

Farklı Türdeki Türk Kömürlerinin Kömür-Su Teknolojisinde Viskozite Özellikleri

F. Boylu, G. Ateşok & M. Özer

Istanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi, Maden Mühendisliği Bölümü. 34469. Maslak-İstanbul

ÖZET: Yapılan çalışma çerçevesinde; Zonguldak bitümlü kömürü. Soma yan bitümlü kömürü ve İstanbul-Yeniköy linyit kömürleri ile hazırlanan kömür-su karışımlarının (KSK) viskozite özellikleri incelenmiştir. Polimerik yapıda Sodyum Polistiren Sülfonat'ın (PSS) dispersan olarak kullanıldığı çalışmalarda; dispersan konsantrasyonu, ortam pH'sı, pülp'te katı oranı ve kömür tane boyutunun viskozite üzerinde etkileri incelenmiştir.

ABSTRACT: In this study, the viscosity properties of Coal-Water slurries (CWS) prepared from Zonguldak bitumions, Soma sub-bitumious and İstanbul lignite coals were determined. Sodium Polystyrene Sulphonate (PSS) was used as a dispersant agent in the experiments that the effect of dispersant concentration, pH, pulp density and coal particle size were investigated.

1 GİRİŞ

Bugün için dünya enerji gereksiniminin 2003 yılı itibariyle yaklaşık % 90'ı fosil kaynaklardan karşılanmaktadır. Enerji konusunda etkin olan çeşitli uluslararası kuruluşların çalışmalarına göre de en azından önümüzdeki 20 yıllık süreçte, yeni teknolojiler alanında çok köklü değişikliklerin olmaması halinde, fosil kaynaklar, enerji kullanımındaki toplam payları olan % 90'ı koruyacaklardır.

% 90 tüketim değeri içinde, yaklaşık % 42 paya sahip olan kömür; dünya üzerindeki homojen rezerv dağılımı, petrol ve doğal gaz gibi diğer iki fosil kaynağa göre daha fazla kullanım ömrü (yaklaşık 220 yıl) ve geçmişte 20 yıllık sabit fiyatı ile özellikle arz güvenliği açısından, stratejik bir avantajı ile ön plana çıkmaktadır. Petrolün 40 ve doğal gazın ise 60 yıllık bir kullanım ömürleri mevcuttur.

Arlan dünya nüfusu ile birlikte, enerji ihtiyacı da artış göstermekte ve özellikle rezervi az olan enerji hammaddeleri yönünden sıkıntılar yaşanmaktadır. Dünyada ve özellikle Ortadoğu'da yaşanması muhtemel olan petrol krizine hazırlıklı olmak için, petrole alternatif bir yakılın bulunması gelecek için önem arz etmektedir. 1973 yılında yaşanan petrol krizi sebebiyle petrole alternatif olarak kömür-su karışımları (KSK) teknolojisi gündeme gelmiştir. Ancak konuyla ilgili çalışmalar çok daha öncelere dayanmaktadır.

KSK, petrole alternatif bir yakıl olarak gösterilmektedir. Petrol fiyatları 20 S/varil'in altında

olduğu zamanlarda KSK ancak kömür ile rekabete edebilmektedir (Boylu, 2003),

KSK'ların yakıt olarak değerlendirilmekten istenmesinin iki temel nedeni vardır;

- Karışımların, mevcut fuel oil yakma sistemlerinde yapılacak ufak değişikliklerle ağır fuel oil'e benzer şekilde yakılabilmesi ve depolanabilmesi.
- KSK'ların boru ile taşınabilir olması.

Tipik bir KSK, %60-75 kömür, %24-30 su ve %1 katkı maddelerinden oluşan bir karışımdır. Uygun bir karışım hazırlanması, çeşitli değişkenlerin birlikte gözönüne alınmasını gerektiren karmaşık bir işlemdir. Uygun bir karışım tanımından, maksimum bir kömür yüklenmesi yapılmış, en fazla ağır fuel-oilinkine eş değer bir viskoziteye sahip, belirli depolama ve işletme koşullarında sorun yaratmayan (kömür taneciklerinin çökmesi, viskozitedeki ani değişimler gibi) bir karışım anlaşılmaktadır (NEDO, 1997). Bir KSK için, endüstride beklenen, ancak kesin olmayan hedefler: Brookfield viskozitesinin, 100 rpm'de 1000 cp olması ve çalkalanma olmaksızın, bir hafta sonunda, alt kısımda oluşan sert birikimin; KSK hacminin %5'inden daha az olmasıdır (Ateşok vd., 2002a, 2002b; Boylu ve Ateşok, 1999; Boylu vd., 2001-2004; Dinçer vd., 2002a, 2002b; Hashimoto, 1999; Laskowski, 1999-2001).

2 MALZEME VE YÖNTEM

2.1 Deneysel Malzemeler

Farklı Türk kömürlerinin kömür su karışımları KSK teknolojisine uygunluğunun incelendiği bu araştırma kapsamında, bitümlü, yarı bitümlü ve linyit kömürlerini temsil eden, sırasıyla; ZB (Zonguldak-Armutçuk), SYB (Soma) ve İstanbul-Ycniköy (İSL) kömürleri kullanılmıştır. Bu kömürler üzerinde yapılan standart ve elementel kömür analiz sonuçları Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. ZB, SYB ve İSL kömürleri analiz sonuçları (Kuru Baza Göre)

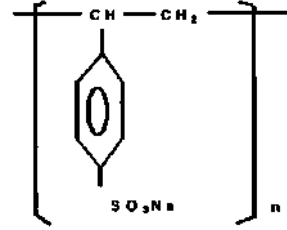
ÖZELLİKLER		ZB	SYB	İSL
Standart	Neni, %	1,20	18,42	35,50
	Kiil, %	12,61	15,31	40,36
	Uçucu Madde, %	30,33	42,37	43,60
	Sabit Karboa %	57,06	42,32	16,04
	Toplam Sülfür, %	0,61	0,69	1,20
	Usl Kalorilik Detfer, Kcal/kg	70B6	4608	3677
Elementel	C, %	74,86	60,78	58,10
	N, %	1,08	1,09	0,87
	O, %	6,21	17,83	16,91
	H, %	4,63	4,30	4,8
	Porozste, %	9,7	H.B	18,3

Kömür-su karışımlarının hazırlanması deneysel çalışmaları kapsamında, farklı boyutlardaki kömürlerle hazırlanmış karışımlar kullanılmıştır. Viskozite Ölçümlerinde kullanılan kömürlerin boyutları d_{wi} , d_{50} ve d_m açısından Çizelge 2'de verilmiştir. KSK'ların hazırlanmasında gerçekleştirilen tüm deneyler doğal pH olan 8,8'de yapılmıştır.

Uygun KSK karışımlarının hazırlanmasına yönelik yapılan ön çalışmalarda (Dinçer ve ark. 2002), viskozite düşürücü olarak; yüzey aktif madde, kopolimer ve polimerik yapıda 3 farklı dispersan kullanılmış ve bu dispersanların içinde, viskozite ve stabilite açısından polimerik yapıda olan dispersanların daha uygun olduğu saptanmıştır. Ayrıca bu çalışmalarda literatürde yer alan inceltici uygulaması da denenmiş ve kullanılan incelticinin viskozite üzerinde olumlu etkisi olmadığı gibi stabilizasyonu da olumsuz etkilediği saptandığından, deneysel çalışmaların karışım hazırlama aşamasında, polimerik yapıda olan PSS (Sodyum Polistiren Sülfonai, dispersan) kullanılmıştır. Deneysel çalışmalarda kullanılan dispersan maddenin kimyasal yapısı Şekil 1'de ve kimyasal ve fiziksel özellikleri İse Çizelge 3'de verilmektedir.

Çizelge 3. Stabilite ölçümlerinde kullanılan karışımlar içerisindeki kömürlerin tane boyut dağılımları

KÖMÜR TİPİ	BOYUT, mikron		
	d_{wi}	d_{50}	d_m
ZB	102.0	39.0	10.5
	63.0	24.0	6.5
	56.0	22.5	6.6
	52.0	22.0	6.3
	38.0	19.0	6.2
	35.0	18.0	6.5
SY8	134.0	57.0	13.5
	116.0	49.0	10.1
	96.0	34.0	7.0
	82.0	34.0	6.1
	62.5	26.0	6.3
İSL	206.0	80.0	19.7
	165.0	60.0	13.3
	147.0	50.0	9.53
	111.0	45.0	10.0
	63.0	27.0	6.2



Şekil 1. PSS'nin kimyasal yapısı

Çizelge 4. PSS'nin fiziksel ve kimyasal özellikleri

Görünüm	Açık sarı renkli sıvı
Aktif Madde İçeriği, %	37,0
pH (konsantrasyon)	8,00
Özgül Ağırlık (d_{4}^{20})	1,22
Viskozite (mPa.sec 30°C'de)	150
Molekül Ağırlığı	14000
Sülfonasyon Derecesi, %	84

Kömür-su karışımlarının hazırlanmasında, viskozite ölçümleri. Ölçüm programlarının yapıldığı ve sonuçların kaydedilebildiği bilgisayar ile birlikte çalışan, ratasyonel Bohlin Viskometre cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Bohlin viskometre cihazı ile viskozite Ölçümleri yapılabildiği gibi aynı zamanda karışım reolojileri de ölçülebilmektedir. Bohlin Visco 88 BV kullanılarak, 20-1000 rpm arasında 50 değişik spindil dönüş hızında ölçüm yapılabilmektedir.

2.2 Uygulanan Yöntemler

Zeta potansiyel ölçümleri, farklı pH değerlerinde, dispersan (% 0.3 PSS) ve su ortamında, mikroışlem donanımlı (mikroelektroforesis tekniği ile çalışan) Zeta Meter 300 cihazı kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Zeta potansiyel ölçümlerinde, lamamı 38 mikron altına inanılmış olan 0.1 gram komur numuneleri kullanılmış ve numunelOO mi saf su içerisine konularak, 10 dakika manyetik karıştırıcı ile karıştırılmıştır. Ölçümler oda sıcaklığında, farklı ortam pH'larında yapılmış ve pH ayarlayıcı olarak HCl ve NaOH kullanılmıştır. Zeta potansiyel ölçümlerinde 15 adet okuma alınmış ve bunların ortalamaları baz alınarak değerlendirilmiştir.

Komur-su karışımlarının hazırlanması aşamasında, uç farklı komur numuneleri üzerinde viskozite ve stabilite çalışmaları yapılmıştır. Viskozite çalışmalarında, belirli boyuttaki komur numuneleri ile farklı pulpte katı oranlarında (PKO karışım içerisindeki komur oranı %) karışımlar hazırlanmış ve

- Komur emsi
- Komur boyutu
- PKO
- Dispersan Konsantrasyonu
- pH

faktörlerinin karışımların viskoziteleri üzerindeki etkilene incelenmiştir. Karışımlar pervaneli karıştırıcı kullanılarak hazırlanmıştır. Karışımların hazırlanması özellikle hidrofob kömürler kullanıldığında, bu tür kömürlerin ıslanmaz özelliğe olmasından dolayı zor olmaktadır. Bu zorluğu yenmek amacıyla, istenilen oranda su ve kimyasal madde ilavesinden sonra komur numuneleri karışım içerisine, yüksek karıştırma hızında yavaş yavaş beslenmiştir.

Karışım viskoziteleri, Bohltz visko 88 viskometre cihazı kullanılarak farklı kayma hızlarında ölçülmüş ve elde edilen kayma-hızı viskozite grafiğinden 100 s⁻¹ kayma hızına karşılık gelen viskozite değerleri saptanarak görünür viskozite olarak ifade edilmiş ve yorumlanmıştır. Viskozite ölçüm çalışmaları sabit ortam pH'sı (8.8) ve sıcaklığında (25 °C) gerçekleştirilmiştir.

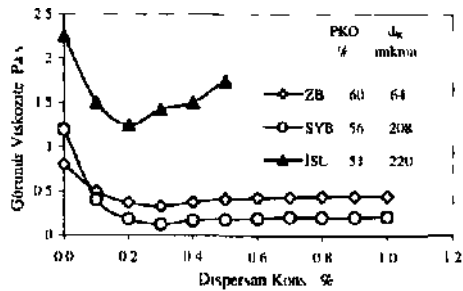
3 DENEYSEL ÇALIŞMALAR

3.1 Etkin Dispersan Konsantrasyonunun Saptanması

Viskozite ölçüm çalışmalarında öncelikle ZB, SYB ve İSL kömürleriyle hazırlanmış karışımlar üzerinde, etkin dispersan konsantrasyonunu saptanmaya çalışılmıştır. Deneysel çalışmaların sonuçları Şekil 2'de verilmiştir.

Deneysel çalışmalarda, ZB komur-su karışımı % 60 PKO ve 64 mikron d₅₀, komur boyutunda, SYB komur su karışımı % 56 PKO ve 208 mikron d₅₀ komur boyutunda ve İSL komur su karışımı % 51 PKO ve 220 mikron d₅₀, komur boyutunda olmak üzere kullanılmıştır.

Şekil 2'den izleneceği üzere dispersan ilavesi ile karışımların viskoziteleri belirli seviyelere düşürülebilmekte, ancak çok yüksek dispersan konsantrasyonlarında karışım viskoziteleri olumsuz etkilenmektedir. Bilindiği gibi, düşük viskoziteli karışımlara ancak, sistemin disperse edilmesiyle ulaşılabilir. Dispersiyon ise komur yüzeylerindeki negatif yüzey yüklerinin artırılması ile sağlanmaktadır. Karışımlara ilave edilen dispersanlar komur yüzeylerine adsorbe olarak komur yüzey yüklerini negatif yönde arttırmakta ve bu şekilde komur tanecikleri arasında itme kuvvetleri etkin duruma gelerek sistem disperse edilmektedir. Uygun viskozite ve dispersiyonun sağlanması için, karışım içerisindeki komur taneciklerinin en az -60 mV yüzey yüküne sahip olmaları gerektiği bundan önce yapılan çalışmalarda belirtilmiştir (Hamieh ve dig., 1993). Ancak, belirli bir dispersan ilavesinden sonra, gerek elektriksel çift tabakanın bastırılması gerekse aşırı dispersan ilavesi ile, disperse olmuş sistemde flokleşmanın başlaması sebebiyle karışım viskozitesi olumsuz etkilenmektedir.



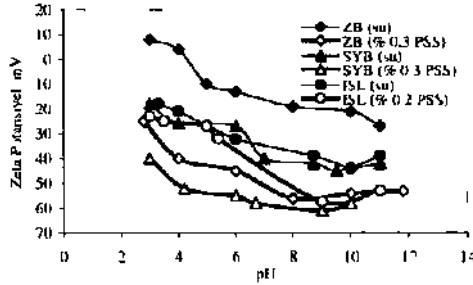
Şekil 2 ZB, SYB ve İSL komur-su karışımları için viskozite açısından etkin dispersan konsantrasyonları

Yapılan deneysel çalışmalar sonucunda, % 0.3'e kadar olan PSS konsantrasyonu ile karışım viskozitelerinin önemli ölçüde düşürülebildiği, bu değerden daha yüksek konsantrasyonlarda, aşırı polimer (PSS) konsantrasyonunun tlokulasyona sebep olduğu ve karışım viskozitelerinin arttığı tespit edilmiştir.

Yapılan viskozite ölçüm çalışmaları sonucunda, karışım viskoziteleri açısından, etkin dispersan

konsantrasyonları (komur ağırlığı bazında) uç larklı kömürleşme derecesine sahip kömürler için farklılık göstermiş ve ZB için % 0 3, SYB için % 0 3 ve ISL için % 02 olarak saptanmıştır ZB, SYB ve ISL kömürleri ile hazırlanmış karışımların PKO'ları sırasıyla % 60 %56 %51 olduğundan, elkin PSS konsantrasyon lan karışım ağırlığı bayında, sırasıyla %0 18, % 0 17, % 0 15 olarak tespit edilmiştir Kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlerle karışımların hazırlanması işleminde daha fazla oranda dispersan madde ilavesi gerektiği saptanmıştır

Kömürleşme derecesi düşük olan ISL komuru, kimyasal yapısı ve yüzey özelliklen yönünden diğer ıkı kömürden farklı yapıdadır Genel olarak kömürleşme derecesi düşük olan kömürler geniş pH aralıklarında negatif yüzey yukune sahiptirler ve bu kömürlerle hazırlanmış karışımların disperse edilmesi kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlere göre daha kolay olmakta ve karışımların dispersiyonu için gerekli kimyasal madde miktarı da nispeten az olmaktadır Bu sebeple kömürleşme derecesi diğer kömürlere göre daha düşük olan ISL komur su karışımı, etkin viskozite değen açısından daha az oranda dispersan madde ilavesi gerektirmiştir Deneysel çalışmalarda kullanılan kömürlere ait su ve PSS ortamında (% 0 3) ölçülen zeta potansiyeli değeri Şekil 3'te gösterilmiştir

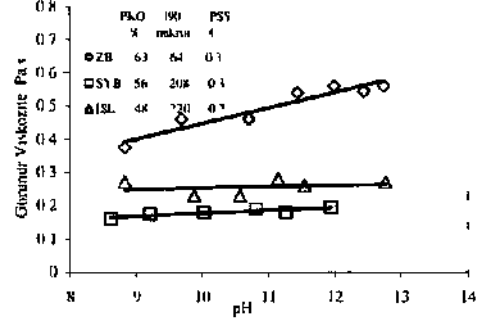


Şekil 3 Deneysel çalışmalarda kullanılan kömürlerin su ve PSS ortamında ölçülen zeta potansiyel değeri

Şekil 3'ten izleneceği üzere, yapılan zeta potansiyel ölçüm çalışmalında, linyit tipinde olan ISL ve SYB kömürlerinin geniş pH aralığında negatif yüzey yuklenne, bitumlu tipte olan ZB kömürünün ise ancak pH 5-5,5'ten sonra yüksek pH değerlerinde negatif yüzey yukune sahip oldukları saptanmıştır Dispersanlı (PSS ile) ortamda yapılan zeta potansiyeli ölçüm çalışmaları sonucunda ise, ZB ve SYB için % 0 3 PSS, ISL için ise % 0 2 PSS kullanılarak, komur yüzey yüklerinin -60 mV civarına yükseltilebileceği tespit edilmiştir

3.2 Etkin pH Değerinin Saptanması

OH ve H⁺ iyonları potansiyeli tayin eden iyonlar oldukları için, pH değişimi, kimyasal madde adsorbsiyonunu ve dolayısıyla, karışımların dispersiyonunu ve viskozitelerini direkt olarak etkilemektedir Bu nedenle, her uç farklı komur ile hazırlanan komur su karışımlarının pH değerlerinin, karışım viskoziteleri üzerindeki etkileri araştırılmış ve elde edilen sonuçlar Şekil 4'le verilmiştir



Şekil 4 Karışım pH sınımlarının viskozitesi üzerindeki etkisi

Şekil 4'ten izlenebileceği üzere, karışım pH'sının artmasına bağlı olarak her uç komur ile hazırlanan karışımların viskozitelerinin arttığı saptanmıştır Ancak, İSL ve SYB komur su karışımlarının viskozitelerinin pH değişiminden çok fazla etkilenmediği, ZB komur-su karışımının viskozitelerinin ise pH artışına bağlı olarak büyük oranda arttığı tespit edilmiştir Bilindiği üzere, İSL ve SYB düşük kömürleşme derecesine sahip kömürlerdir ve geniş pH aralığında negatif yüzey yüklerine sahip olup pH artışına bağlı olarak potansiyel değeri artmaktadır (Şekil 3) PSS, anyonik özellik gösteren polimerdir Yüksek ortam pH'larında, PSS'in anyonik iyonu olan SO₃Na'nın, potansiyel değen yüksek olan komur yüzeylerine adsorbsiyonu zorlaşmaktadır Artan pH değerine bağlı olarak komur yüzeylerinin potansiyel değerinin artması bu pH'larda PSS iyonu ile komur yüzeyleri arasındaki elektriksel itme kuvvetlerinin büyümesine sebep olmakta ve PSS iyonunun komur yüzeylerine bağlanmasını ve karışımların dispersiyonunu olumsuz etkilemektedir Bu nedenle ZB, SYB ve İSL kömürleri ile hazırlanan karışımların yüksek pH değerlerinde ve PSS'li ortamda viskoziteleri dispersiyonun sağlanamaması nedeniyle artış göstermiştir ZB komur su karışımında ve kısmen diğer ıkı karışımında, pH artışına bağlı olarak görünür viskozitede gözlemlenen artış, pH ayarlayıcı olarak sisteme ilave edilen NaOH çözeltisinden gelen Na iyonunun aşırı artışıyla da ortaya çıkmaktadır Karışımların hazırlanmasında kullanılan dispersan

maddenin Na kökenli olması da bu maddenin yüksek pH'larda çözünürlüğünü olumsuz yönde etkileyebilecektir. ZB bitümlü kömür olduğundan doğal pH değerlerinde diğer iki kömüre nazaran daha düşük zeta potansiyeli değerine sahiptir. Bu tür kömürlerle hazırlanan karışımların dispersiyonunda diğer karışımlara nazaran daha fazla oranda dispersan madde kullanılması gerekmektedir. Yüksek pH değerlerinde dispersan madde çözünürlüğünün nispeten azalması dolayısıyla, ZB kömürü ile hazırlanmış karışımların ideal dispersiyonu sağlanamamakta ve viskozite artış göstermektedir.

Ayrıca, polimerler üzerinde geçmişte yapılan çalışmalarda, polimerlerin ac' orbsiyon açısından, pH 10'dan sonra özelliklerini yitirdiklerini ve yumak hatme gelerek işlevlerini kayb ettikleri ifade edilmektedir. Nitekim, geçmişte, Kaji ve dig., (1985) tarafından yapılan çalışmada, pH ayarlayıcı olarak NaOH kullanıldığında karışım viskoziteleri açısından en uygun karışım pH'sının 8-10 olduğu belirtilmiş ve pH 10'dan sonra karışımların gerek viskozitesi, gerekse stabilitesinin olumsuz etkilendiği ifade edilmiştir.

3.3 Pülpte Katı Oranı ve Kömür Tane Boyutunun Karışımların Viskozite Üzerindeki Etkisi

Karışım içerisindeki kömür konsantrasyonunun yada başka bir deyişle PKO'nun viskozite üzerindeki etkilen bundan önce yapılan çalışmalarda ortaya konmuştur. Artan kömür konsantrasyonuna bağlı olarak karışım viskozitesi de artış göstermektedir. Ancak uygun viskozite değeri için gerekli olan ve çalışılması gereken PKO değeri kömürden kömüre farklılık göstermektedir. Ayrıca çalışılması gereken PKO kömür boyutuna da bağlı olmaktadır.

Deneysel çalışmaların bu aşamasında PKO ve kömür boyutunun, karışımların viskozitesi üzerindeki etkilen incelenmiş ve ZB, SYB ve ISL kömür-su karışımları içim viskozite-PKO-kömür boyutu ilişkisi ortaya konulmuştur. Ayrıca bu çalışmaların sonucunda ZB, SYB ve ISL için istenilen viskozite değerlerine göre kömür-boyutu ve PKO grafiği çizilerek karışım hazırlama abağı oluşturulmuştur. Bu kısımdaki viskozite ölçümleri oda sıcaklığında ve doğal ortam pH'sı olan 8.8'te gerçekleştirilmiştir.

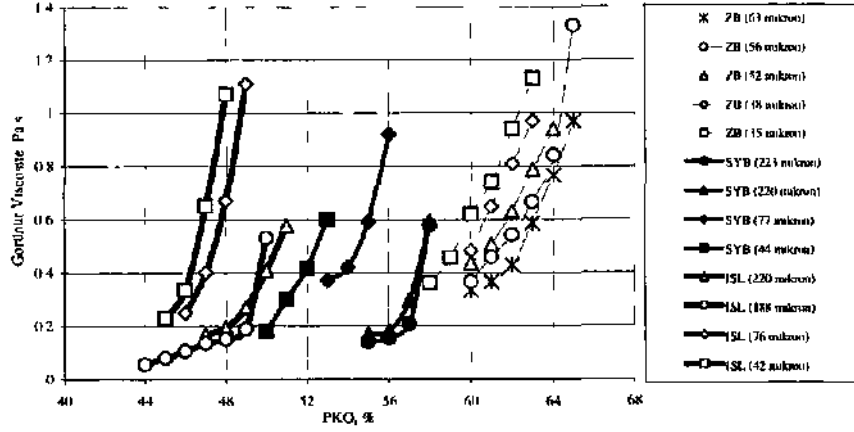
Şekil 5'te ZB, SYB ve ISL ile farklı d_v boyutlarında hazırlanmış karışımlarla gerçekleştirilen viskozite ölçüm deneylerinden elde edilen, PKO-Görünür viskozite ilişkisi verilmiştir. Şekil 7'de ise kömür-su karışımları teknolojisinde uygun çalışma boyutu olarak belirlenmiş 74 mikron (dyo) boyutu için viskozite-PKO ve kömür ctnsi ilişkisi verilmiştir.

Şekil 5 ve Şekil 6'dan izleneceği üzere, kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlerle, kömürleşme derecesi düşük olan kömürlere oranla, aynı viskozite değeri için daha yüksek PKO değerlerinde çalışılabilmektedir. Ancak, kömürleşme derecesinin yanı sıra kömür tane boyutu da karışım PKO ile birlikte karışım viskozitesini kontrol eden diğer bir etken olarak görünmektedir. Karışım içindeki kömür boyutunun küçülmesi ile kömür yüzey alanlarının ve yüzey gerilimlerinin büyümesi ve kömür taneceklerinin arasındaki çekim kuvvetlerinin etkin konuma gelmesi ile disperse olmuş sistem kısmi floklaşma eğilimi göstermekte ve bu da karışım viskozitesini arttırmaktadır. Aynı çalışma boyutları ve karışım viskozitesi içim çalışılması gereken PKO değeri kömürleşme derecesine bağlı olarak değişmektedir. 74 mikron çalışma boyutu ve 1000 mPa s görünür viskozite değerleri için çalışılması gereken PKO değerleri; ZB için % 65.8, SYB için 56.4 ve ISL için %49 olarak tespit edilmiştir.

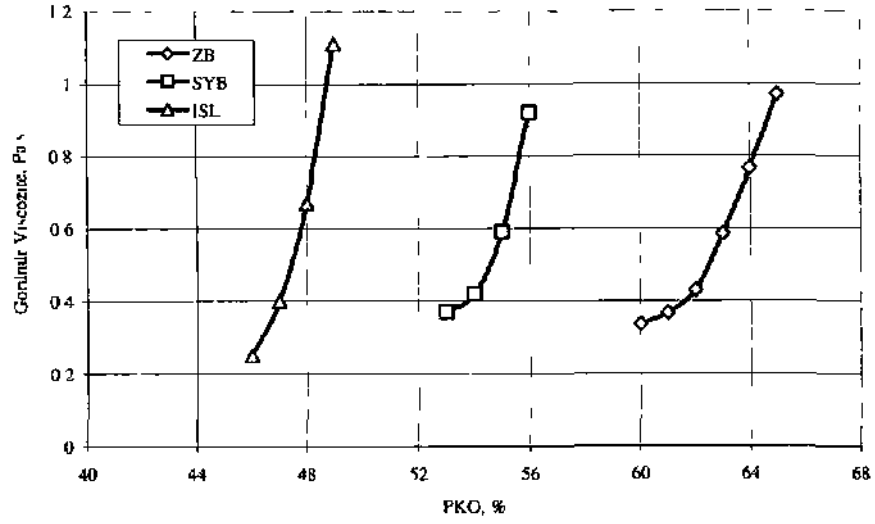
Farklı PKO ve tane boyutu kombinasyonlarında yapılan viskozite ölçüm çalışmaları, sadece karışımların viskozitesi açısından değerlendirildiğinde, tane boyutu küçüldükçe viskozitenin arttığını ve artan viskozitenin de karışımların daha düşük PKO'larda hazırlanması gerekliliğini ortaya çıkarmıştır. Tane boyutu küçüldükçe istenilen viskoziteyi sağlayabilmek için PKO sınırlaması gerekmektedir. Örneğin 500 mPa.s'lık viskoziteye sahip karışımların hazırlanmasında, ZB kömür-su karışımı için 64 mikrondan 35 mikron tane boyutuna inildiğinde % 3.4, SYB kömür-su karışımı için 224 mikrondan 44 mikron tane boyutuna inildiğinde % 4.7 ve ISL kömür-su karışımları içim 210 mikrondan 42 mikron tane boyutuna inildiğinde % 4.0'luk bir PKO azaltılması gerekmektedir. Bu da yaklaşık olarak, hazırlanan karışımların birim ısı değeri açısından sırasıyla, 240, 215 ve 150 Kcal değerinde bir enerji düşüşüne neden olacaktır. Bununla birlikte çalışılması gereken tane boyutu ve pülpte katı oranı'nda tamamıyla kömürleşme derecesine bağlı olarak değişmektedir.

Şekil 7'de kömürleşme derecelen farklı her üç kömür için, 63 mikron (d^{TM}) çalışma boyutunda, görünür viskoziteye bağlı olarak, çalışılması gereken PKO değerleri toplu olarak verilmiştir.

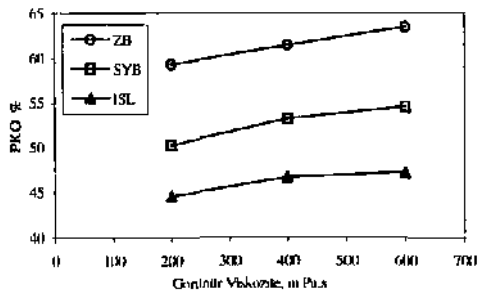
Şekil 7'den görüldüğü üzere; kömürleşme derecesi yüksek olan kömürler, hidrofobite, porozite ve kimyasal yapıları sebebiyle karışım içerisinde daha yüksek kömür yüklemelerine olanak sağlamaktadır.



Şekil 73 ZB, SYB ve ISL ile farklı d_{90} boyutlarında hasırlanmış karışımlarda, PKO -gonulur viskozite ilişkisi



Şekil 74 74 Mikron (d_{90}) boyutu için viskozite PKO ve konur cinsi ilişkisi



Şekil 7 Kömürleşme derecesine bağlı olarak, gomnur viskozite ve PKO ilişkisi

4 SONUÇLAR

- Karışımların hazırlanması aşamasında yapılan viskozite ölçüm deneylen sonucunda, kömürleşme derecesi düşük olan ISL kömürlerinin uygun dispersiyonu için, kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlere oranla daha az dispersan madde ihtiyacı gösterdikleri saptanmıştır Dispersan madde olarak kullanılan PSS'ın (Sodyum polistren sulfonat, sodyum tuzu) karışım viskozitesi açısından en etkin konsantrasyonu ZB ve SYB kömürleri ile hazırlanmış karışımlar için % 0.3 (komur ağırlığı bazında), ISL komuru ile hazırlanmış karışımlar için % 0.2 olarak saptanmıştır Etkin PSS konsantrasyonu olan % 0.3 ve 0.2 değerlerinden sonraki artışlarda, karışımlar flokule olmakta ve karışım viskozitesinin olumsuz etkilenmektedir
- Ortam pH'sının karışımların viskozitesi üzerindeki etkisinin incelendiği deneylerde, ortam pH'sının artışına bağlı olarak, karışım viskozitelerinin arttığı saptanmıştır En düşük karışım viskozitelerine doğal pH olan 8.8 civarında ulaşılmıştır Genel olarak bakıldığında, pH değişimine bağlı olarak karışım viskozitelerindeki artışın, kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlerde daha belirgin olduğu saptanmıştır Yapılan deneysel çalışmalarda pH ayarlayıcı olarak NaOH kullanılmıştır Yüksek pH'larda ortam içerisinde aşırı derecede artan Na iyonu, Na kökenli olan PSS'ın çözünürlüğünü nispeten azaltmaktadır Ortamda çözünürlüğü azalan PSS, ZB komuru ile hazırlanan karışımların dispersiyonu için gerekli olan katkıyı yapamamaktadır Bu nedenle, ZB kömürleri ile hazırlanmış karışımların viskozite yüksek ortam pH'larında diğer kömürlerle hazırlanan karışımlara nazaran çok

daha fazla artış göstermiştir Aynı zamanda, yüksek pH değerlerinde, karışım viskozitelerinin artması, kullanılan kimyasal katkı maddesinin çok yüksek pH'larda (pH>10) yumak oluşturması ve disperse olmuş sistemi bozması ile açıklanabilmektedir

- PKO ve komur tane boyutunun, karışımların viskozitesi üzerindeki etkilerinin incelendiği deneyler sonucunda, PKO arttıkça karışım viskozitelerinin arttığı saptanmıştır Komur-su karışımlarının ideal viskozite değeri olan 1000 mPa.s değeri için, karışım içerisindeki PKO'nun değeri, çalışılması gereken PKO değerinin ise tamamıyla kömürleşme derecesine bağlı olduğu saptanmıştır Kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlerin porozite ve nem içerikleri ya da nem çekme özellikleri, kömürleşme derecesi düşük olan kömürlere oranla daha azdır Bu da kömürleşme derecesi yüksek olan kömürlerle daha yüksek PKO'na sahip karışımların hazırlanmasına olanak sağlamaktadır Bununla birlikte, karışım içerisindeki komur boyutlarının karışım viskoziteleri üzerinde önemli etkisinin olduğu saptanmıştır ve komur tane boyutu küçüldükçe karışım viskozitelerinin arttığı tespit edilmiştir Boyut ve PKO birlikte değerlendirildiğinde, 63 mikron (dyn) komur tane boyutunda bulunan komur numuneleri ile 600 mPa.s'lık viskoziteye sahip karışımların hazırlanması için, kömürleşme derecesi yüksek olan ZB komuru için % 64 PKO gerekirken, aynı boyut ve viskozite değeri için, kömürleşme derecesi düşük olan SYB ve ISL kömürleri ile çalışılması gereken PKO değerlerinin sırasıyla, % 55 ve % 47 olduğu tespit edilmiştir

5 KAYNAKLAR

- Ateşok G, Boylu, F, Sirkeci A A & Dınçer H 2002a The effect of coal properties of coal water slurries *Fuel*, 1855-1858
- Ateşok, G., Boylu, F, Sirkeci, A A . 2002b Rheological behaviour of low rank turkish coal-water slurries *Proceedings of 9th Int. Min. Process. Symp* Kapadokya, Türkiye 208-210
- Boylu F & Ateşok G . 1999 Çevre dosyu yeni bir enerji hammaddesi komur-su karışımları *Turhvt de Komin Politikalari ve remiz Komur Teknolojiler Sempozyumu* 21-22 Ekim Ankara, 154-161
- Boylu F & Ateşok, G Acarkan N & Koçak, L. 2001 Determining properties of some turkish lignites for the coal water slurry technology *Proceedings of The 9th Balkan Mineral Processing Congress*, Istanbul, Türkiye 195-400

- Boylu, F., 2003. Kömür-Su Karışımları Teknolojisi ve bu teknolojinin Türk Kömürlerine Uygulanabilirliği, *Doktora Tezi*. . I.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Boylu, F., Dinçer, H. & Atesok, G., 2004. Effect of coal partide size distribution, volume fraction and rank on the rheology of coal -water slurries. *Fuel Processing Technology*. 85, March, 241-250.
- DİNÇER, H., Boylu, F. & Alesok, G., 2002a. Stabilization of coal water slurries and its standardization. *Proceedings of 19th Int. Pittsburgh Coal Conference* , Pittsburgh-USA. ISBN 1-890977-19-5.
- Dinçer, H., Boylu, F., Sirkeci, A. A. & Ateşok, G., 2002b. The effect of chemicals on the viscosity and stability of coal-water slurries". *Int. Journal Of Mineral Processing*. 70,41 -51.
- Hamieh, T., Siffen, B., 1993. Rheological properties of coal-water hihgly concentrated suspensions. *Proceedings of the 18th Int. Technical Conference on Coal Utilization and Fuel systems*, Clearwater, Florida, USA, 809-820.
- Hashimoto, N., 1999. CWM: Its Past, Present and Future. *Coal Preparation*. 21,
- Kaji, R., Muranaka, Y., Oztuka, K. & Hishinuma, Y., 1985. Effect of ions on the rheology of CWM. *Proceedings of 7th Int. Symp. On Coal Slurry Fuels preparation and Utilization*. May, Louisiana. USA. 16-23.
- Laskowski, J. S., 1999. Does it matter how coals are cleaned for CWS", *Coal Preparation*, 21, 105-123.
- Laskowski, J. S., 2001. *Coal Flotation and Fine Coal Utilization*, published by Elsevier.
- NEDO (New energy and Industrial Technology Development Organization), 1997. CWM in Japan, *International Cooperation Project for Coal Utilization Technology*. March.
- Yavuz, R., 1996. Linyil-su karışımlarının incelenmesi. *Doktora tezi*. İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü. İstanbul, Türkiye.
- Zang, Z., Zhang, L., Fu, X., & Jiang, L., 1993. Additive for coal-water slurry made from weak slurriabiliy Coal, *JUth Int. Tech. Conference on Coal Utilization & Fuel Systems*, Florida, USA, 61-367.