıvı konsantrasyonunda, süre ve karıştırma hızına bağlı olarak aglomeratların d_{50} değerinin değişimi verilmiştir. 500 dev/dak'lık karıştırma hızında, yüksek sürelerde aglomeratların d_{50} değerinde düşüş eğilimi gözlenmektedir. 1000 dev/dak'lık karıştırma hızında 20 dak'lık aglomerasyon süresine kadar d_{50} değerinde artış eğilimi, bu süreden sonra düşüş gözlenmektedir. 1250 dev/dak'lık karıştırma hızında süreye bağlı olarak d_{50} değerinde çok küçük artışlar gözlenmektedir.

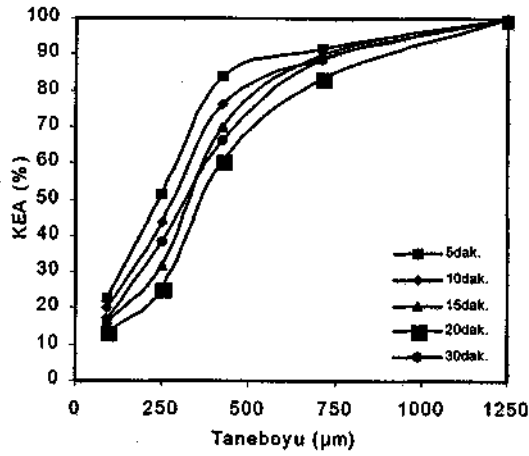
Şekil 2b'de ise %15 bağlayıcı sıvı konsantrasyonunda süre ve karıştırma hızına bağlı olarak aglomeratların d_{50} değerindeki değişim verilmiştir. 500 dev/dak'lık karıştırma hızında 15 dak'ya kadar d_{50} değerinde artış eğilimi gözlenirken, bu süreden sonra önemli bir değişim gözlenmemiştir. 1000 dev/dak'lık karıştırma hızında bazı sürelerde çok küçük düşümlere rağmen, d_{50} değeri dar bir aralıkta değişim göstermiştir. 1250 dev/dak'lık karıştırma hızında genel olarak d_{50} değerinde



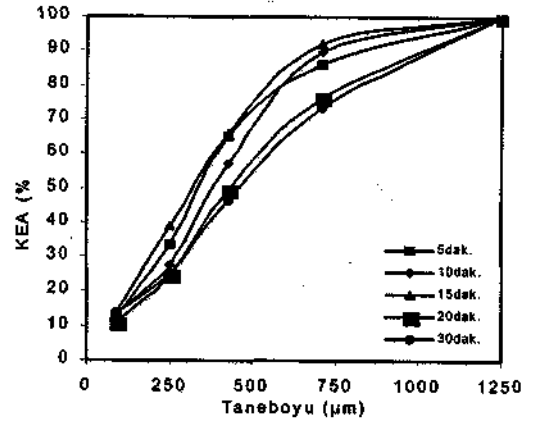
a) B/K:10, Karıştırma hızı:500 dev/dak.



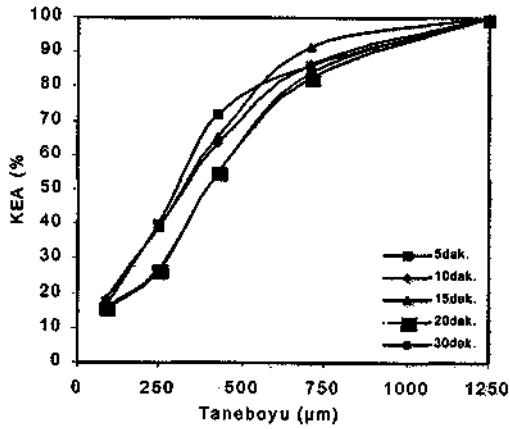
d) B/K:15, Karıştırma hızı:500 dev/dak.



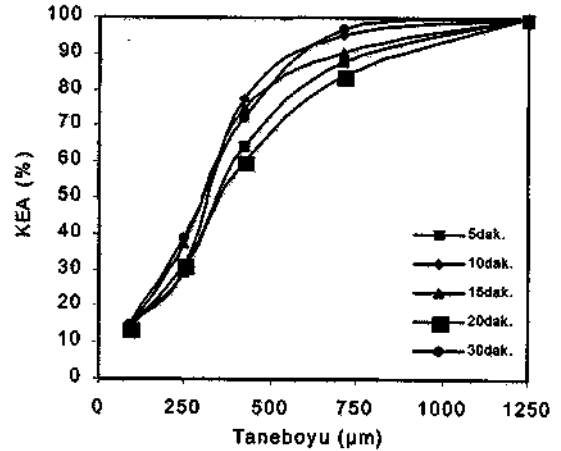
b) B/K:10, Karıştırma hızı:1000 dev/dak.



e) B/K:15, Karıştırma hızı:1000 dev/dak.

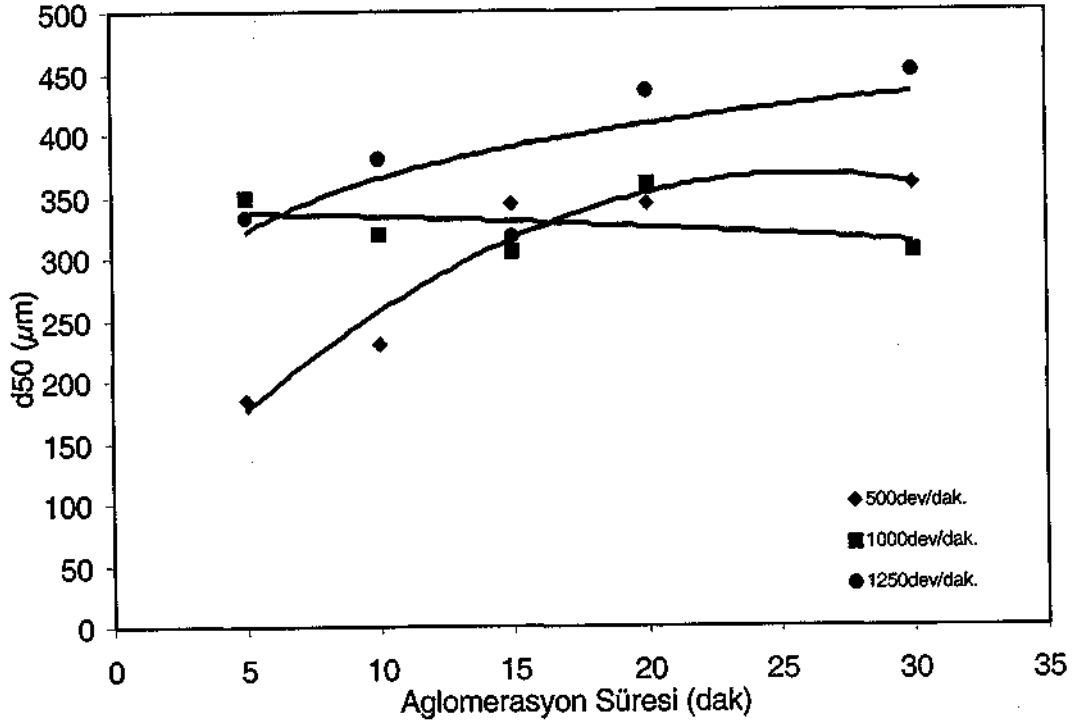


c) B/K:10, Karıştırma hızı:1250 dev/dak.

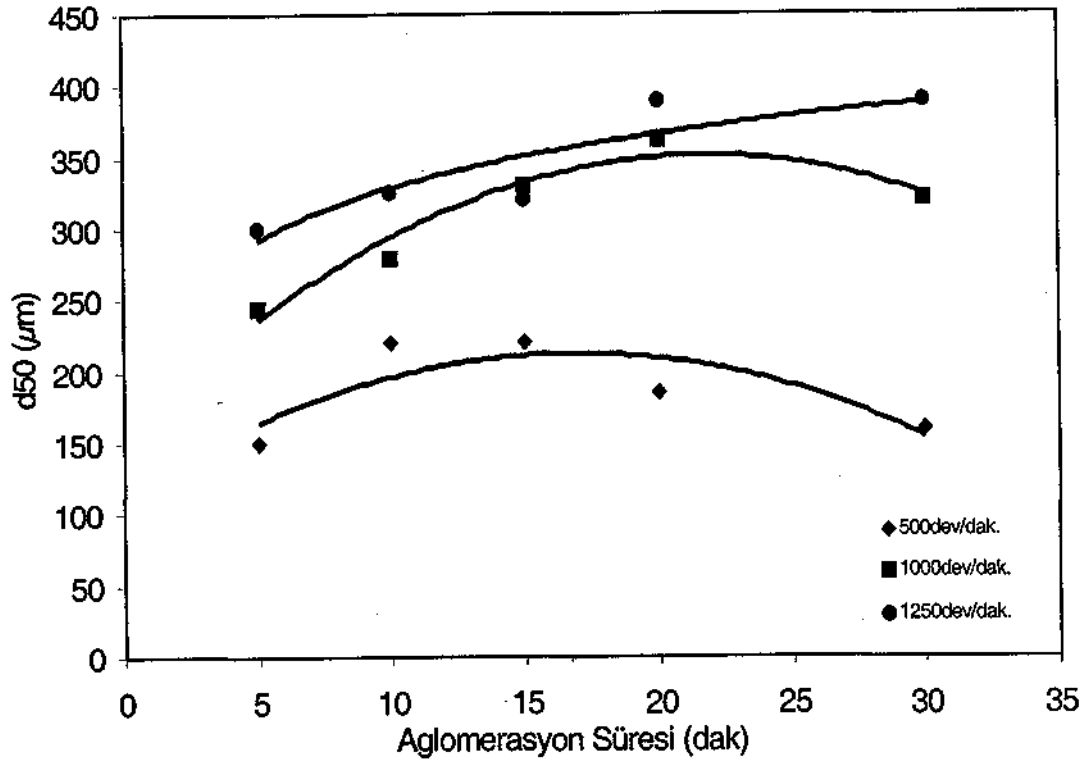


f) B/K:15, Karıştırma hızı:1250 dev/dak.

Şekil 1. Değişik koşullarda üretilen aglomeratlara ait kümülatif elek altı eğrileri



a) B/K: 10



b) B/K: 15

Şekil 2. Değişik koşullarda aglomerasyon süresine bağlı olarak d_{50} değerinin değişimi

çok küçük artış eğilimi gözlenmektedir.

Şekil 2'nin topluca değerlendirilmesinden aynı süre ve bağlayıcı sıvı konsantrasyonunda karıştırma hızı arttıkça (bazı karıştırma hızlarında küçük sapmalar olmasına rağmen) d_{50} değerinde artış eğilimi gözlenmiştir. Karıştırma hızına bağlı olarak aglomerat çapının değişimi Çizelge 3'te verilmiştir.

Çizelge 3. Karıştırma Hızına Bağlı Olarak d_{50} Değerlerinin Değişimi (Bağlayıcı Sıvı Konsantrasyonu: %10, Aglomerasyon Süresi: 5 dak)

Karıştırma Hızı (dev/dak)	d_{50} (um)
500	150
1000	244
1250	300

Çalışılan karıştırma hızlarında, aglomerat çapındaki artış eğilimi aşağıdaki şekilde yorumlanmıştır.

Düşük karıştırma hızlarında, yağla kaplanmış tanecikler arasında çarpışmaların az etkili olması nedeniyle aglomera olan kömür miktarı ve dolayısıyla aglomerat çapları küçük olmuştur. Karıştırma hızı arttıkça taneciklerin çarpışma olasılığı ve tanecik-tanecik çarpışma enerjisi artmaktadır. Bunun sonucunda aglomera olan kömür miktardan ve dolayısıyla aglomerat çapları artmaktadır. Benzer şekilde aynı süre ve karıştırma hızında, bağlayıcı sıvı konsantrasyonu arttıkça d_{50} değerinde genel olarak artış eğilimi mevcuttur. Çizelge 4'te bağlayıcı sıvı konsantrasyonuna bağlı olarak d_{50} değerlerinin değişimi verilmiştir.

Bağlayıcı sıvı konsantrasyonu arttıkça d_{50} değerindeki artış; kömür taneciklerinin bağlayıcı sıvı ile yeterince ıslatılması sonucu aglomera olan kömür miktarının artması ve tanecikler arasında yeterli sıvı köprüsü oluşturulmasına dayandırılmıştır. Literatürde belli bir konsantrasyona kadar (~%25) bağlayıcı sıvı

Çizelge 4. Bağlayıcı Sıvı Konsantrasyonuna Bağlı Olarak d_{50} Değerlerinin Değişimi (Karıştırma Hızı: 1000 dev/dak, Aglomerasyon Süresi: 5 dak)

Bağlayıcı Sıvı Konsantrasyonu (%)	d_{50} (um)
5	150
10	244
15	349
20	445

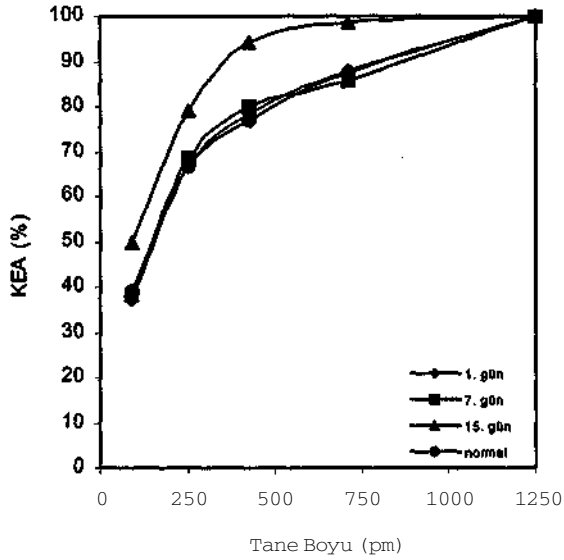
konsantrasyonu arttıkça, daha büyük boyutlu küresel ve sıkı aglomeratların oluştuğu belirtilmektedir (Nicol vd., 1980; Capes vd., 1984).

Genel olarak, düşük karıştırma sürelerinde tanecik- tanecik ve tanecik- mikroaglomerat temas şansı düşük olduğundan aglomerat verimi, dolayısıyla aglomerat çapları küçük olmaktadır. Süre arttığında tanecikler birbirleriyle ve mikroaglomeratlarla daha fazla temas şansı bulabilmektedir. Çok yüksek sürelerdeki düşüş eğilimi belli boyuta gelmiş aglomeratların birbirine ve beherin cidarına sürtünerek kısmen ufulanmasına dayandırılmıştır. Yüksek karıştırma hızında (1250 dev/dak), yüksek sürelerde aglomeratların d_{50} değerinde değişim olmaması ise tanecik-tanecik çarpışma enerjisinin yüksek olması nedeniyle daha sıkı ve yoğun aglomeratlar oluşmasına dayandırılmıştır.

3.3. Oksidasyonun d_{50} Değerine Etkisinin İncelenmesi

Şekil 3'te değişik sürelerde oksidasyona uğramış kömürlerle yapılan deneylerden elde edilen aglomeratlara ait kümülatif elek altı eğrileri, Çizelge 5'de ise aglomeratların d_{50} değerleri verilmiştir.

Oksidasyon deneyleri şu koşullarda yapılmıştır; tane iriliği -355 um, bağlayıcı sıvı konsantrasyonu %10, karıştırma hızı 500 dev/dak ve aglomerasyon süresi 5 dak Çizelge 5'ten görüldüğü gibi oksidasyon süresi arttıkça,



Şekil 3. Oksidasyona uğramış kömürlerden elde edilen aglomeratların elek altı eğrileri

Çizelge 5. Oksidasyonun Aglomeratların d_{50} Değerine Etkisi

Oksidasyon süresi (gün)	d_{50} (µm)
0	150
1	150
7	147
15	88

üretile aglomeratların d_{50} değeri azalmaktadır. Oksidasyon sonucunda kömür yüzeyinde hidroksil, karboksil, karbonil gibi oksijen içeren fonksiyonel gruplar meydana gelmektedir (Pawlak vd.,1986; Aplan 1993). Bilindiği gibi oksijen içeren fonksiyonel gruplar kömürün doğal yüzebilirliğini azaltmakta ve dolayısıyla oksijen içeriğindeki artışla kömür yüzeyinin hidrofilik karakteri artmaktadır. Oksidasyon süresi arttıkça aglomerat çapındaki azalma, kömür yüzeyindeki oksijen içeren fonksiyonel grupların oranının artmasına dayandırılmıştır. Bu durumda yüzeyin hidrofilik karakteri artmakta, gazyağı kömür yüzeyini yeterince ıslatamamaktadır. Sonuçta aglomera olan kömür miktarı azalmakta ve aglomeratların d_{50} değeri düşmektedir. Özellikle 15 gün oksidasyona

uğramış kömürle yapılan, aglomerasyon deneyi sonuçlarından açıkça görülmektedir. 1 günlük oksidasyon süresinde aglomeratların d_{50} değerinde değişme olmazken, 7 günlük oksidasyon süresinde çok küçük düşme gözlemlenmiştir.

3.4. Karakteristik Eğrinin Belirlenmesi

Deney bulgularının boyutsuz formda ifade edilmesinden elde edilen eğriler Şekil 4 (a,b,c,d,e,f)'de verilmiştir. Bu eğrilerde boyut eksenini d/d_{50} formunda* ifade edilmiştir. Şekil incelendiğinde her bir Ueney koşulu için değişik aglomerasyon süreleripije, aglomeratların boyut dağılımının tek bir dağılım eğrisiyle ifade edilebileceği görülmektedir. Bu davranış aglomeratların kendini koruyan (self preserving) büyümesi olarak bilinmektedir. Bu bulgular literatürlerde verilen aglomerat büyümesi durumuyla ilgili çalışmalardan elde edilen bulgularla uyumludur (Capes vd., 1965; Rao vd., 1982)

Aynı bağlayıcı sıvı oranı ve değişik karıştırma hızlarında eğrinin şeklinde bir değişme olmamaktadır. Farklı bağlayıcı sıvı konsantrasyonunda ^e aynı karıştırma hızında da eğrinin şeklinde değişme görülmemiştir. Yani koşulların herhangi birinin değişmesi (Bağlayıcı sıvı konsantrasyonu, karıştırma hızı ve aglomerasyon süresi) aglomeratların davranışım etkilememektedir. Aglomeratların boyut dağılımının kendini koruyan özellik göstermesi, aglomerasyon işlemi için karakteristik eğri geliştirilebileceğini göstermektedir. Karakteristik eğri, matematiksel olarak kolayca ifade edilebilmektedir. Aglomeratların boyut dağılımı ile ilgili olarak yapılan çalışmalarda karakteristik eğrinin hidrosiklon performansını belirlemede kullanılan düzeltilmiş randıman eğrisine benzer şekilde olması nedeniyle düzeltilmiş randıman eğrisi karakteristik eğrileri belirlemede kullanılmıştır (Rao vd., 1984; Mehta vd., 1996). Düzeltilmiş randıman eğrisi eşitlikleri Lynch ve Rao, Plitt eşitlikleridir (Plitt, 1955; Lynch ve Rao, 1975).

Bu çalışmada karakteristik eğrinin belirlenmesinde; Plitt Eşitliğinden yararlanılmıştır (Eşitlik 1).

$$Y= 1-\exp(-0,693X^m) \quad (1)$$

Plitt eşitliği, Rosin-Rammler tipi eşitlik şeklinde düzenlenebilme ve m sabitinin belirlenmesinde kolaylık sağlamaktadır. Bu eşitlikte;

Y: d boyutundan geçen aglomeratların ağırlık oranı
X: d/d_{50}
m: Kömürün tipi ve boyutuna bağlı bir sabittir.

Şekil 5'te; Şekil 4'te verilen eğrilerden yararlanılarak elde edilen karakteristik eğriler verilmiştir. Eğriler incelendiğinde değişik işletme koşullarında eğrilerin şeklinin aynı olduğu görülmektedir. Yani bağlayıcı sıvı konsantrasyonunda, karıştırma hızında ve süredeki değişimin eğrilerin genel şeklini değiştirmedeği görülmüştür. Karakteristik eğrilerin şeklinin çalışma koşullarına göre değişmiyor olması, tüm çalışma koşulları için geliştirilmiş bir boyut dağılımı eğrisi çizilebileceğini göstermektedir.

Ukrayna kömürü için bu eğri Şekil 6a'da verilmiş ve eğrinin denklemi; Eşitlik 2'de yer almaktadır.

$$Y= 100 [1-\exp(-0,693 X^{1,106})] \quad (2)$$

Bu denklem, aglomeratların boyut dağılımının X (d/d_{50}) değerine bağlı olarak basit eşitlikler şeklinde ifade edilebileceğini göstermektedir. Aglomeratların d_{50} değeri proses değişikliklerine (katı oranı, bağlayıcı sıvı konsantrasyonu, aglomerasyon süresi, karıştırma hızı) bağlı olarak kolaylıkla eşitlik şeklinde ifade edilebilmektedir. Eşitlikten yararlanılarak, herhangi bir proses değişkeninin bilinmeyen değeri için d_{50} değeri bulunur. Bulunan değer karakteristik eğriye ait eşitlikte yerine konularak, bilinmeyen değişkene ait tüm boyut dağılımı belirlenebilir.

Bu nedenle, denklem yardımıyla herhangi bir deney koşulu için, aglomeratların d_{50} değeri bilindiğinde, tüm boyut dağılımı belirlenebilir.

Ayrıca, Oksidasyon deneyi bulguları da dikkate alınarak elde edilen genel karakteristik eğri Şekil 6b'de verilmiştir. Şekil 6a ve b birlikte

değerlendirildiğinde oksidasyonun karakteristik eğrinin şeklini etkilediği (m değerini düşürdüğü) görülmektedir.

4. SONUÇ

Agglomeratların d_{50} değeri; karıştırma hızı ve bağlayıcı sıvı konsantrasyonuna bağlı olarak değişmektedir. Genel olarak d_{50} değeri, bağlayıcı sıvı konsantrasyonu ve karıştırma hızı arttıkça artış eğilimi göstermiştir.

Oksidasyon aglomeratların d_{50} değerini olumsuz etkilemekte, oksidasyon süresi arttıkça olumsuzluk artmaktadır.

Değişik koşullar için belirlenen karakteristik eğriler ve genel karakteristik eğrinin şekli aglomerasyon süresi, bağlayıcı sıvı konsantrasyonu ve karıştırma hızından bağımsızdır.

Genel karakteristik eğrinin denklemi;

$Y= 100[1-\exp(-0,693 X^{1,106})]$ olarak belirlenmiştir. Bu denklem herhangi bir deney koşulu için d_{50} değeri bilindiğinde aglomeratların tüm boyut dağılımını belirlemede kullanılabilir.

Oksidasyon karakteristik eğrinin şeklini olumsuz etkilemektedir.

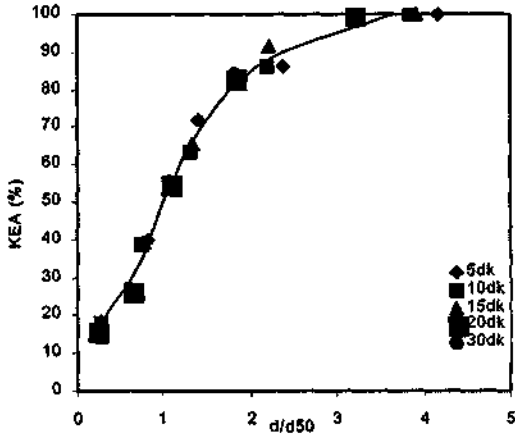
Karakteristik eğrinin bilinmesi aglomerasyonla ilgili modelleme çalışmalarında kolaylık sağlamaktadır.

KAYNAKLAR

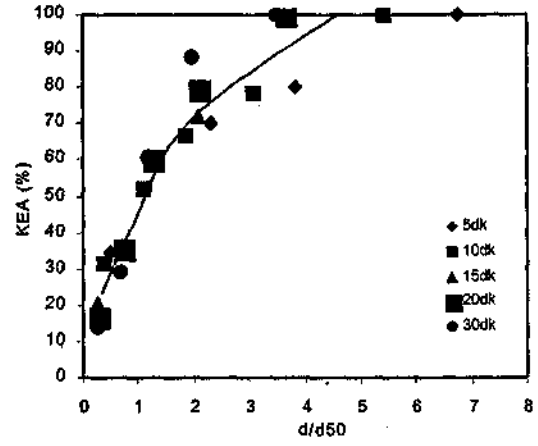
Apian, F.F., 1993; "Coal Properties Dictate Coal Flotation Strategies", Mining Engineering, January, s. 83-96

Capes, CE., Danckwerts, P.V., 1965; "Granule Formation by The Agglomeration of Damp Powders", Trans. Inst. Chem, Cilt 43, s. 116-125.

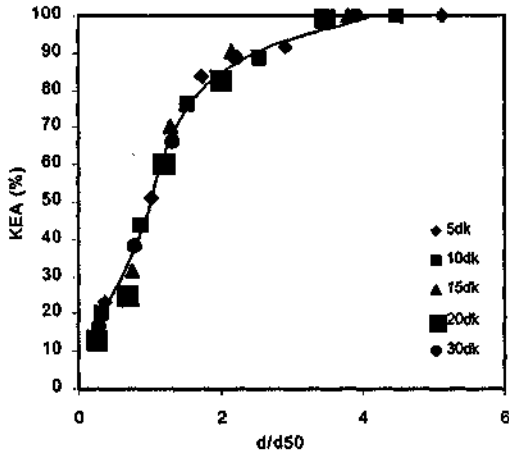
Capes, CE., 1980; "Principles and Applications of Size Enlargement in Liquid Systems", International Symposium on Fine Particle



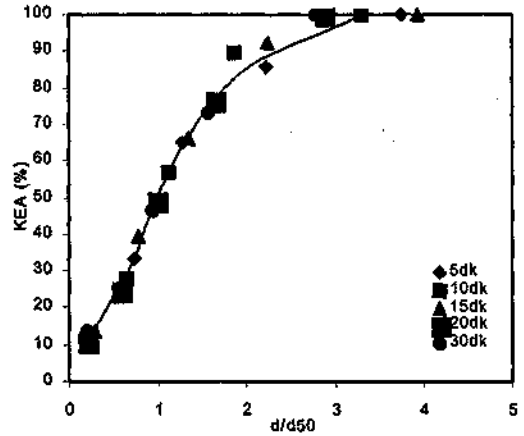
a-)B/K:10, Karıştırma hızı:500 dev/dak.



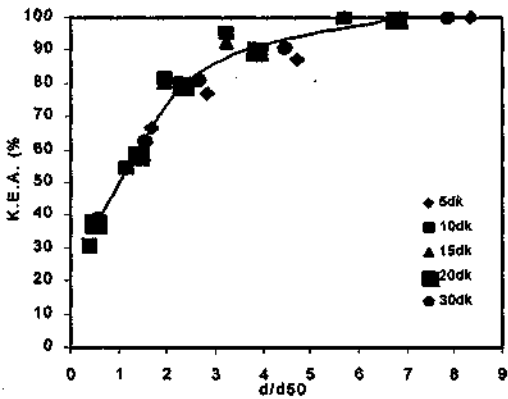
d) B/K:15, Karıştırma hızı: 500 dev/dak.



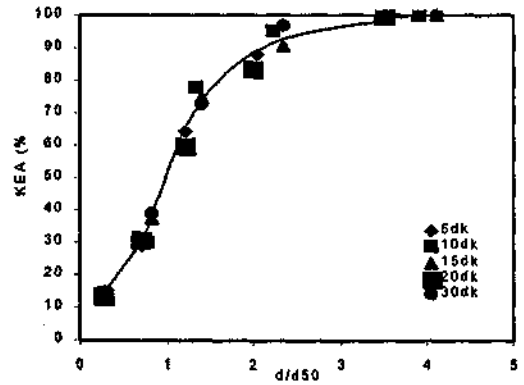
b) B/K:10, Karıştırma hızı:1000 dev/dak



e) B/K:15, Karıştırma hızı:1000 dev/dak.

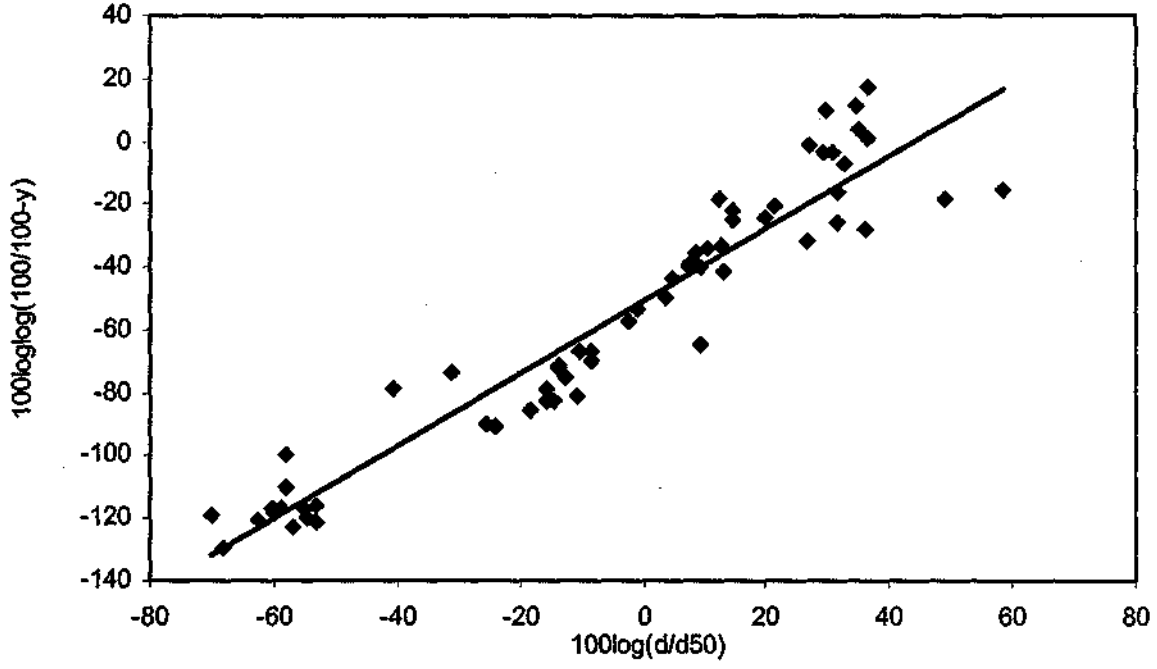


c) B/K:10, Karıştırma hızı:1250 dev/dak.

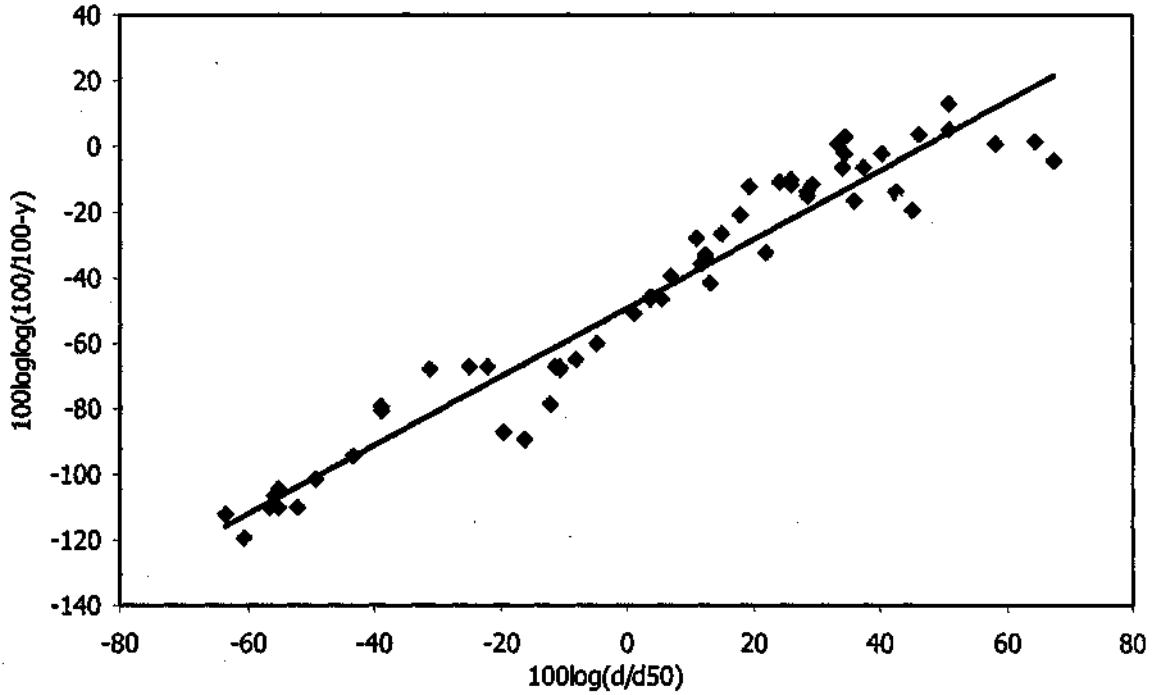


f) B/K:15, Karıştırma hızı:1250 dev/dak.

Şekil 4. Değişik koşullarda boyutsuz formda ifade edilen kümülatif elek altı eğrileri

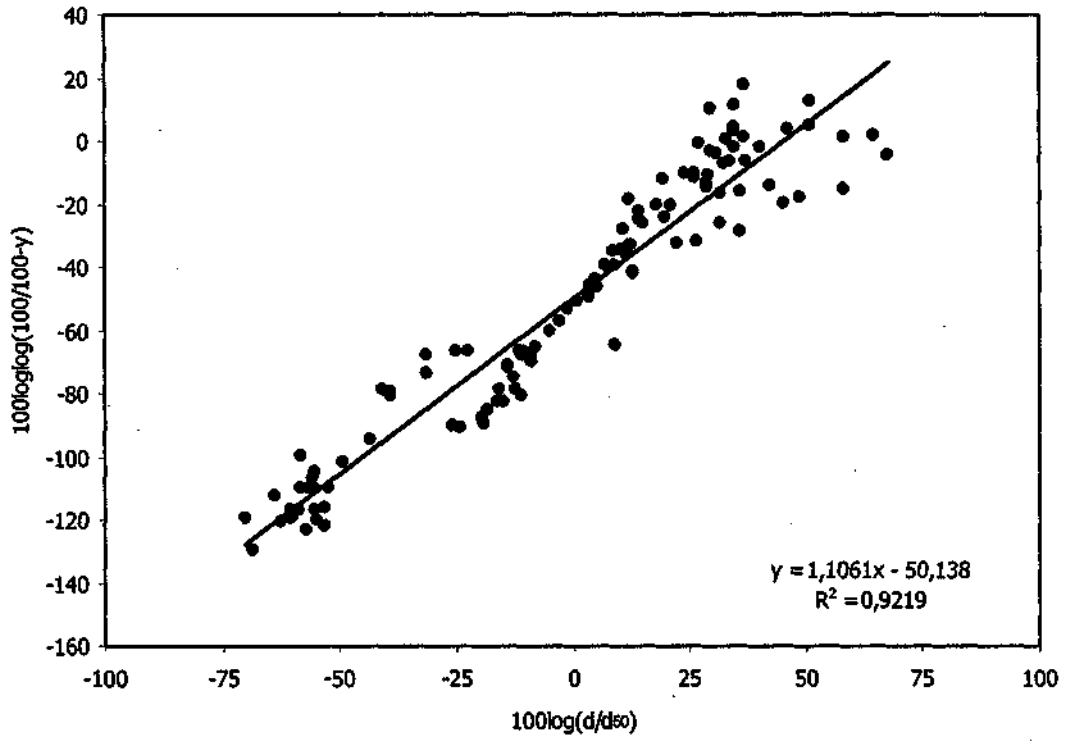


a) B/K:15,Karıştırma hızı:500,1000,1250 dev/dak.

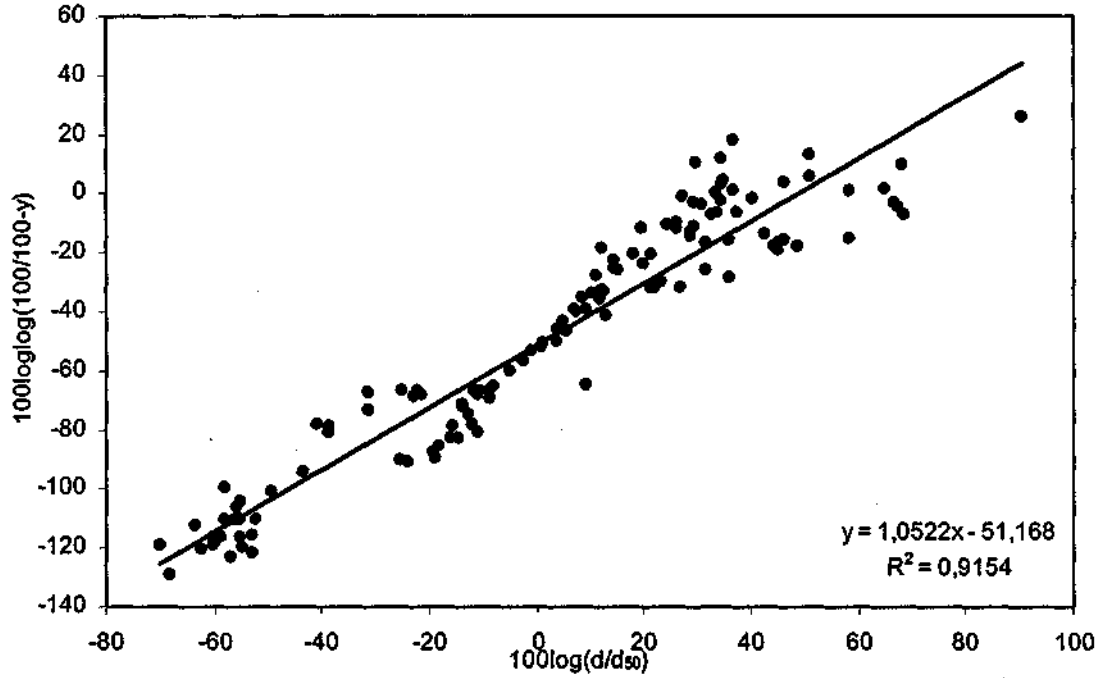


b) B/K:10, Karıştırma hızı:500,1000,1250 dev/dak.

Şekil 5. Değişik koşullarda elde edilen karakteristik eğriler



a-) Oksidasyon bulgularının dahil edilmediği durum



b-) Oksidasyon bulgularının dahil edildiği durum

Şekil 6. Genel karakteristik eğri (B/K: 10-15, Karıştırma hızı:500,1000,1250 dev/dak.)

Processing, Cilt 2, AIME, New York.

Capes, C.E., Darcovich, K., 1984; "A Survey of Oil Agglomeration in Wet Fine Coal Processing", Powder Technology, Cilt 40, s. 43-52.

Capes, C.E., 1991; "Oil Agglomeration Process Principles and Commercial Application for Fine Coal Cleaning", Coal Preparation, Part 4, Society For Mining Metallurgy and Exploration Inc., Littleton, Colorado, s. 1021-1029.

Chen, W., Zhu, D., Chen, J., 1993; "Oil Agglomeration of Metal Oxide Minerals", XVIII International Mineral Processing Congress, Mayis Sydney, s. 941-948.

Lynch, A.J., Rao, T.C, 1975; "Modelling and Scale-Up of Hydrocyclone Classifier", 11th Int. Miner. Process. Congr., Cagliari.

Mehrotra, V.P., Sastry, K.V.S., Morey, B.W., 1983; "Review of Oil Agglomeration Techniques for Processing of Fine Coals", International Journal of Mineral Processing, Cilt 11, s. 175-201.

Mehta, R.K., Adutwum K.O., Misra, M., 1996; "Technical Note Kinetic Study and Characteristic Curve of The Reactive Noranda Tailings Agglomeration Process", Minerals Engineering, Cilt 9, s. 583-590.

Nicol S.K., Day, J.C, Swanson, A.R., 1980; "Oil Assisted Dewatering of Fine Coal", Proc. International Symposium, Cilt 2, AIME, New York.

Plitt, L.R., 1955; "A Mathematical Model for The Hydrocyclone Classifier", Chem. Eng., Cilt 19, s. 640.

Pawlak, W., Turak, A., Janiak, J., Riker, Y.B., Ignasiak, B., 1986; "Clean Liquid and Solid Fuels", 11th Annual ERRI Contractors' Conference, California.

Rao, T.C, Vanangamudi, M., Hanumantha Rao, K., 1982; "Characteristic Curve for the

Coal-Oil Agglomeration Process", International Journal of Mineral Processing, Cilt 9, s. 235-243.

Rao, T.C, Vanangamudi, M., 1984; "Quantitative Studies on The Coal-Oil Agglomeration Process", Powder Technology, Cilt 40, s. 195-205.

Vanangamudi, M., Rao, T.C, 1984; "Kinetic Study of Agglomerate Growth in Coal-Oil Agglomeration Process", Fuel, Haziran, Cilt 63, s. 738-743