

**TÜRKİYE 6. KÖMÜR KONGRESİ**  
The Sixth coal Congress of TURKEY

**TUNÇBİLEK KÖMÜRÜNDEN METALURJİK KOK ÜRETİMİ ve KÖMÜR KÜLÜNÜN KOK  
ÖZELLİKLERİNE ETKİSİ**

**THE PRODUCTION OF THE METALLURGICAL COKE FROM TUNÇBİLEK LIGNITES  
AND THE EFFECT OF ASH CONTENT ON THE PROPERTIES OF COKE**

Mehmet SAĞLAMI\*  
Jale **YANIK** \*\*  
Musa KARADUMAN\*\*\*

**ÖZET**

Bu çalışmada sülfat atık çözeltisi yardımı ile Tunçbilek linyitlerinden parça kok üretilebilme imkanları araştırılmıştır. Sülfat atık çözeltisi, kalsiyum tuzu (Ca-LS) veya amonyum tuzu (NH.-LS) halinde kullanılmıştır. Kömürdeki kül içeriğinin elde edilen kokların özelliklerine etkisi incelenmiştir. Sülfat atık çözeltisinin NH.-LS halinde kullanılmasının; kokların sağlamlığını ve gözenekliliğini artırdığı, reaktiviteyi ise düşürdüğü tesbit edilmiştir. Kömürdeki kül oranının artmasıyla da kokların basınç dayanımı ve reaktivitenin düştüğü, gözenekliliğin ise arttığı gözlenmiştir. Ayrıca Tunçbilek kömürüne %30 oranında Zonguldak kömürünün karıştırılması, kok özelliklerine olumlu yönde etki yapmıştır.

**ABSTRACT**

In this study, the form-coke producing possibilities from Tunçbilek lignite with the sulfite-liquor were investigated. Sulfite liquor was used as calcium lignin sulphonate (Ca-LS) or ammonium lignin sulphonate (NH.-LS). The effect of ash content in coal on the properties of coke obtained was investigated. When NH.-LS was used, it was observed that the coke strength and porosity were increased, but the coke reactivity was decreased. It was observed that the coke strength and reactivity were decreased, but the coke porosity were increased with the increasing of ash content. Otherwise, the addition of 30 % of Zonguldak coal into Tunçbilek lignite, it was positive effect on the properties of coke.

- (x) Doç.Dr.E.Ü.Mühendislik Fakültesi, Kimya Müh.Böl.Bornova-İZMİR  
(xx) Dr.Araş.Gör. E.Ü.Fen.Fakültesi, Kimya Böl. Bornova-İZMİR  
(xxx) Yuk.Kimyager, E.Ü. Fen Fakültesi, Kimya Böl. Bornova-İZMİR

## 1. GİRİŞ

Başta demir-çelik olmak üzere metalürji endüstrisinin tüm kesimlerinde ihtiyaç duyulan en önemli hammadlerden biri de metalurjik kok'dur. Bu endüstri kollarında kullanılacak kokta; gözeneklilik, sağlamlık, belirli büyüklükte parça halinde olmak gibi bazı fiziksel özellikler ile kükürt ve kül içerikleri ile reaktivite gibi bazı kimyasal özellikler aranmaktadır, özellikle istenen fiziksel özelliklere sahip koklar, koklaşabilirliği iyi olan taşkömürlerinden üretilebilmektedir.

Metalurjik kok, yüzyılı aşkın süreden beri koklaşır taşkömürlerinin klasik kok fırınlarında havasız bir ortamda 900 C'nin üstündeki sıcaklıklara ısıtılarak damıtılmasıyla elde edilmektedir.

Endüstrideki gelişmeye paralel olarak kok kömürüne olan ihtiyaç ve bunun doğal sonucu olarak da koklaşabilir nitelikteki taşkömürlerine olan talep her geçen gün artarak günümüzde büyük boyutlara ulaşmıştır. Diğer taraftan Dünya'da koklaşır taşkömürü rezervi, iyi koklaşmayan taşkömürü rezervlerine göre azdır. Örneğin Dünya çıkarılabilir taşkömürü rezervinin ancak %20'si koklaşabilir niteliktedir (1). Bu nedenle koklaşır taşkömürü temini güçleşmekte, fiyatı da koklaşmaz kömür fiyatlarının birkaç katına kadar çıkabilmektedir.

Birçok ülke, bir yandan koklaşma özelliği iyi olmayan taşkömürlerini metalurjik kok üretiminde değerlendirmeye yönelik prosesleri geliştirerek devreye sokarken, diğer yandan da koklaşma özelliği bulunmayan iyi kaliteli linyit kömürlerinin bu alanda değerlendirilebilmesi için gerekli çalışmaları yıllar önce başlatmışlar ve endüstriyel çapta uygulamaya koymuşlardır.

Yapılan bu çalışmalar temelde üç gruba ayrılabilir. Bunlardan birinci gruptakiler, klasik kok fırınlarında yapılan yenilikler ve düzenlemelerle koklaşma özelliği iyi olan taşkömürleri ile iyi olmayan veya koklaşma özelliği bulunmayan kömürlerin harmanlanarak koklaştırılmasını kapsamaktadır. İkinci ve üçüncü gruptakiler ise formkok üretim prosesleridir. Bu proseslerde doğrudan linyit kömürü veya linyitden elde edilen kok tozları, koklaşabilir taşkömürleri ile zift, katran ve ağır yağlar gibi bazı bağlayıcılarla karıştırılıp biriktendikten sonra koklaştırılmaktadır (2-6). Bu şekilde linyit kömüründen kok üretiminde %80'e kadar çıkan oranlarda yararlanmak mümkün olabilmektedir. Hatta son yıllarda yapılan laboratuvar ve pilot düzeydeki çalışmalara göre direkt linyit kömürlerinden; asidik, nötr ve bazik karakterdeki bazı kimyasal maddeler ile modifiye edilip koklaştırılması sonucu parça kok üretilebilmektedir (5). Ayrıca sülfid atık çözeltisi katı maddesi de bu amaçla kullanılabilir (5).

Ülkemizde ise, koklaşır taşkömürü ihtiyacımızın tamamı kendi öz kaynaklarımızdan karşılanamamaktadır. Zonguldak havzasında yapılan satılabilir taşkömürü üretimi 1985 yılı için 3.61 milyon ton olarak gerçekleşmiştir. Bu üretimin artırılabilmesi, havzanın jeolojik yapısı nedeniyle büyük yatırımlar gerektirdiğinden mümkün

olamamaktadır. Nitekim son 30 yılın üretim ortalaması 4.25 milyon ton/yıl iken son üçyılıda bu değer %15 altında üretim gerçekleştirilebilmiştir. Buna karşın taşkömürü tüketimimiz bu dönem içerisinde 3.66 milyon tondan 1985 yılında yaklaşık %70'lik bir artışla 6.18 milyon tona ulaşmıştır, üretimdeki bu açık ithal yolu ile karşılanmaktadır. Bu açığın, 2000 yılına kadar daha da artarak 20 milyon tonun üzerine çıkacağı tahmin edilmektedir. (!).

1.38 milyar ton gibi oldukça düşük taşkömürü rezervine sahip olan ülkemizde de, dışa bağımlılıktan olabildiğince kurtulabilmek için iyi kalitedeki linyitlerimizden bu alanda yararlanılması gerekmektedir. Şu ana kadar ülkemiz ekonomisine yapacağı katkı yönünden büyük önem taşıyan bu konuya gereken önemin verildiğini ve yeterli çalışmanın yapıldığını söylemek güçtür. Yapılan çalışmaların bir grubunda Zonguldak havzasından çıkarılan ve koklaşma özellikleri farklı olan kömürlerin harmanlanarak değerlendirilmesi ele alınmıştır (7-8). Bir grup çalışmada ise Tunçbilek ve Soma linyitleri gibi iyi kaliteli sayılabilecek linyitlerimizin Zonguldak taşkömürü ile ya doğrudan karıştırıldıktan sonra ya da katran ve zift gibi maddelerle karıştırılarak, biriktikten sonra koklaştırılması incelenmiş ve Zonguldak kömürüne ancak en fazla X10-30 arasında değişen miktarlarda linyitin karıştırılabileceği ortaya konmuştur (9-107).

Linyit kömürlerinden doğrudan metalurjik kok üretilebileceğini yaptığımız laboratuvar düzeyindeki araştırmalarla ortaya koymuş bulunmaktayız (6,11). Bu tebliğimizde de Tunçbilek linyit kömürlerinden sülfat atık çözeltisini kalsiyum (Ca-LS) veya amonyum (H.-LS) tuzu şeklinde kullanarak elde edilen kokların; sağlamlık, gözeneklilik ve reaktivitelerine kömürdeki kül içeriğinin etkisi ele alınmıştır.

## 2. MATERYAL ve YÖKTEM

### 2.1. Materyal

Denemelerde kullanılan Tunçbilek kömürü, Tunçbilek linyit işletmesinden temin edilmiştir. Kuru bazda %26.1 kül içeren bu kömür, yoğunlukları 1.3, 1.42 ve 1.6 g/cm<sup>3</sup> olan ZnCl<sub>2</sub> çözeltisinde yüzdürülmüştür. Elde edilen konsantrelerin, kuru bazda sırasıyla İ9.0, XII.9 ve %17.4 kül içerdiği tesbit edilmiştir. Farklı kül içerikleri bulunan bu dört kömür denemelerde kullanılmıştır. Bazı denemelerde kullanılan Zonguldak kömürü ise, Zonguldak lavvar tesislerinden temin edilmiş olup kuru bazda %12.9 kül içermektedir.

Koklaştırma yardımcı maddesi olarak kullanılan sülfat atık çözeltisi de kalsiyum tuzu (Ca-LS) halinde SEKA-tZMİT kağıt fabrikasından, amonyum tuzu halinde (NH<sub>4</sub>-LS) de KİMKATSAN A.Ş.'nin İZMİT'deki tesislerinden temin edilmiştir. Kağıt fabrikasında ele geçen ve %10-12 katı madde içeren atık çözeltide başta lignin sulfonik asitlerin kalsiyum tuzu olmak üzere hegzasonlar, pentasonlar ve diğer şekerler ile formik asit, asetik asit, metanol ve furfural gibi maddeler bulunmaktadır. Denemelerde her iki bağlayıcı da %50 katı madde içeren çözeltileri şeklinde kullanılmıştır.

**Çizelge 1.** Sulfit atık çözeltisi katı maddelerinin bazı özellikleri

Özellikler	Ca-LS	NH <sub>4</sub> -LS
Kül, %	9.23	1.33
Toplam S, %	4.65	4.72
Yanabilen S, %	3.77	3.36
Koklaştırma bakiyesi, %	35.00	33.00
Kokta Kül, %	27.75	3.88
Kokta Toplam S, %	4.13	2.40
Kokta Yanabilen S, %	2.6	0.87
Kokun Alt Isı Değeri (kcal/kg)	3415	4179

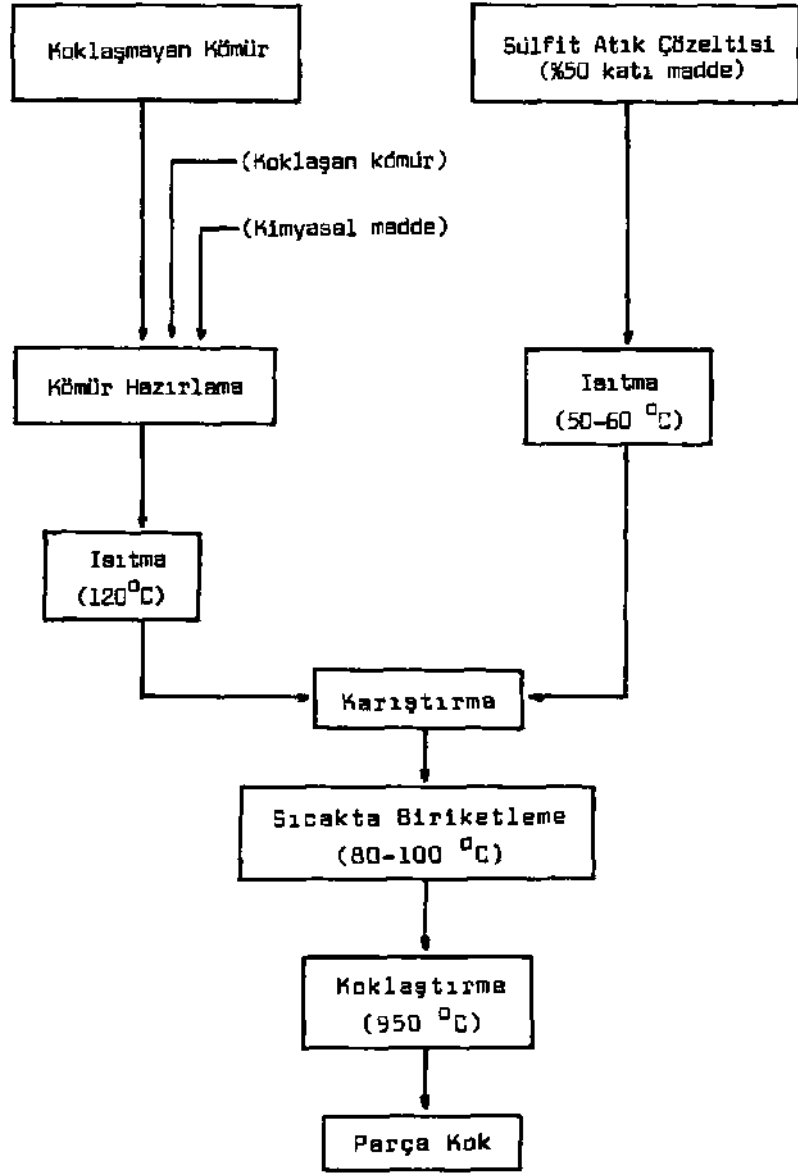
## 2.2. Yöntem

Laboratuvar düzeyinde parça kok üretimi için Şekil I 'de verilen ve koşulları yapılan denemeler sonunda saptanan proseden yararlanılmıştır. Proses iki kısımdan oluşmaktadır. Birinci kısımda uygun birikitleme koşullarında belirli tane iriliğindeki kömür ile bağlayıcı karıştırılarak biriketlenmekte, ikinci kısımda ise hazırlanan biriketler belirli bir ısıtma rejimi içerisinde 950 C sıcaklıkta koklaştırılmaktadır.

Birikitleme denemeleri II ton basınç uygulayabilen Carver marka laboratuvar tipi bir hidrolik preste yapılmıştır. Birikitleme kalıpları paslanmaz çelikten yapılmış olup iç çapı 30 mm, dış çapı 50 mm ve boyu 80 mm'dir. Kalıplar birikitleme sıcaklığına kadar bir etüv içerisinde ısıtılmıştır. 20 g biriket olacak şekilde tartılan kömür örnekleri de 100-120 °C sıcaklığa kadar ısıtılmıştır. Gerekli miktardaki bağlayıcı da 50-60 C sıcaklığa ısıtıldıktan sonra ısıtılmış kömürle iyice karıştırılmıştır. Daha sonra sıcak karışım 80°C'de istenen birikitleme basıncında biriketlenmiştir.

Hazırlanan biriketler, iç boyutları 20x10x15 cm olan 1 cm et kalınlığı bulunan pik demirden dökülmüş üstten kapaklı bir retort içerisinde koklaştırılmıştır. Retort, üzerinde tadilat yapılmış olan bir kül fırını içerisine yerleştirildikten sonra kademeli olarak 950 C sıcaklığa ısıtılmıştır. Koklaşmada oluşan gazlar, bir boru yardımı ile yıkama şişesinden geçirildikten sonra bacaya verilmiştir. Koklaştırma süresi 950 C de 6 saat olarak seçilmiştir. Retort herbiri 20 g ağırlığında olan 20 biriket alabilecek kapasitedir. Deney sonunda retort'tan alınan linyit koku örnekleri, koyu gri renkte ortalama olarak 24 mm çapında ve 19 mm yüksekliğinde muntazam silindirik parçalar halindedir.

Üretilen kokun istenen niteliklere sahip olup olmadığının tesbitinde çeşitli test yöntemleri uygulanmaktadır. Kimyasal analizler dışında yapılan testlerin başında sağlamlık, gözeneklilik ve reaktivite ölçümü gelmektedir. Sağlamlık ölçümü; kırılma sağlamlığı



Şekil 1. Linyitten parça kok üretimi akım şeması

testi, düşme (Drop Shatter) ve tambur testi uygulanarak tesbit edilmiştir. Elde edilen koklar düzgün yüzeyli silindirik parçalar halinde olduğundan öncelikle basınç dayanım testine tabi tutulmuştur. Bunlara ayrıca Düşme testi de uygulanmıştır.

Basınç dayanımları, VEB Thüringer Industrierwerk typ 20 m-5/91 marka ve 1000-2500-5000 kg'lık üç sıkalalık mekanik kırıcıda 5 mm/dakika hızla ölçülmüştür. Sonuç kg/cm olarak hesaplanmış ve MPa'ya çevrilmiştir.

Düşme Testi ise, kokların ISO-R 616'ya göre 1.83 m yükseklikten 13 mm kalınlığındaki saç plaka üzerine 4 kez düşürülmesiyle yapılmış ve +15 mm'lik kısımların yüzdesi hesaplanmıştır. Bu sınır değer, elde edilen kokların boyutları dikkate alınarak seçilmiştir.

Tambur Testi ise, kokların aşınma sağlamlığını saptamak amacıyla çapı 500 mm ve yüksekliği 200 mm olan silindirik bir tamburda yapılmıştır. Tambur 25 devir/dakika hızda 4 dakika süre ile döndürüldükten sonra ufalanan kokun 10 mm'nin altına geçen kısımları, % aşınma sağlamlığı olarak hesaplanmıştır.

Kok örneklerinin gözeneklilikleri ise;

$$\% \text{ Gözeneklilik} = \left(1 - \frac{\text{Görünür Yoğunluk}}{\text{Gerçek Yoğunluk}}\right) \times 100$$

eşitliğine göre tesbit edilmiştir.

Kokların reaktiviteleri ise, kok kütlelerinin 1000°C de CO<sub>2</sub> akımında gösterdiği kütle kaybının tesbiti ilkesine göre saptanmıştır. Bu amaçla kok örnekleri (40-50 g), 380 mm uzunluğundaki 35 mm iç çapı bulunan kuvars tüp içerisine yerleştirilerek azot atmosferinde 1000 Cye ısıtılmıştır. Bu sıcaklığa ulaşıldığında tüp içerisinden 2 saat süreyle dakikada 5 lt hızla CO<sub>2</sub> gazı geçirilmiştir. Bu süre sonunda ısıtma ve CO<sub>2</sub> geçirme işlemine son verilmiş ve örnekler azot atmosferinde soğumaya terk edilmiştir. Bu işlem sonundaki koklarda meydana gelen ağırlık kaybına göre reaktivite % olarak hesaplanmıştır.

### 3. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

Bu çalışmada doğrudan Tunçbilek linyitinden metalürji endüstrisinde kullanılabilecek özellikte kok elde edilmesinde, kömür külünün kok özelliklerine etkisi incelenmiştir. Ayrıca Tunçbilek kömürüne %30 veya 3S50 oranında Zonguldak katıldığında kok özelliklerindeki değişim saptanmıştır.

Biriketlemede en uygun kömür tane iriliğinin -0.5 mm, nem oranının 5614-16 ve biriketlerne sıcaklığının 80 C olması gerektiği yapılan ön denemelerle belirlenmiştir. Bu koşullarda %17.4 kul içeren Tunçbilek kömürleri ile değişen bağlayıcı miktarları ve biriketleme basınçlarında denemeler yapılmış ve %12 bağlayıcı miktarında ve 40 MPa biriketleme basıncında çalışmanın uygun olduğu tesbit edilmiştir.

Farklı kül içerikleri bulunan 4 Tunçbilek kömürü örneği, yukarıda belirtilen koşullarda Ca-LS ve NH<sup>-</sup>LS ile biriktelenip koklaştırılmıştır. Elde edilen kokların basınç dayanımı, gözeneklilik, düşme sağlamlığı ve reaktivite değerleri Çizelge 2 ve 3'de verilmiştir.

**Çizelge 2.** Tunçbilek kömüründen %12 NH<sup>-</sup>LS kullanarak elde edilen kokların bazı özelliklerinin kömürdeki kül içeriği ile değişimi

Tunçbilek kömüründeki kül miktarı, %	Basınç Dayanımı MPa	Düşme Sağlamlığı %	Gözeneklilik %	Reaktivite %
9.0	22.0	99	39	33.6
11.9	21.4	99	41	32.0
17.4	19.6	99	42	26.0
26.1	16.3	98	43	23.1

**Çizelge 3.** Tunçbilek kömüründen 1612 Ca-LS kullanarak elde edilen kokların bazı özelliklerinin kömürdeki kül içeriği ile değişimi

Tunçbilek kömüründeki kül miktarı, %	Basınç Dayanımı MPa	Düşme Sağlamlığı %	Gözeneklilik %	Reaktivite %
9.0	18.8	98	38	38.4
11.9	17.5	98	40	35.0
17.4	16.8	97	41	30.0
26.1	15.1	97	42	24.5

Her iki bağlayıcıda da elde edilen kokların basınç dayanımları kömürdeki kül miktarının artması ile azalmaktadır. Bu durum, külü oluşturan bazı inorganik maddelerin, koklaşma sırasında kısmen veya tamamen değişikliğe uğraması sırasında hem kömür taneleri arasında kuvvetli bağ oluşumunu engelleyebilmesinden hem de oluşmuş olan bağları zayıflatabilmesinden kaynaklanmaktadır. Örneğin külde bulunan CaO, MgO, Fe<sub>3</sub>O<sub>4</sub>, SiO<sub>2</sub> ve Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> gibi maddelerin koklaştırma sırasında kömürün büzülmesini önleyerek zayıf bir yapı oluşumuna neden olduğu bilinmektedir.

Elde edilen kokların gözeneklilikleri ise kömürdeki kül miktarındaki artış ile artma göstermiştir. Burada kül kok sağlamlığına olumsuz etki yaparken, gözeneklilik üzerine olumlu etki yapmıştır. Bu

durum, kömürün inorganik bileşenleri arasında bulunabilecek karbonatlı maddelerin, koklaşma sıcaklığında oksit ve karbondioksit oluştu- racak şekilde bozunmasından ileri gelmektedir.

Kokların reaktiviteleri, her iki bağlayıcıda da artan kül miktarı ile azalma göstermiştir.

Bağlayıcının  $NH_4$ -LS halinde kullanılması kok özellikleri üzerine daha olumlu etki yapmıştır. Elde edilen bu sonuçlara göre kömür külünün %12 civarında tutulmasıyla metalurjik kokta aranan sağlamlık ve gözeneklilikte kok elde etmek mümkün olmuştur. Elde edilen kokların reaktiviteleri ise Zonguldak kokunun reaktivitelerinden daha yüksek düzeydedir. Bunu biraz düşürmek amacıyla Tunçbilek kömürüne %50 veya £30 oranında Zonguldak kömürü karıştırıldıktan sonra Şekil 1'de verilen akım şemasına göre %12 oranında Ca-LS ve  $NH_4$ -LS kullanılarak biriketler hazırlanıp koklaştırılmıştır. Farklı kül içeriklerine sahip 4 Tunçbilek kömürü ile elde edilen kokların özellikleri Çizelge 4 ve 5'de verilmiştir.

Çizelge 4. %50 Tunçbilek+%50 Zonguldak karışımından %12  $NH_4$ -LS veya Ca-LS kullanarak elde edilen kokların bazı özelliklerinin Tunçbilek kömüründeki kül içeriği ile değişimi

Tunçbilek kömüründeki kül miktarı, %	Basınç Dayanımı MPa		Düşme Sağlamlığı %		Gözeneklilik %		Reaktivite %	
	$NH_4$ -LS	Ca-LS	$NH_4$ -LS	Ca-LS	$NH_4$ -LS	Ca-LS	$NH_4$ -LS	Ca-LS
	9.0	23.9	22.4	99	99	40	37	19.8
11.9	24.9	31.0	99	99	41	40	19.6	18.9
17.4	27.8	28.6	99	99	43	42	19.6	19.5
26.1	28.7	33.8	99	99	46	44	19.2	19.4

Tunçbilek kömürüne %30 oranında Zonguldak kömürü katılması, bir- yandan hem basınç dayanımını nemde gözenekli 1 iği artırırken diğer yandan da reaktiviteyi önemli ölçüde azaltmıştır. Benzer koşullarda Zonguldak kömürü kokunun reaktivitesi £16.0, %12 Ca-LS kullanıldığında elde edilen kokun reaktivitesi de £18.1 olarak ölçülmüştür. Bu durumda Tunçbilek kömüründen elde edilen kokun reaktivitesi, Zonguldak kömüründen sadece %30 oranında ilave edilmesiyle istenen dü- zeye düşürülebilmektedir. Diğer taraftan Zonguldak kömürü katılmasıyla kok özelliklerine Tunçbilek kömürü külünün etkisi azalmıştır.

Bu sonuçlara göre sülfat atık çözeltisi katı maddesini (Ca-LS veya  $NH_4$ -LS halinde) kullanarak Tunçbilek kömüründen doğrudan metalür- ji endüstrisinde kullanılabilir sağlamlık ve gözeneklilikte parça kokun elde edilebileceği mümkün görünmektedir. %30 oranında Zongul- dak kömürü kullanılmasıyla da kok reaktivitesi istenen düzeye getiri-lebilmektedir.



Çizelge 5. \*7B Tunçbilek+ %3Q Zonguldak karışımında %12 NH<sub>4</sub>-LS veya CaLS kullanarak elde edilen kokların bazı özelliklerinin Tunçbilek kömüründeki kül içeriği ile değişimi

Tunçbilek kömüründeki kül miktarı, %	Basınç Dayanımı MPa		Düşme Sağlamlığı %		Gözeneklilik %		Reaktivite %	
	NH <sub>4</sub> -LS	Cü-LS	NH <sub>4</sub> -LS	Ca-LS	NH <sub>4</sub> -LS	Ca-LS	NH <sub>4</sub> -LS	Ca-LS
9.0	34.2	33.8	99	99	38	37	24.2	23
11.9	33.1	32.6	99	99	41	41	23.5	22.5
17.4	38.7	36.3	99	99	45	42	23.0	22.0
26.1	32.5	31.5	99	99	48	43	23.0	22.5

#### KAYNAKLAR

1. ŞİRİN, G., Enerji istatistikleri, Türkiye 4. Enerji Kongresi,
2. KURTZ] R., Aspekte zur Hochtemperatur-Formkokserzeugung aus Braun-  
" kohle! Braunkohle, 4, 1970, p. 113.
3. KRUG, H., NAUNDORF, W., Herstellung von hochwertigen Verkokunas-  
briketts aus Kohle der Nassaufschlussmanlung und aus vorgranulier-  
tem Trockenbraunkohlenstaup. Freiburger Forshungshefte, A 629,
4. RAMMLER! Ê. ALBERTS H.J.V., Technologie und chemie der Braunkohle  
Verwertung, VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig,
5. KRUG\*. H., NAUNDORF- W., Braunkohlen-Brikettierung 1-2, VEB Deuts-  
cher Verlag für Grundstoffindustrie, Leipzig, 1984.
6. SAĞLAM, M., YANIK. J., Linyit Kömürlerinden Metalurjik Kok üretimi,  
Türkiye 4. Enerji Kongresi, özel Oturum Tebliğleri, İZMİR, 1986.
7. PAPILA\* M , ORHUN, F., Zonguldak ve Amasra Kömürleri karışımılarm-  
da koklaşma karekterlerinin tayini hakkında rapor, MTA Enstitüsü  
1974
8. BERK F Türkiye Linyit ve Taşkömürlerinden metalurjik Amaçla  
\* Kama KoV üretimi, Doktora Tezi, İTÜ Kimya-Metalurji Fakültesi  
1984
9. KEMAL. M., Tunçbilek kömürünün metalurjik kok üretiminde kullanıl-  
ma olanakları. Doçentlik tezi, E.ü. Makina Fakültesi, Eylül 1980.
10. ÖZDEN, ü., Koklaşma özelliği göstermeyen bazı Turk kömürlerinin  
metalurjik kok üretiminde kullanılması, I. Uluslararası Cevher  
Hazırlama Sempozyumu, Cilt. 2, İZMİR, 1986. p.8I8.
11. YANIK, J. Batı Anadolu Linyitlerinin Koklaşılme özelliklerinin  
İncelenmesi, Doktora Tezi, E.U.Fen Bilimleri Enstitüsü, İZMİR, 1987.

