

POLİETİLENOKSİT/POLİPROPİLENOKSİT (PEO/PPO) BLOK KO-POLİMERLERİN LİNYİT FLOTASYONUNDA KULLANIMI

Using Polyethyleneoxide/Polypropyleneoxide (PEO/PPO) Block Co-Polymers in
Lignite Flotation

Haluk ÇELİK⁰

ÖZET

Bu çalışmada, Tunçbilek Lavvan'ndan alınan numuneler üzerinde öncelikle toplayıcı ve köpürtücü kullanarak flotasyon deneyleri yapılmıştır. Sonrasında kömürün selektif yüzdürülebilirliğinin artırılması amacıyla toplayıcı ve köpürtücüye ilave olarak blok ko-polimerler kullanılmıştır. Çalışmada pluronik L-64, P-104 ve 10R-8 olmak üzere üç tip polimer linyit flotasyonunda denenmiştir. Sonuç olarak linyitin polimersiz olarak 4 dakika flotasyon sonucunda %67,19 yanıcı madde ve %17,65 kül oranı ile yüzdürülebildiği tespit edilmiştir. L-64 polimerinin ilavesi ile yapılan deneylerde %73,25 yanıcı madde verimi değerleri elde edilirken, P-104 polimerinin flotasyon verimine bir katkısı olmadığı belirlenmiştir. 10R-8 polimeri ile yaklaşık olarak %80 yanıcı madde verimi değerlerine ulaşılmış olmasına rağmen paralelinde konsantrenin kül oranında da artış gerçekleşmiştir.

Anahtar Sözcükler: Linyit Flotasyonu, Blok Ko-Polimerler, İnce Kömürün Zenginleştirilmesi

ABSTRACT

In this study, flotation tests on samples obtained from Tunçbilek Coal Preparation Plant were done firstly, using an oily collector and frother. Afterwards, block co-polymers were used in addition to collector and frother to improve floatability of coal selectively. Three different polymers, pluronic L-64, P-104 and 10R-8, were tested in lignite flotation in this study. At the end of the study, lignite was floated with 67,19% combustible matter recoveries and 17,65% ash content in 4 minutes flotation without polymers. 73,25% combustible matter recoveries were obtained with L-64 polymer addition; while it is determined that flotation recoveries were not improved with P-104 polymer addition. Although about 80% combustible matter recovery values were attained with 10R-8 polymer, ash contents of clean coal products were also increased.

Keywords: Lignite Flotation, Block Co-Polymers, Fine Coal Cleaning

⁰ Öğr.Gör., Celal Bayar Üniversitesi, Soma Meslek Yüksek Okulu, MANISA, haluk.celik@bayer.edu.tr

1.GİRİŞ

Ocaktan üretilen kömürün niteliklerini değiştirip, uygun kaliteli temiz kömür elde etmeyi hedefleyen kömür zenginleştirilmesinde çok çeşitli yöntemler kullanılmakla birlikte, uygulamadaki en yaygın yöntem özgül ağırlık farkına dayalı zenginleştirme yöntemleridir. Ancak ocaktan üretilen kömür içerisindeki ince boyutlu tane miktarı özellikle, uygulanan mekanize kazı yöntemleri ile artış göstermiş ve özgül ağırlık farkına göre verimli bir şekilde zenginleştirilemeyen bu kömürlerin de zenginleştirilmesi ekonomik açıdan zorunlu hale gelmiştir.

0,5 mm altındaki ince kömürlerin zenginleştirilmesinde en büyük potansiyele-sahip flotasyon yöntemi 1920'lerden günümüze uygulanmakta olup, bu yöntem genelde aşağıda verilen dört amaç için uygulanmaktadır:

Yıkama suyu içinde kalan toz kömürü kazanmak,
Lavvarlardan atılan ve siyah su olarak adlandırılan proses suyunu temizlemek,
Kömürün kükürdünü gidermek,
Kömürde bulunan çeşitli maseralleri ayırarak koklaşabilir kısımlar hazırlamak.

Flotasyon ince kömürlerin zenginleştirilmesinde kullanılan önemli bir yöntemdir. -500 mikron veya -150 mikron iriliğindeki ince kömür tanelerinin temizlenmesinde tipik olarak kullanılan bu yöntem, -74 mikron iriliğindeki tanelerin etkili bir şekilde zenginleştirilmesinde genellikle uygulanan tek yöntemdir.

Kömürlerin flotasyon yeteneği kömürleşme derecesine, kül yüzdesine, nem taşıma ve yüzey oksidasyonu özelliklerine bağlı olarak değişmektedir. Düşük uçucu madde içeren bitümlü kömürler ve yarı antrasitlerde maksimum olan flotasyon yeteneği, antrasit ve linyitlerde azalmaktadır (Aplan, 1976). Kömür kalitesine göre değişik miktarlarda oksijen fonksiyonel gruplarına sahip olmaları, kömürlerin hidrofob özelliklerinin farklılık göstermesine neden olmaktadır. Linyitlerin ve alt bitümlü kömürlerin zayıf hidrofob özellikleri ve yüzebilirliklerinin nedeni, yüzey fonksiyonel gruplarının, özellikle karboksilik oksijen (COOH) miktarının fazla oluşudur (Aplan ve Arnold, 1991).

Bu çalışmada, öncelikle toplayıcı ve köpürtücü ile linyitlerin flotasyon verileri belirlenmiş,

sonrasında Chander vd. (1996) ve Polat vd. (1997) tarafından çeşitli kömürleşme derecelerine sahip kömürler üzerinde denenen ve flotasyonda önemli faydaları tespit edilen blok ko-polimerler, toplayıcı ve köpürtücüye ilave olarak kullanılmış ve flotasyon yeteneği düşük olan linyitler üzerinde araştırılmıştır.

2. GENEL BİLGİLER

Kömür yüzeyinin hidrofob özelliğini yükseltmek amacıyla kömür flotasyonunda çoğunlukla gazyağı veya mazot (No:2 fuel oil) toplayıcı olarak kullanılmaktadır. Köpük eldesi için bir köpürtücü reaktif, geleneksel olarak toplayıcılarla birlikte flotasyon selüllerine ilave edilmektedir. Yüksek yüzdürme verimlerine ulaşılabilmesi için kullanılması gereken toplayıcı miktarı, kömür cinsine bağlılık göstermektedir. Pratikte düşük (Iv), orta (mv) ve yüksek uçuculu-A (hvAb) bitümlü kömürler 0,5 kg/t' dan daha az, yüksek uçuculu-B ve C bitümlü kömürleri 0,5-4 kg/t, altbitümlü kömürler ve linyit kömürleri ise 5 kg/t veya daha fazla (bazı türleri 15-50 kg/t) miktarlarda mazot (No:2 fuel oil) ile yüzdürülebilmektedir (Aplan, 1982). Yağlı toplayıcıların kullanımında dikkat edilmesi gereken önemli husus, bunların mümkün olan en az oranda kullanılmasıdır. Çünkü toplayıcı miktarını yükselttikçe, kömürün yüzebilirliği arttırıldığı gibi, kül oluşturan mineral maddelerin de (özellikle pirit) flotasyonuna neden olunmakta ve flotasyon prosesinin selektivitesi düşmektedir (Olson ve Aplan, 1987).

Flotasyon prosesinin selektivitesinin arttırılması amacıyla iki yöntem denenebilir.

- I. Dağıtıcı veya bastırıcılar kullanarak kül oluşturan mineral maddelerin flotasyonunu engellemek,
- II. Kömürün hidrofob özelliğini arttırıp yüzdürülebilme kabiliyetini yükseltmek için çeşitli reaktifler kullanmak.

Chander vd. (1996), çeşitli kömürleşme derecelerine sahip kömürlerin hidrofob özelliklerini, polietilenoksit/polipropilenoksit (peo/ppo) blok ko-polimerler kullanarak yükseltmeye çalışmışlardır (Çizelge 1). Çizelge den görüldüğü üzere, kömürleşme derecesi düşük ve kömürleşme derecesi orta kömürlerin flotasyonunda polimer kullanıldığında elde edilen konsantrenin kül oranı azaltılırken, temiz kömür

veriminde çok önemli artışlar sağlanmıştır. Kömürleşme derecesi yüksek kömürler için ise konsantrenin kül oranı polimer kullanımı ile azaltılmış, ancak temiz kömür verimi yükseltilememiştir.

3. MALZEME VE YÖNTEM

3.1 Malzeme

3.1.1 Kömür Numunesi

Çalışmalarda kullanılan kömür numunesi, Garp Linyitleri İşletmesi (GLİ) Tunçbilek Lawarı tüvenan kömür bandından alınmış olup, yaklaşık 75 kg civarındadır. Bu numune, oksidasyonu engellemek için hiçbir hazırlama işlemine tabi tutulmadan Dokuz Eylül Üniversitesi Maden Mühendisliği, Bölümü Cevher Hazırlama Laboratuvarı'na getirilmiştir. Tüvenan kömürün kimyasal özellikleri Çizelge 2'de sunulmuştur.

3.1.2 Reaktif 1er

Flotasyon deneylerinde gazyağı toplayıcı olarak, isooktanol köpürtücü reaktif olarak ve blok ko-polimerler kömürün hidrofobluk özelliğinin

arttırılması amacıyla kullanılmıştır.

Gerek kolay bulunabilir olması ve gerekse ucuz olmasından dolayı gazyağı flotasyon deneyleri süresince toplayıcı olarak kullanılmıştır. Shell' den alınan gazyağının yoğunluğu 0,77 gr/cm olarak ölçülmüştür.

MERCK marka (104-76-7) isooktanol flotasyon deneylerinde köpürtücü reaktif olarak seçilmiş olup, yoğunluğu 0,85 gr/cm³ tür.

Flotasyon deneylerinde pluronik L-64, P-104 ve 10R-8 olmak üzere üç tip polimer kullanılmıştır. Ticari adı "Pluronic" olan PEO/PPO/PEO tipi blok ko-polimerler, su içinde çözülebilen ve propilen oksit zincirine, polietilen oksit zincirinin bağlanmasıyla oluşur. Pluronic L-64 ve Pluronic P-104 bu gruba giren polimerlerdir. Ticari adı "Pluronic-R" olan PPO/PEO/PPO tipi blok ko-polimerler ise yağ içerisinde çözülebilen ve etilen oksit zincirine polipropilen oksit zincirinin bağlanmasıyla oluşur. Çalışmada kullanılan Pluronic 10R-8 bu gruba girmektedir. Söz konusu polimerlere ait bilgiler Çizelge 3'de verilmiştir.

Çizelge 1. Flotasyonda Blok Ko-Polimerler İlavésinin Çeşitli Kömür Türleri Üzerindeki Etkisi (Chander vd, 1996)

	Kömürl. Dere. Düşük (Alt-Bit.-C)		Kömürl. Dere. Orta (İndiana VII)		Kömürl. Dere. Yüksek (Pittsburgh)	
	Polimer İlavəsi					
	Yok	Var	Yok	Var	Yok	Var
Kül (%)	13,0	7,5	7,5	3,7	6,7	3,0
Temiz Kömür Verimi (%)	17,0	71,0	40,0	94,0	75,0	75,0

Çizelge 2. Tüvenan Kömürün Analiz Sonuçları (Havada Kuru)

Nem (%)	9,27
Kül (%)	43,36
Uçucu Madde (%)	23,83
Sabit Karbon (%)	23,54
Kükürt (%)	1,29 (Toplam) 0,85 (Yanabilir)
Isı Değeri (Kcal/kg)	3250 (Üst Isı) 2933 (Alt Isı)

Çizelge 3. Çalışmalarda Kullanılan Polimerlerin Seçilmiş Bazı Özellikleri

Polimer	Hidrofobik grup sayısı (PPO)	Hidrofilik grup sayısı (PEO)	Molekül ağırlığı (gr/mol)
Pluronic L-64	30	26	2900
Pluronic P-104	56	60	5900
Pluronic 10R-8	44	58	4550

3.2 Yöntem

Tunçbilek Lavvarı'na beslenen -150 mm boyutundaki tüvenan kömür numunesinin tümü, öncelikle iki kademeli kırma işlemi ile -4,76 mm boyutuna indirilmiş, sonrasında geleneksel numune hazırlama yöntemleri ile 250 gr.'lık poşetlerde torbalanmıştır. Öğütme deneyleri, kimyasal analizler ve flotasyon deneyleri bu 250 gr.'lık numuneler kullanılmak suretiyle gerçekleştirilmiştir.

Nuniune öncelikle flotasyon tane iriliği olarak belirlenen -0,5 mm boyutu için gerekli olan öğütme zamanının belirlenmesi amacıyla, öğütme deneylerine tabi tutulmuştur. Öğütme deneyleri 19,6x20,3 cm boyutunda, %50 katı oranında ve 90 dev/dak hızda dönen laboratuvar tipi bilyalı değirmende, yaş olarak gerçekleştirilmiştir.

Flotasyon deneyleri ilk olarak toplayıcı ve köpürtücü ile gerçekleştirilmiş ve en uygun miktarlar saptanmıştır. Daha sonra, saptanan en uygun şartlarda gerçekleştirilen deneyde ve Çizelge 4'de gösterilen köpük toplama zamanlarında alınan kömür malzemesinin ve flotasyon sonunda selülde kalan malzemenin fraksiyonel yanıcı madde ve kül dağılımı tespit edilmiştir. Ürünler ayrı ayrı 600, 300, 150, 75 ve 38 mikron eleklerde elenmiş; her bir fraksiyon için tartım ve kül analizleri gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalar sonucunda yüzen ürünlerin tane iriliği, kül ve yanıcı madde ilişkisi ortaya çıkarılmıştır.

Tüvenan kömür ile gerçekleştirilen flotasyon deneylerinin şartları Çizelge 4'de verilmiştir.

Daha sonra belirlenen en uygun toplayıcı miktarında olmak üzere, blok ko-polimerlerin

ilave edildiği denemelere geçilmiştir. Polimerler flotasyon selülüne toplayıcıdan önce ve toplayıcı ile birlikte olmak üzere iki farklı şekilde ilave edilmiştir. 10 R-8 polimeri aynı zamanda gazyağında çözündürülerek de denenmiştir. Polimerler tüm denemelerde 58, 580 ve 5800 gr/t miktarlarında kullanılmıştır.

Şekil 1'de flotasyon deneylerinin işlem sırası gösterilmiştir. Tüm deneylerde selüle yerleştirilen kömür numunesi, taneciklerin dağılması için öncelikle 3 dakika koşullanmıştır. Polimerin toplayıcı ile birlikte ilavesinde, karıştırıcıda 200 ml suda 3 dakika emülsifiye edilen polimer ve toplayıcı karışımı selüle ilave edilmiştir. Geçen 3 dakika sonunda köpürtücü ilavesi yapılmış, bir 3 dakika daha sonunda köpük alınmıştır (Şekil 1).

10R-8 polimerinin gazyağında çözündürülerek kullanıldığı deneylerde, polimer önceden hesaplanan miktarlarda gazyağında karıştırıcının da yardımıyla çözündürülmüştür. 3 dakika koşullandırılan selüle yağda çözündürülen ve yukarıda verilen polimer miktarlarını tutacak şekilde polimer ilavesi yapılmıştır. Geçirilen 3 dakikalık kondisyonlanma süresi sonunda, hesaplanan miktarda gazyağı selüle ilave edilmiş, 3 dakika sonunda köpürtücü ilavesi yapılmıştır. Bundan sonra geçen 3 dakika sonunda selüle hava verilerek köpük toplanmıştır.

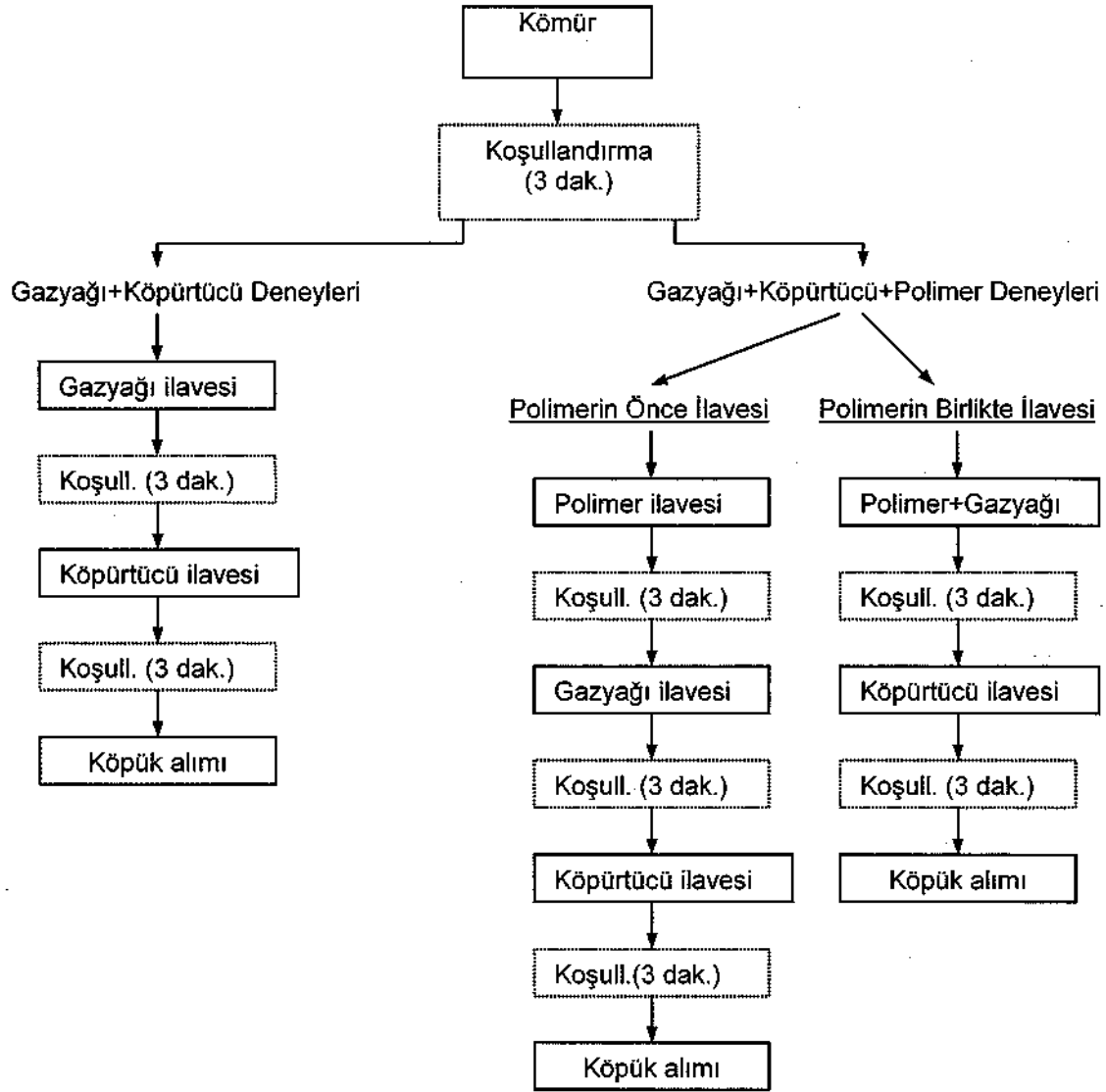
4. BULGULAR

4.1 Toplayıcı+Köpürtücü Deneyleri

Şekil 2'de gazyağı miktarının değişiminin, 4 dakika flotasyon süresi sonunda kümülatif yanıcı madde ve kümülatif küle etkisi birlikte verilmiştir.

Çizelge 4. Tüvenan Kömür Numunesi İçin Flotasyon Deneylerinin Şartları

Makine Tipi	Denver tip flotasyon makinesi
Selül Hacmi (litre)	5
PH	-7,6 (doğal)
Hava Miktarı	Doğal
Karıştırma Hızı (d/d)	1500
Köpük Toplama Zamanı (dak.)	0,5; 1,0; 2,0; 4,0; 8,0
Toplayıcı (kg/ton)	Gazyağı : 0,64; 1,28; 2,56; 4,8; 9,6; 19,2; 38,4
Köpürtücü (kg/ton)	İsooktanol: 3,4
<u>Blok Ko-polimerler (gr/ton)</u>	<u>L-64, P-104, 10R-8: 58, 580, 5800</u>



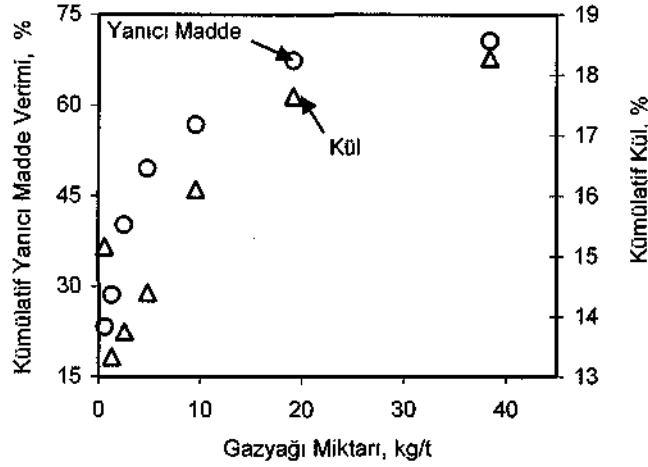
Şekil 1. Tüvenan kömürün flotasyon deneylerinin işlem sırası

Görüldüğü üzere gazyağı miktarındaki artışa paralel olarak yanıcı madde verimi ve konsantrenin kül oranında artış kaydedilmektedir. 9,60 kg/t gazyağı ve daha düşük miktarlarda yanıcı madde verimi, kullanılan toplayıcı miktarının yetersizliğinden dolayı % 60'ın altında kalmaktadır. 9,60 kg/t gazyağı miktarından daha fazla miktarlarda ise % 70'e yakın yanıcı madde verimi elde edilebilirken, paralelinde kümülatif kül değerlerinde de yükselme olmaktadır. Şekilden de görüldüğü üzere, 19,2 kg/t gazyağı miktarından daha fazla miktarlarda yanıcı madde veriminde çok önemli yükselme sağlanamazken, temiz kömür konsantresinin kül oranında artış gerçekleşmektedir. Buradan flotasyon için uygun

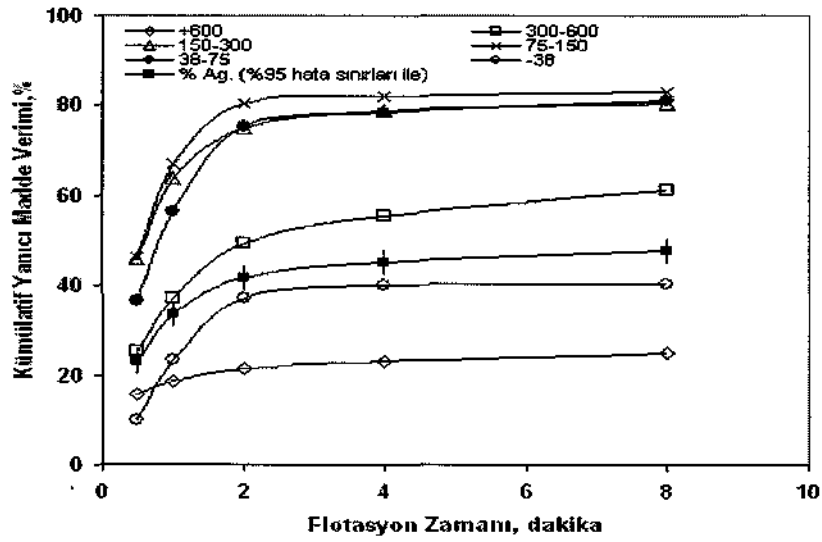
gazyağı miktarı 19,2 kg/t'dur denilebilir.

19,2 kg/t gazyağı derişiminde 0,5; 1,0; 2,0; 4,0 ve 8,0 dakika flotasyon sürelerinde yüzen ve flotasyon sonunda batan malzemenin fraksiyonel kül ve yanıcı madde dağılımını tespit etmek amacıyla, söz konusu şartlarda deney üç kez tekrarlanmıştır.

Şekil 3'de görüldüğü üzere 4 dakikalık flotasyon süresinden sonra, elde edilen ürünlerin yanıcı madde verimlerinde önemli bir artış gözlenmemektedir. +600 μ m tane iriliğinde yanıcı madde verimi %20'ler seviyesinde iken, 75-150 μ m tane iriliği fraksiyonunda yanıcı madde verimi



Şekil 2. Gazyağı miktarının yanıcı madde kazanımı ve kümülatif küle etkisi



Şekil 3. Flotasyon ürünlerinin fraksiyonel kümülatif yanıcı madde verimleri

yaklaşık %80 civarındadır. 38-75 um ve 150-300 jım sınıf aralıklarında kümülatif yanıcı madde verimleri 4 dakika flotasyon süresi sonunda %78 civarındadır. Buradan yanıcı madde verimleri açısından 38-300 jım fraksiyon aralığında maksimum değerler elde edildiği söylenebilmektedir.

+600^m fraksiyonundaki yanıcı madde veriminin düşük olmasının nedeni, tanenin ağırlığından

kaynaklanan yerçekimi kuvvetinin, tane ile hava kabarcığı arasındaki adhezyon kuvvetini yenmesi ve bunun sonucunda hava kabarcıklarının tane taşıyamamasındandır. 38 jım fraksiyonunda düşük yanıcı madde veriminin (%40) nedeni ise, toplayıcı adsorpsiyonu için gereken çarpışma kuvvetinin tane iriliğinin küçüklüğünden dolayı yeterli olmaması ve bu fraksiyonda yüksek olan kül oranıdır (%65,23).

Yapılan flotasyon deneylerinin tekrarlanabildik ölçüsünü tespit etmek amacıyla 19,2 kg/t gazyağı miktarındaki deney üç kez yinelenmiş ve deneylerde elde edilen ürünlerin %ağırlık değerleri Şekil 3'de verilmiştir. Aynı şartlarda yapılacak olan deneylerden elde edilecek %ağırlık verileri %95 olasılıkla bu aralık içerisinde gerçekleşecektir.

4.2 Polimer İlaveli Flotasyon Deneyleri

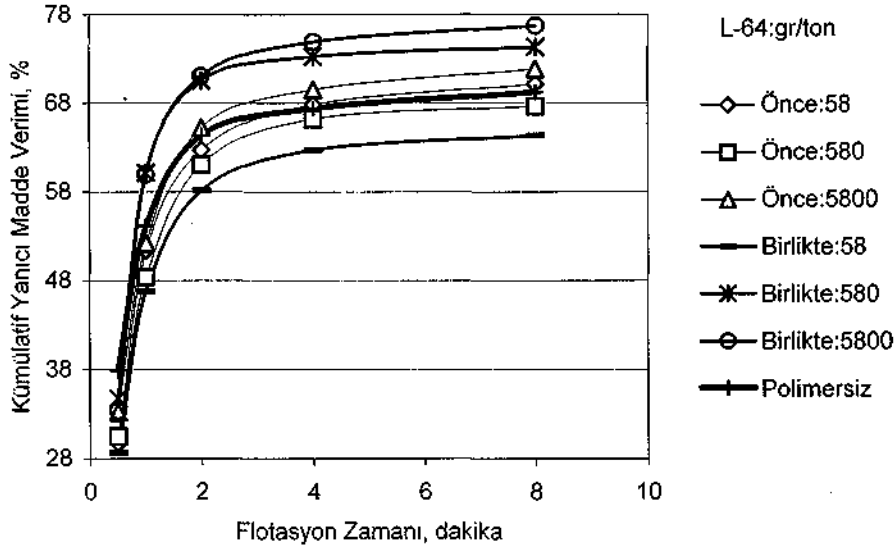
L-64: Şekil 4'den görüldüğü üzere L-64 polimerinin gazyağından önce flotasyon selülüne ilavesi ile yapılan deneylerde, polimersiz deneylere göre kümülatif yanıcı madde verimlerinde önemli artışlar elde edilememiştir. Şöyle ki, polimersiz 19,20 kg/t gazyağı kullanılan deneyde 4 dakika sonunda yanıcı madde verimi yaklaşık %67'dir. Polimerin önce ilave edildiği ve 58, 580 ve 5800 gr/t miktarlarında kullanıldığı üç deneyde 4 dakika sonunda elde edilen yanıcı madde verimleri sırasıyla, yaklaşık olarak %68, %66 ve %69'dur.

Polimerin gazyağı ile birlikte ilave edildiği diğer deneylerde, 580 ve 5800 gr/ton miktarlarında yanıcı madde verimlerinde artma sağlanmıştır. Söz konusu verim değerleri Şekil 4'den görüldüğü gibi, sırasıyla yaklaşık olarak %73 ve %75 şeklinde gerçekleşmiştir. Buradan polimer miktarının 580 * gr/ton' dan 5800 gr/ton' a artırılmasının flotasyon verimini arttırmadığı söylenebilir.

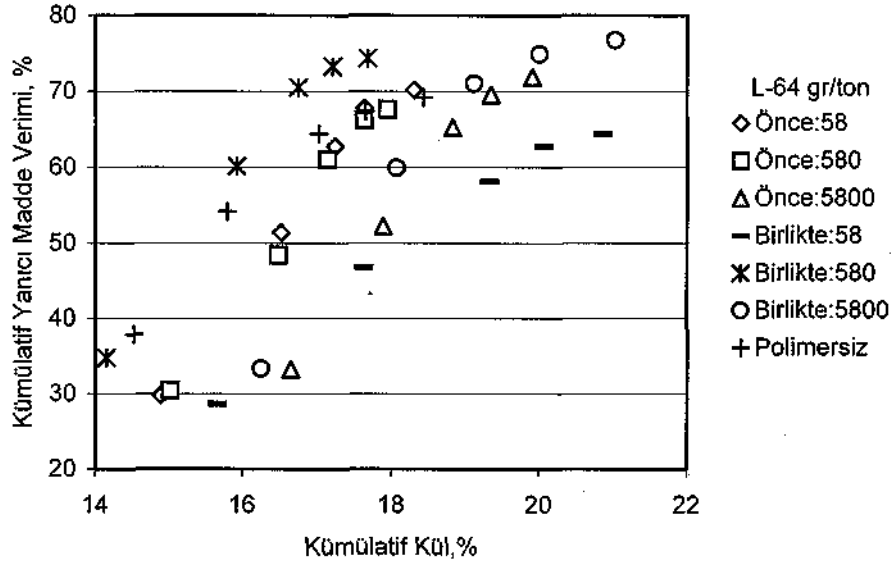
Şekil 5'de gösterildiği üzere, polimersiz flotasyon deneyinde, 4 dakika sonunda konsantrenin kül oranı yaklaşık olarak %17,5 dur. Yanıcı madde verimi açısından en uygun değerler elde edilen polimerin gazyağı ile birlikte ilavesi (580 gr/ton) deneyinde söz konusu kül oranı yaklaşık %17'dir. Polimerin 5800 gr/ton miktarında gazyağından önce ve birlikte kullanıldığı her iki ilave şeklinde de 4 dakika sonundaki kül oranında yükselme sağlanmıştır. Söz konusu kül oranları sırasıyla yaklaşık %19,5 ve %20 civarında gerçekleşmiştir.

Buradan L-64 polimerinin selüle ilavesinin gazyağı ile birlikte olması gerektiği ve miktarının 5800 gr/t değerine yükseltilmesi durumunda, konsantrenin kül oranının artmasına neden olduğundan 580 gr/t da tutulması gerektiği sonucu çıkmaktadır.

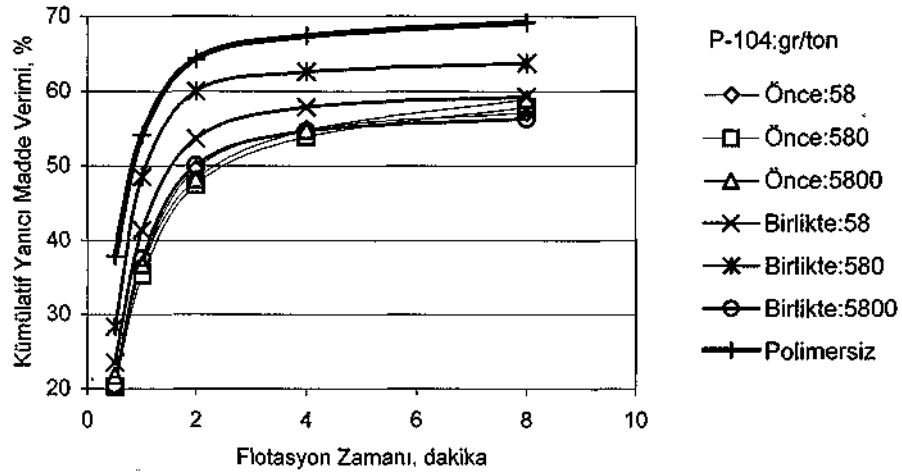
P-104: Şekil 6'dan görüldüğü üzere P-104'ün hem gazyağından önce hem de gazyağı ile birlikte kullanıldığı deneylerin tümünde kümülatif yanıcı madde verimi, polimersiz deneyde elde edilen verim değerinin altında gerçekleşmiştir. Buradan polimerin kömürün yüzdürülmesini olumsuz yönde etkilediği açıkça söylenebilir. Polimerin gazyağı ile birlikte 580 gr/ton miktarlarında denendiği denemelerde yanıcı madde verimleri diğer polimerli deneylere göre yüksek gerçekleşmiştir. Söz konusu verim değeri yaklaşık %63 civarındadır.



Şekil 4. L-64 polimeri ilavesinin yanıcı madde verimine etkisi



Şekil 5. L-64 polimeri ilavesinin kümülatif yanıcı madde ve küle etkisi

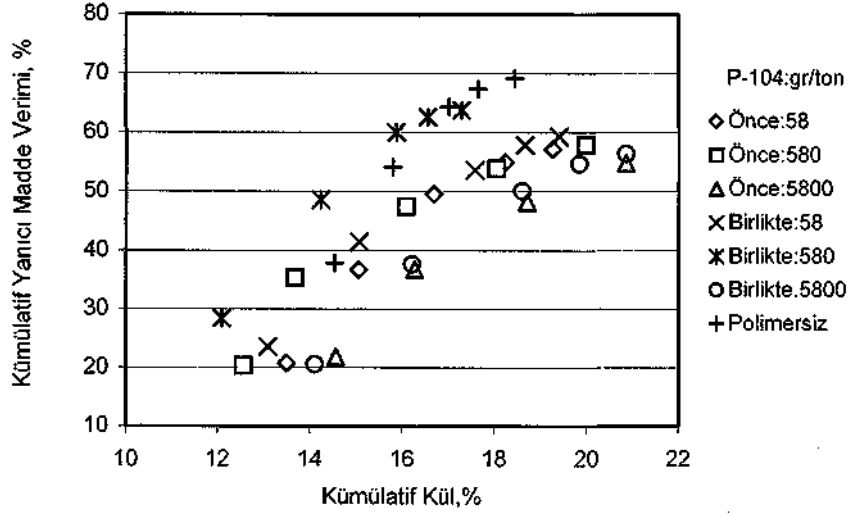


Şekil 6. P-104 polimeri ilavesinin yanıcı madde verimine etkisi

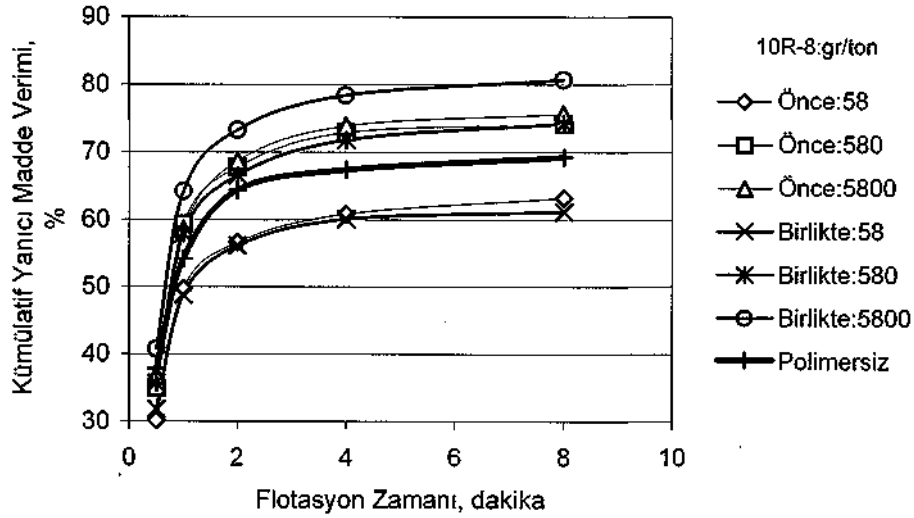
Şekil 7'de ise P-104 polimerinin kullanıldığı deneylerde yüzdürülen kömürün kül oranının, polimersiz deneye göre daha yüksek değerlerde olduğu görülmektedir. Şöyle ki, polimersiz deneyde 4 dakika sonundaki kül oranı %17,5 iken, polimerin birlikte ve 5800 gr/t miktarında

ilavesi durumunda aynı süre sonundaki kül değeri %20 civarındadır.

Buradan P-104'ün flotasyon verimine olumlu bir katkısı olmadığı söylenebilir.



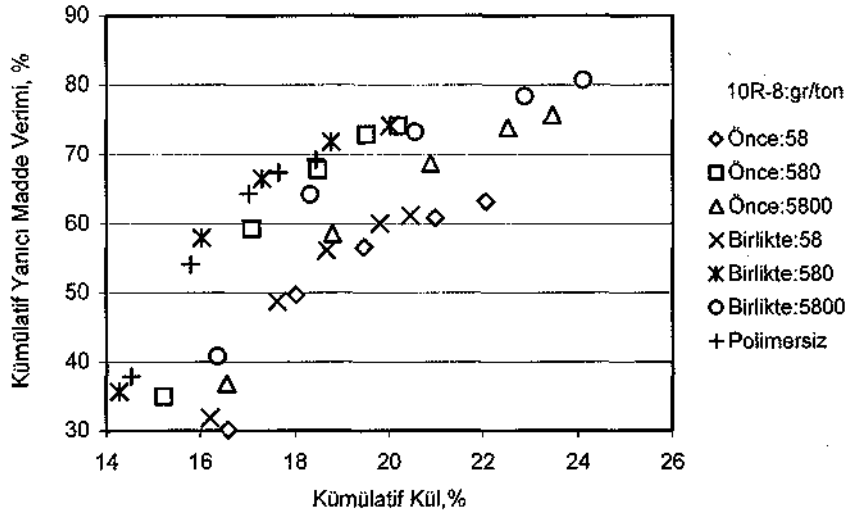
Şekil 7. P-104 polimeri ilavesinin kümülatif yanıcı madde ve küle etkisi



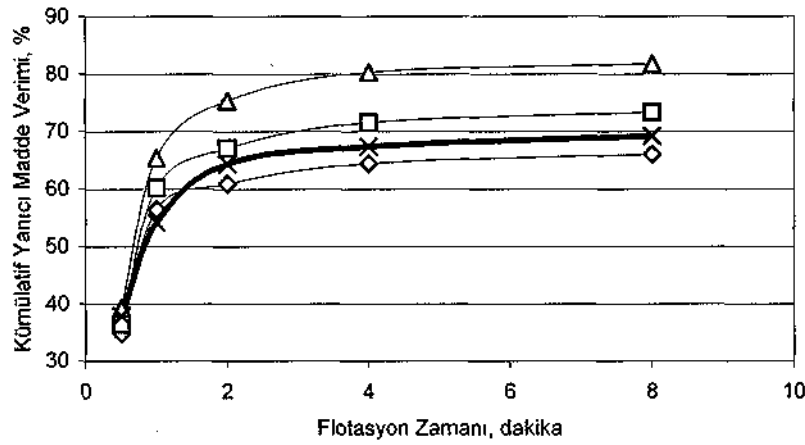
Şekil 8. 10R-8 polimeri ilavesinin yanıcı madde verimine etkisi

10R-8: Şekil 8'de gösterildiği gibi 10R-8 polimerinin 58 gr/ton miktarlarında kullanıldığı ve gazyağından önce ve birlikte ilave edildiği durumlarda yanıcı madde verimleri, polimersiz deneyde elde edilen verimlere göre daha düşük seviyelerde gerçekleşmiştir. 580 gr/t miktarında her iki ilave şeklinde verim değerinde %4-5 ilerleme sağlanmıştır. 5800 gr/ton miktarında kullanıldığı ve gazyağı ile birlikte ilave edildiği deneyde dört dakika sonunda yanıcı madde kazanımı %78 civarındadır.

Şekil 9'dan görüldüğü üzere 10R-8 polimerinin her iki ilave şeklinde 4 dakika sonundaki konsantrenin kül oranı, polimersiz deneye göre %1-2 artmıştır. 5800 gr/ton miktarlarında gazyağından önce ve gazyağıyla birlikte kullanıldığı denemelerde, konsantrenin kül oranlarında önemli oranda yükselme gerçekleşmiştir. Polimersiz deneylerde 4 dakika sonundaki kül oranı %17,5 iken, önce denendiği durumda %22,5, birlikte denendiğinde ise yaklaşık %23 oranında kül değerleri elde edilmiştir.



Şekil 9. 10R-8 polimeri ilavesinin kümülatif yanıcı madde ve küle etkisi

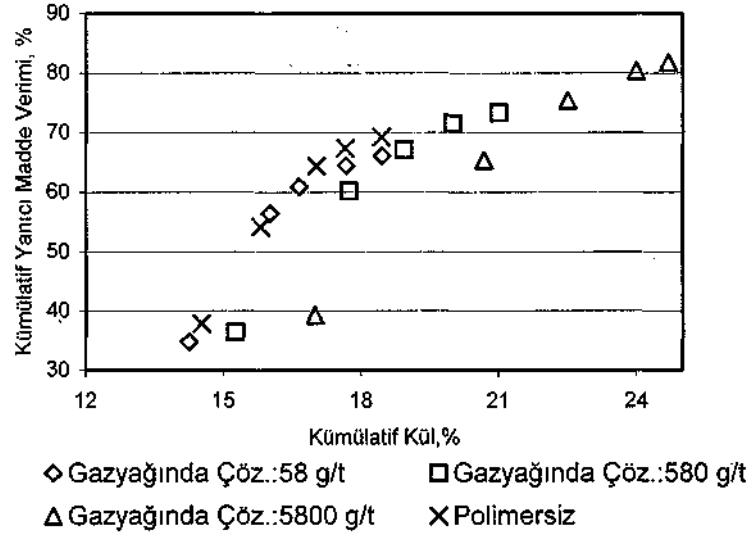


-O— Gazyağmda Çöz.:58 g/t - D - Gazyağmda Çöz.:580 g/t
 —A—Gazyağmda Çöz.:5800 g/t —K— Polimersiz

Şekil 10. Gazyağmda çözünen 10R-8 polimerinin yanıcı madde verimine etkisi

10R-8 polimeri ayrıca gazyağmda çözündürülüp de kullanılmıştır. Şekil 10'da görüldüğü üzere 10R-8 polimerinin 58 gr/ton miktarında gazyağmda çözündürülüp kullanıldığı deneylerde yanıcı madde kazanımı, polimersiz deneyle yaklaşık aynı değerlerdedir. 580 ve 5800 gr/ton miktarlarında kullanıldığı deneylerde sırasıyla yaklaşık %72 ve %80 civarında verim değerlerine ulaşılmaktadır.

Şekil 11'den açıkça görüldüğü üzere polimerin yağda çözündürülüp kullanıldığı denemelerde polimersiz deneye göre yanıcı madde veriminde artma kaydedilirken, konsantreye alınan kül oluşturan maddelerin de oranında yükselme gerçekleşmektedir. 580 ve 5800 gr/ton miktarında polimer gazyağmda çözündürülüp kullanıldığında kül oranları sırasıyla, %20 ve 24 dır.



Şekil 11. Gazyagında çözünen 10R-8'in yanıcı madde kazanımına karşı kül oranları

Buradan 10R-8 polimerinin 5800 gr/t miktarında ve gazyagıyla birlikte ilavesinde yanıcı madde veriminde yaklaşık %11, gazyagında çözümlenerek denendiğinde ise %13 lük ilerleme sağlandığından ve her iki durumda 4 dakika sonundaki konsantrenin kül oranı sırasıyla %23 ve 24 olarak gerçekleştiğinden, bu polimerin gazyagında çözümlenerek kullanılması gerektiği anlaşılmaktadır.

5. SONUÇ

Tunçbilek linyit kömürü 19,2 kg/t gazyagı miktarı ve bir köpürtücü ile 4 dakika flotasyon sonunda kümülatif olarak %67,4 yanıcı madde ve %17,5 kül oranı ile yüzdürülebilmektedir.

Kömür 38-300 um fraksiyon aralığında ortalama %80 yanıcı madde verimi ile yüzdürülmekte olup, +600 ve -38 µm fraksiyonlarında yanıcı madde verimi sırasıyla %20 ve %40 lar mertebesindedir.

Linyitin hidrofob özelliğinin yükseltilmesi amacıyla denenen üç değişik polimerin flotasyonda kullanımı ile elde edilen en iyi sonuçlar, polimersiz gerçekleştirilen flotasyon sonuçları ile karşılaştırılmalı olarak Çizelge 5 ve Şekil 12'de gösterilmiştir.

Çizelge 5'den görüldüğü üzere L-64 polimerinin 580 g/t miktarında ve gazyagı ile birlikte linyit flotasyonunda kullanılması durumunda, yanıcı madde veriminde yaklaşık olarak %7 ilerleme

sağlanırken, konsantrenin kül oranında bir düşüş sağlanamamış ve söz konusu oran (% 17,21) polimersiz deneydeki kül oranına oldukça yakın gerçekleşmiştir.

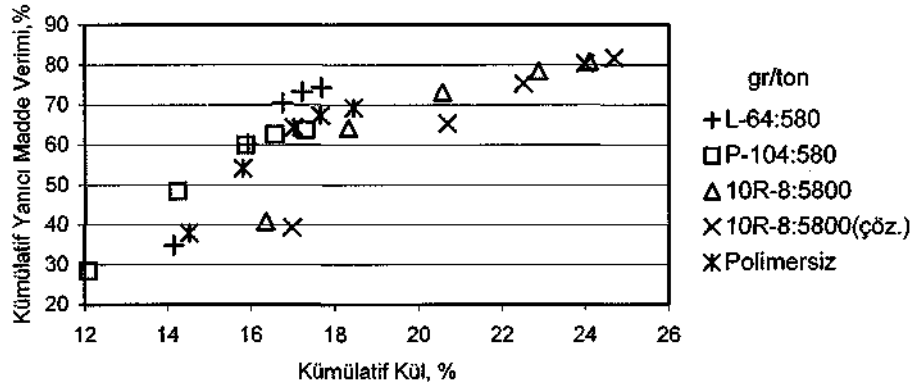
P-104 polimeri 580 g/t miktarında ve gazyagı ile birlikte kullanıldığında, 4 dakika sonundaki yanıcı madde kazanımı %62,61 oranındadır. Aynı süre sonunda polimersiz flotasyonda ulaşılan yanıcı madde verimi %67,39'dur. Görüldüğü üzere P-104 polimerinin linyit flotasyonuna olumlu bir katkısı bulunmamaktadır.

10R-8 polimerinin gazyagında çözümlenerek ve 5800 g/t miktarında kullanıldığında yanıcı madde verimi değerinde, polimersiz flotasyon değerine göre yaklaşık %13 oranında ilerleme sağlanabilmektedir. Ancak konsantrenin kül oranında da polimersiz deneye göre ciddi artışlar gerçekleşmektedir.

Sonuç olarak linyit flotasyonunda blok ko-polimer kullanıldığında yanıcı madde veriminde %7 oranında ilerleme sağlanabilmektedir (L-64 için). Söz konusu ilerleme 10R-8 polimeri ile %13 oranına yükselirken, konsantreye alınan kül oranı da polimersiz deneye göre yaklaşık %6 artmaktadır. İleriki çalışmalarda konsantrenin kül oranının düşürülmesine yönelik olarak araştırmalar yapılması önerilebilir.

Çizelge 5. Polimersiz ve Polimer İlaveli Flotasyon DeneYlerinin Karşılaştırılması

Flot Süresi: 4 dak.	Polimer Tipi/İlave Şekli/Miktarı			
	Polimersiz	L-64/Gazyağıyla Birlikte/580 g/t	P-104/Gazyağıyla Birlikte/580 g/t	10R-8/Gazyağında Çözündürülerek/5800g/t
Yan.Mad.Verimi, %	67,39	73,25	62,61	80,30
Kül Oranı, %	17,65	17,21	16,56	24,00



Şekil 12. Polimersiz ve polimer ilaveli flotasyon deneylerinin karşılaştırılması

KAYNAKLAR

Aplan, F.F., 1976; "Coal Flotation", Flotation, M. C. Fuerstenau (Editor). Published by American Ins. Of Min., Metallurgical and Petroleum Eng. Inc. New York.

Aplan, F.F., 1982; "Estimating the Flotability of Western Coal", Gold, Silver, Uranium and Coal:Geology, Mining, Extraction and Environment, M.C. Fuerstenau and B.R. Palmer (eds.), AIME, NY, 380-398.

Aplan, F.F. ve Arnold, B.J., 1991;"Wet Fine Particle Concentration. Section 2: Flotation", Leonard, J.W. and Hardinge, B. C. (eds.). Coal Preparation. Fifth Edition. Society for Mining, Metallurgy and Exploration, Inc. Littleton, Colorado.

Chander, S., Polat, H., Polat, M., 1996; "Mechanism of Coal Flotation by Insoluble Collectors in the Presence of PEO/PPO Triblock Co-Polymers", Proceedings of the 6th. International Mineral Processing Symposium. (Eds). Kemal M., Arslan V., Akar A. ve Canbazoğlu M. Kuşadası/Turkey, 24-26

Olson, T.J. ve Aplan, F.F., 1987; "The Effect of Frothing and Collecting Agents on the Flotation of Coal, Pyrite and Locked Particles in a Coal Flotation System", Processing and Utilization of High Sulfur Coals, II. Y.P. Chugh and R.D. Caudle (eds.), Elsevier, Amsterdam, 71-82.

Polat, H., Polat, M. ve Chander S., 1997; "Adsorption Behavior of PEO/PPO Block Copolymers on Coals of Different Rank", Proceedings of the XX. International Mineral Processing Congress-Flotation and Other Physico-chemical Processes. (Eds). H. Hoberg and H. Von Blottnitz. Aachen-Germany.