

**KOKLAŞMADA MEYDANA GELEN BAĞLANMA
MEKANİZMASININ LİNYİT KÖMÜRLERİ ÜZERİNDE
İNCELENMESİ**

**INVESTIGATION OF THE BONDING MECHANISM OF COKING ON
LIGNITE**

Vedat Arslan, DEÜ Müh. Fakültesi, Maden Müh. Bölümü, İzmir
Mevlüt Kemal, Berrin Kafalı, DEÜ Müh. Fakültesi, Maden Müh. Bölümü, İzmir

ÖZET

Koklaşmada reaktif maseraller tarafından inert maserallerin bağlanması, bir çok faktörün yanında inert maserallerin yüzey ıslanabilirliği ile ilişkilidir. Bu çalışmada, farklı sıcaklıklarda üretilmiş semikokların ıslanabilirliklerine karbonizasyon sıcaklığının etkisi incelenmiştir. Bu amaç doğrultusunda, inert yapıyı temsilen farklı sıcaklıklarda karbonize edilen Soma ve Yatağan linyiti semikokları kullanılmış, reaktif yapıyı temsilen de zift kullanılmıştır. Briketlenmiş zift semikok üzerine konularak, yumuşama sıcaklığı olan 60 °C dan 140 °C a kadar olan sıcaklıklarda semikoku ıslatma durumu incelenmiştir. 900 °C'ın ıslanabilirlik açısından kritik kok elde etme sıcaklığı olduğu görülmüştür.

ABSTRACT

In coking, bonding ability of inert macerals by reactive macerals is dependent upon various parameters and also related with the wettability of inert macerals. In this study, the affect of carbonization temperature on the wettability of semicokes which were produced in various temperature has been investigated. For this aim, Soma and Yatağan semicokes which were produced in various temperatures represents inert macerals and pitch were used as a reactive structure. The briquetted pitch blocks were located on the semicokes and heated from the softening temperature of tar (60 °C) to 140 °C for observing wettability. From the point of wettability the 900 °C is the critical point for coke producing temperature.

Çizelge 1. Soma ve Yatağan kömürlerinin özellikleri.

	Nem %	Kül %	U. M. % (kkb)	AID kcal/kg
Soma	10.38	1.72	41.16	5966
Yatağan	27.59	6.45	52.30	3604

Yüksek nem oranına sahip yatağan kömüründe, atmosfer şartlarında hızla kuruyarak çatlamlar meydana geldiği için kömür iri kütleler halinde muhafaza edilmeye çalışılmış, deneysel çalışmalar esnasında ancak istenilen boyutta parçalar kırılarak, deneysel çalışmalarda kullanılmıştır.

Koklaşma mekanizmasındaki bağlayıcıyı temsilen kömür zifti kullanılmış ve koklaşma esnasındaki yüzey özellikleri ve ıslanabilme durumu zift ve kok ara yüzeyleri üzerinde incelenmiştir.

2.2 Yöntem

Yeni koklaşma metotları içerisinde, linyit kömürü kullanımında, linyit önce düşük sıcaklık karbonizasyonuna tabi tutulmakta, sonra da koklaşır kömürle karıştırılmaktadır. Bu işlemin mantığı temel olarak linyit kömürleri önce farklı sıcaklıklarda karbonizasyona tabi tutulmuş ve bu şekilde semi koklar elde edilmiştir. Her iki kömür içinde karbonizasyon işlemi 100°C, 200°C, 300°C, 400°C, 500°C, 600°C, 700°C, 800°C, 900°C, 1000°C sıcaklıklarda gerçekleştirilmiştir. Soma kömürü için yapılan karbonizasyon testlerinde 400°C üzerindeki sıcaklıklarda kokta çok fazla gerilme çatlak ve kırıklıkları meydana gelmemesi için kademeli ısıtma yapılırken, Yatağan kömürleri için bu eşik 150°C indirilmiş ve 150°C'den itibaren sıcaklık kademeli olarak yükseltılarak karbonizasyon işlemleri gerçekleştirilmiştir. Bu şekilde karbonizasyon işlemi 100-200°C'lerde özel kapaklı kutular içerisinde etüv ortamında, 200°C üzerindeki sıcaklıklarda ise, oksidasyon ve yanma etkisinden kömürü koruyabilmek için Özel olarak hazırlanmış gaz girişli retort ve jenkner retortunda gerçekleştirilmiştir. Her iki düzenekte de koklaşma işlemi boyunca ortama azot gazı verilerek oksidasyon ve yanma engellenmiştir. Koklaşma işlemi sonucunda elde edilen koklar yine azot ortamında 100°C altına kadar soğutulduktan sonra retort'tan çıkarılmış ve çalışmanın ikinci aşamasında kullanılmak üzere arşivlenmiştir.

Çalışmanın ikinci aşamasında, elde edilmiş olan kokların üzerine özel olarak tablet şeklinde hazırlanmış zift blokları yerleştirilerek etüv ortamında 60°C, 70°C, 80°C, 90°C, 100°C, 120°C, 140°C'lerde semikok üzerindeki ziftin sıcaklık etkisiyle eriyerek semi kok yüzeyini ıslatması ve aynı zamanda özellikle yüksek sıcaklıklarda akışkanlığı artan ziftin semi kok bünyesine nüfuz etme durumu incelenmeye çalışılmıştır. Hazırlanan zift tabletlerinin, yumuşama sıcaklığının, etüvde yapılan incelemeler sonucu 60°C olduğu saptanmıştır. Bu sıcaklıklarda ziftin semikok yüzeyi üzerinde sıcaklığa bağlı olarak davranışı Şekil 1.a ve 1.b'de görülmektedir.



Şekil 1.a. 60°C, 70°C, 80°C, 90°C daki ziftin semikok yüzeyi üzerinde sıcaklığa bağlı davranışı.



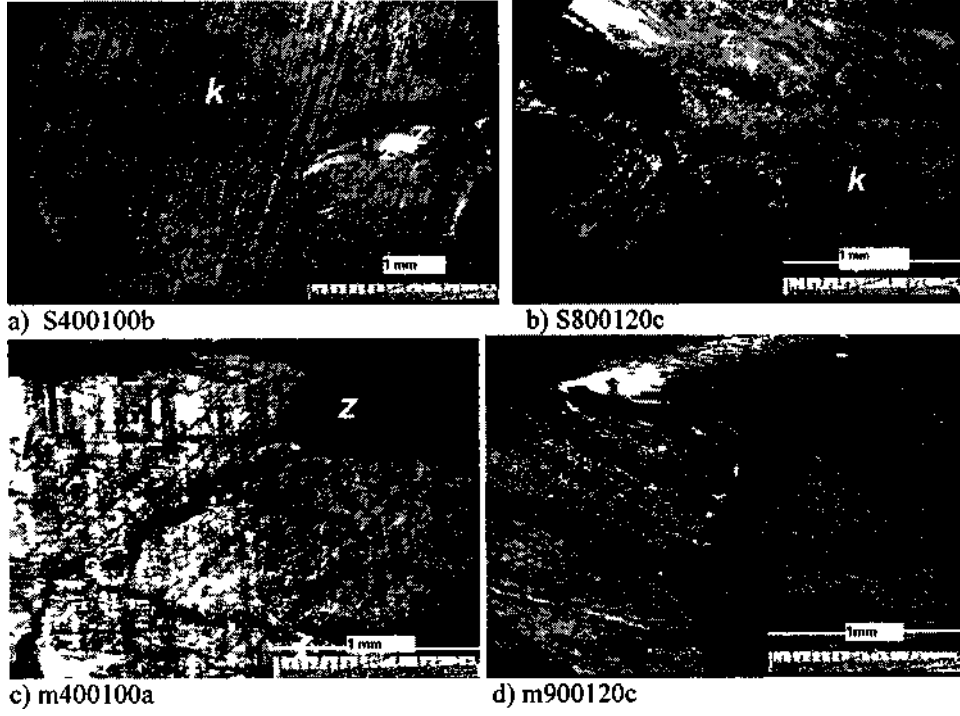
Şekil 1.b. 100°C, 120°C ve 140°C daki ziftin semikok yüzeyi üzerinde sıcaklığa bağlı davranışı.

Bu testler sonucunda elde edilen ziftle birlikte işlem görmüş semi koklar incelemede kolaylık sağlanması için, polyester ile kalıp içine alınmış ve daha sonra bu kalıplar semi kok ve zifti dikey olarak kesecek şekilde kesilerek yüzeyleri parlatılmış ve incelenmeye hazır hale getirilmiştir.

2.3 Mikroskopik İncelemelerin Sonuçları

Yüzeyleri parlatılarak incelemeye hazır hale getirilmiş polyester kalıp içerisindeki numuneler sırasıyla mikroskopta incelemeye tabi tutulmuştur. Üzerine yerleştirilen multimedya kamera sayesinde, mikroskopta elde edilen görüntüler bilgisayar ekranına aktarılmış ve burada zift ile semikok arasındaki temas yüzeyi detaylı olarak incelenmiş ve bu yüzeylerden görüntüler alınarak bilgisayara kaydedilmiştir. Bu şekilde, mikroskopta elde edilen görüntüler üzerinde ve mikroskopla yapılmış olan incelemelerle sıcaklığa bağlı olarak, ziftin semikok yüzeyini ıslatma durumu ve semikokun bünyesine nüfuz oranı tespit edilmeye çalışılmıştır.

Koklaşmada bağlanma mekanizmasının incelenmesi amacıyla yapılmış olan deneysel çalışmalar yumuşak linyit sınırında genç bir kömür olan Yatağan kömürü ve sert linyit sınıfından olan Soma kömürü ile yapılmıştır. Deneysel çalışmalar numuneler hazırlandıktan sonra tamamen gözleme dayalı olması nedeniyle, yüzlerce mikroskopik inceleme yapılmış ve bunlardan büyük bir kısmı da kamera ile görüntü olarak bilgisayar ortamına aktarılmıştır. Bu görüntülerin hepsini burada sunmak mümkün değildir, ancak örnekleme açısından aşağıda bazı görüntüler ve bunların değerlendirilmesinde izlenen kriterler verilmektedir (Şekil 2).



Şekil 2. Farklı karbonizasyon sıcaklıkları için semikok yüzeyinin ziftle ıslanma durumu
a) S400100b- 400 °C'da karbonize edilmiş Soma kömürü üzerine konulan ziftle birlikte 100 °C'da ısıtılma tabi tutulmuş ve bu numuden alınan ikinci görüntüdür.
b) S800120c: 800 °C'da karbonize edilmiş Soma kömürü üzerine konulan ziftle birlikte 120 °C'da ısıtılma tabi tutulmuş ve bu numuden alınan üçüncü görüntüdür.
c) m400100a. 400 °C'da karbonize edilmiş Yatağan kömürü üzerine konulan ziftle birlikte 100 °C'da ısıtılma tabi tutulmuş ve bu numuden alınan birinci görüntüdür.
d) m900120c: 900 °C'da karbonize edilmiş Yatağan kömürü üzerine konulan ziftle birlikte 120 °C'da ısıtılma tabi tutulmuş ve bu numuden alınan üçüncü görüntüdür.

ilk olarak semikok parçası üzerinde sıcaklığa bağlı olarak oluşan çatlak yapısı ve boyutları mikroskopta incelenmiştir. Daha sonra ziftin sıcaklığa bağlı olarak ergime ve semikok üzerindeki akışkanlaşma durumu irdelenmiştir. Daha sonra da, zift ile semikok yüzeyi arasındaki temas durumu incelenmiştir. Mikroskop altında yapılan incelemede, eriyen ziftin semikok yüzeyine yayılım durumu, yüzeydeki boşluklara dolma şekli ve bu boşluklara ne oranda nüfuz edebildiği irdelenmiştir.

Koklaşmada bağlanma mekanizmasının incelenmesi amacıyla yapılmış olan deneysel çalışmaların değerlendirilmelerinin gerek makroskobik gerekse mikroskopik incelemeleri ışığı altında şu sonuçlara varılmıştır

- Kömürleşme dereceleri farklı olan Soma ve Yatağan linyitlerinin karbonizasyon testlerindeki davranışlarda farklı olmuştur. Soma kömürü 500°C'e kadar olan sıcaklıklarda yani diğer bir deyişle düşük sıcaklık karbonizasyon başlangıç sıcaklıklarına kadar olan işlemlerde fiziksel mukavemeti fazla yitirmemiş aşın çatlaklar ve porozite meydana gelmemiştir. Ancak bu seviyeden sonra yani yüksek sıcaklık karbonizasyonuna doğru gittikçe kömürde makroskobik olarak rahatlıkla gözlenebilen çatlakların oluştuğu gözlemlenmiştir. Yatağan kömüründe ise 300°C'den sonraki sıcaklıklarda fiziksel mukavemet hızla düşmekte ve bünyede büyük çatlaklar ve poroziteler meydana gelmektedir. Bu bilgiler ışığında her iki kömürden de semikok üretilerek koklaşır kömüre belli oranda katılması durumunda koklaşma esnasında reaktif mesaralleri tarafından bağlanması gereken oldukça geniş bir yüzey alanının meydana geleceği ortaya çıkmaktadır.
- Koklaşma esnasında inert bileşenler arasında bağlanmanın meydana gelmesi sıcaklığa bağlı olarak plastikleşen reaktif mesarallerin plastik fazda inert bileşen yüzeyini ıslatma kabiliyeti ile ilişkilidir. Yukarıda bahsedilen poroz yapı ve çatlakların plastik fazda daha fazla bağlayıcı gerektirip gerektirmediği bu semikokların yüzey ıslanabilirliği ile ilişkili olacaktır. Araştırma kapsamında incelenen bu durum her iki linyitten elde edilen semikoklarda yüzey ıslanabilirliği açısından sorun yaratmadığı ve özellikle ziftin iyice akışkanlaştığı 100°C üzerindeki sıcaklıklarda ziftin semikok yüzeyine oldukça iyi yayıldığı ve zift kömür temas yüzeyinde ziftin meydana getirdiği damla ile semikok yüzeyi arasındaki temas açısının oldukça büyüdüğü tesbit edilmiştir.
- Soma linyitiyle yapılan testlerde ortaya çıkan en önemli sonuçlardan biriside 900°C ve 1000 °C sıcaklıklarda elde edilmiş olan kokların yüzey ıslanabilirliğinin azaldığının ortaya çıkmasıdır. Dolayısıyla bu linyitin kok üretiminde kullanımı durumunda bu seviyelere kadar ulaşmayacak sıcaklıklarda semikok'a dönüştürülmesi, koklaşma işlemi esnasında reaktif bileşenler tarafından daha kolay bağlanmasını sağlaması açısından önemlidir.
- Yatağan linyitiyle yapılan çalışmada ise 400°C'a kadar sıcaklıklarda kömürün kurutulması/karbonizasyonu sonucunda elde edilen ürünün yüzey ıslanabilirliğinin aynı özellikteki Soma kömüründen elde edilen ürüne nazaran daha düşük olduğu tesbit edilmiştir. Ancak karbonizasyon sıcaklığı 500°C üzerine çıktıktan sonra ziftin semikok yüzeyini daha iyi ıslattığı ve semikok yüzeyinde meydana gelen çatlak ve porozitelere çok daha kolay nüfuz ettiği görülmüştür.
- Yukarıdaki 2 maddede belirtilen özellikler, kömürleşme derecesinin karbonizasyon esnasındaki yüzey özellikleri açısından önemli bir etken olduğu ve farklı kömürleşme derecelerindeki linyitlerin semikoka dönüştükten sonra koklaşır kömürlerle karıştırılarak kok üretiminde kullanılmaları durumunda, koklaşma esnasında farklı davranışlar ortaya koyacağı açıkça görülmektedir.
- Yüksek sıcaklıklarda (>500°C) elde edilen semikoklarda özellikle Yatağan kömürü semikoklarında büyük çatlaklar ve poroziteler meydana gelmiştir. Yukarıda da belirtildiği gibi elde edilen semikok yüzeylerinin koklaşmadaki reaktif mesaralleri temsil eden zift tarafından oldukça iyi ıslatılabildiği gözönüne alındığında, bu

çatlaklar bağlayıcı sarfiyatını arttıracaktır. Bu durum yapılan çalışmada açıkça görülmüş ve ziftin yaklaşık 25 mikron genişliğindeki çatlaklara dahi nüfuz edebildiği tespit edilmiştir.

- Semikokların ziftle birlikte muameleye tabi tutulması esnasında özellikle 500°C altındaki sıcaklıklarda üretilen numunelerde ziftle tekrar termik işleme tutulması esnasında tekrar çatlakların geliştiği gözlemlenmiştir. Bu şekildeki kurutulmuş veya düşük sıcaklıkta elde edilmiş semikokun doğrudan koklaşır kömüre karıştırılması durumunda koklaşma işlemi esnasında meydana gelecek yeni çatlak gelişimleriyle bünyeyi daha da zayıflatabileceği anlaşılmaktadır.
- -Her iki linyit kömürüyle yapılmış olan testlerden yumuşak linyit olan Yatağan kömürü ve benzeri kömürlerin kok üretiminde kullanılacak linyit ilavesinde kullanımının biraz daha riskli olduğu (çok fazla özgül yüzey meydana gelmesi nedeniyle)sert linyitlerin ise özel tedbirlerle kullanımının daha rahat olacağı görülmektedir.

Sonuç olarak bu çalışmada hedeflenen koklaşmada taneler arası bağlanma mekanizmasının incelenmesi ve meydana gelen plastik fazın inert taneleri ıslatabilme durumu ile ilgili önemli bilgiler elde edilmiş ve koklaşma esnasındaki inert yapının özgül yüzey oranının meydana gelen kok yapısının sağlamlığı açısından çok önemli parametre olduğu ortaya çıkmıştır.

Klasik anlamda bilinen reaktif/inert oranının tespitinde inert tipinin yanısıra inert bileşenleri oluşturan yapının özelliklerinin de gözönüne alınması gerektiği, bu durumun yüksek uçuculu kömürde dikkate alınmasının şart olduğu sonucu ortaya çıkmaktadır.

3. KAYNAKLAR

Arslan, V. Kemal, M. Ergin, Z. ve Semerkant, O. (1990) Zonguldak Kömürlerinin Koklaşma Özelliklerinin incelenmesi *Türkiye 7 Kömür Kongresi*, sf. 451-463

Bekker, E. Sheikhet, A. and Protasenyon, I. (1971) Investigation of the Specific Surface Area of Coals for Carbonisation, *2*, pp. 9-12

Bernard and Duchere. (1986) Effect of Rank and of Interactions of Coals on Experimental Coke Properties *Iron Making Proceedings*, Volume 45, pp. 211-219.

Born, W. and Seichter, A. (1979) Bestimmung der Benetzung Von Koks Durch Pech. Teil 2: Kontakwinkelmessungen. *VEB Deutscher Verlag für Grundstoffindustrie*, St, 17-85.

Briggs, D. (1980) Viscosity of Coal for pitch at elevated temperatures. *Fuel*, Vol 59, pp. 201-207.

Callcott, G. (1979) Principles for Blending Coals *BHP Tech Bull*, 23. November, pp. 49.

- Cengizler, H., (1989,) Kömür Yüzeyi Islanma Özelliğinin Sıcaklıkla Değişiminin İncelenmesi. *9 Eylül Fen Bil. Enst Araştırma Raporları*, sf. 114-116.
- Gray, R. and Champagne, P.** (1988) *Pétrographie Characteristics Impacting the Coal to Coke Transformation*. Ironmaking Conference Proceedings, pp. 313-324
- Kaleli, N.** (1982) *Karbonizasyon sıcaklığı ile kömür flotasyon özelliğinin değişimi*, Ege Üniversitesi Makina Fakültesi.
- Kemal, M.** (1982) Sert linyit Kömürlerinin Kok Üretiminde Kullanılma Olanakları. *Uluslararası Kömür Teknolojisi Semineri*, sf. 193-209.
- Kemal, M.** (1982) *Der Einfluß einer Hartbraunkohle auf die Plastizität und auf das Schrumpungsverhalten einer Koks-kohle*. Glüchauf - Forschungshefte, 43, H.3, s.t. 115-119
- Kemal, M.** (1983) Oksitlenme Yöntemi ile Sert Linyit Koktozundan Formkok Üretilmesi. *Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi Dergisi*.
- Kemal, M.** (1984) Metalürjik Kok Üretiminde, Optimal Kömür Karışımı Eldesi İçin Kullanılan Yöntemler. *Madencilik Dergisi*, XXIII, 4, sf. 13-21.
- Kemal M. Saraçoğulları, M. ve Eren, H.** (1978) Metalürjik Kok Üretimine Elverişli Kömür Bazının Genişletilmesi Olanakları *Türkiye 1. Kömür Kongresi*, sf. 659-683.
- Kemal, M. Yıldırım, K.E. ve Klose, W.** (1984) Einfluß der Schweltemperatur auf doj Benetrunungsverhalten der Braunkohlenoberfläche. *Braunkohle*, 41, Heft 6, st 200-201.
- Kilay, H.W. and Pahlman, J.E.** (1989) *Capacillary Wetting Responce of Coal After Exposure to Ambient Air Atmosphere*. United States Department of The Interior.
- Özden, Ü.** (1986) *Zonguldak ve Soma-Merkez Kömürlerinin Basit Harmanlama ve Briket Şarj Yöntemlerine Gore Hazırlanan Karışımlarının Metalürjik Kok Üretiminde Kullanımı*. Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü Maden Analizi ve Teknolojisi Daire Başkanlığı

