

## ELEKTRİKLİ OCAKLA KÖMÜRLERİN FSI DEĞERİNİN TAYİNİ

Necdet SUNAY

*Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara*

FSI (FREE-SWELLING INDEX = SERBEST ŞIŞME DERECEŚİ) NEDİR ?

FSI değeriinin bulunmasında maksat, kapalı bir yerde, belirtilmiş şartlar altında ve 820°C+5°C de kömürün şişme ve kalıplaşma özelliklerini ölçmektir.

FSI numaraları bir kömürün kok fırınlarındaki durumu hakkında katî bir malûmat verememekte ise de, kömürlerin birbirleri ile mukayesesi bakımından faydalı olmaktadır. Bu mukayeseye dayanılarak, kömürün özellikleri hakkında doğru tahminler yürütmek kabil olmaktadır.

FSI NİÇİN YAPILIR ?

Birleşmiş Milletlerin Avrupa Ekonomi Komisyonu (EGE) içinden 1949 yılında kurulan Beynelmillel Standartlaştırma Organizasyonu (ISO) Avrupa kömürlerinin sınıflandırılmasına ait kullanılan muhtelif usulleri incelemiştir. Kesif çalışmalarından sonra Kömür Komitesi 1953 yılının Aralık ayında kömürlerin sınıflandırılmasına ait Komisyona bir sistem tavsiye etmiştir. İki yıllık bir tecrübe devresinden sonra aksıyan bazı kısımlar değiştirilmiş ve nihai sistem 1956 yılının Mart ayında toplanan 37 nci Kömür Komitesi tarafından kabul edilerek yayınlanmıştır.

Birleşmiş Milletlerin kabul ettiği bu sisteme göre, kömürler 10 sınıfa ayrılmıştır. Sınıflara ayrılmada kömürlerin içindeki uçucu madde yüzdesi ile kalorifik değeri esas olarak alınmıştır. Her sınıf ise dört gruba bölünmüştür. Gruplara ayrılmada kömürlerin FSI değerleri veya Roga numaraları esas olarak alınmıştır. Şöyle ki :

<i>Grup no.</i>	<i>FSI no.</i>	<i>Roga no.</i>
<b>1</b>	<b>0-1/2</b>	<b>0-5</b>
<b>2</b>	<b>1-2</b>	<b>&gt; 5-20</b>
<b>3</b>	<b>2 1/2-4</b>	<b>&gt; 20-45</b>
<b>4</b>	<b>&gt; 4</b>	<b>&gt; 45</b>

Gruplar ise tâli gruplara bölünmüştür.

Meselâ kod numarası 820 olan bir kömürün sınıf numarası 8, grup numarası 2 ve tâli grup numarası ise 0 dır.

Kömürlerin sınıflandırılmasına ait daha fazla bilgi M.T.A. Enstitüsü Dergisinin Ekim 1960 tarihli 55. sayısındaki Fikret Bayrı'nın yazısında mevcuttur.

### **FSI nasıl ölçülür ?**

Şekil 1 de gösterilen ve boyutları verilen kuars pota içinde 0.22 mm ye (—65 mesh) övütülmüş 1 gram kömür veya kömür karışımı konur. ECE nin neşrettiği tarifnameye uygun olarak (veyahut ASTM Designation D-720-46) Teclu başlıklı havagazı ocağında  $820^{\circ}\text{C}+5^{\circ}\text{C}$  de bütün uçucu maddeleri gidinceye kadar (en az 150 saniye) ısıtılır. Soğuduktan sonra çıkarılan kalıplaşmış kömür standart kalıplarla karşılaştırılarak, bir FSI numarası verilir.

### **Deney özellikleri**

Deney esnasında dikkat edilecek hususlar şunlardır :

1. Potanın standarda tam uygun olması lâzımdır. Farklı potalar farklı kalıplar vereceğinden, FSI numarası değişir.
2. Kömürün daima aynı ufaklıkta olması lâzımdır. Tane büyüklüğü değişikçe, FSI numarası da değişir.
3. Potanın ısınma hızı aynı olmalıdır.
4. Pota harareti  $5^{\circ}\text{C}$  içinde sabit olmalıdır.
5. Pota ateşe konduktan 90 saniye sonra harareti  $800^{\circ}\text{G}$  ye, 150 saniye sonra da  $820^{\circ}\text{G}$  ye ulaşmalıdır.

### **Teclu başlıklı havagazı ocağının mahzurları**

İki ayrı Teclu başlıklı havagazı ocağı ile yapılan deneylerde istenilen tam bir mutabakat hâsıl olamamaktadır. Hattâ aynı ocakla yapılan deneylerde bile bazan değişik neticeler alınmaktadır. Aynı şartlar altında yapılan iki deneyin aynı neticeyi vermemesinin sebebi, yukardaki 3, 4 ve 5 inci maddelerde adı geçen ısınma hızının değişik oluşudur. Isınma hızındaki bu birbirini tutmayış şu sebeplerden ileri gelmektedir:

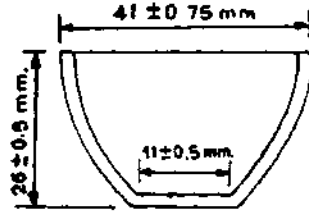
1. *Havagazı terkininin değişmesi*: Havagazı daima aynı gazların aynı oranla karışmasından meydana gelmemektedir. İki ayrı tesiste elde edilen havagazının terkininde büyük farklar mevcuttur. Keza aynı tesiste muhtelif zamanlarda elde edilen havagazının terkinde de tamamen aynı değildir. Bundan ötürü, havagazının kalori miktarı da değişir. Bu değişiklik az olmakla beraber deneyin parametrelerine tesir edebilecek durumdadır.

2. *Havagazı basıncının değişmesi* : Günün muhtelif saatlerinde ve hattâ aynı deneyin muhtelif safhalarında gaz basıncı değişebileceğinden, gazın ısıtma gücü de değişir.

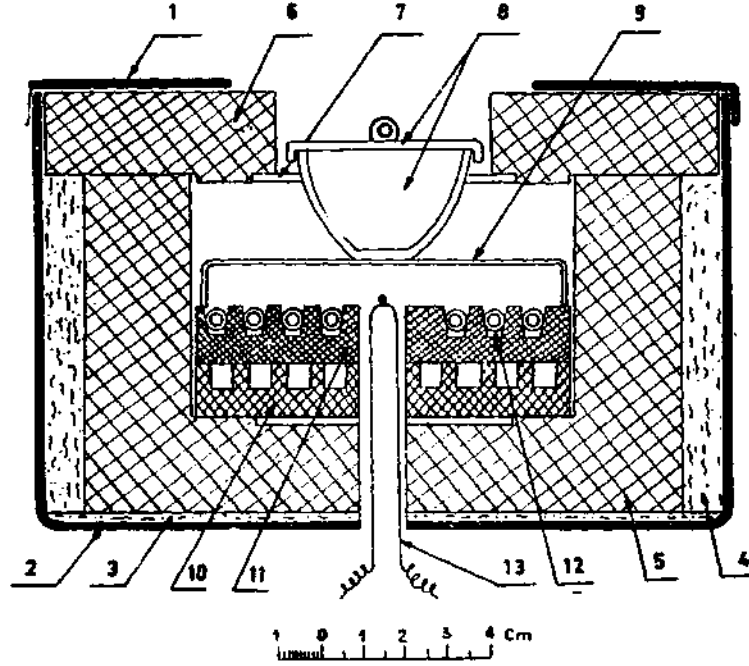
3. *Alev-pota mesafesinin değişmesi* : Alevin ucu sabit olmadığından, alevle pota arasındaki mesafe de sabit değildir. Bundan dolayı ısınma hızı da, alevin ucunun yüksekliğine göre değişiklik gösterir.

### **Elektrik fırın**

Yukarda bahsedilen mahzurların giderilmesi için FSI deneylerinin elektrik fırınında yapılması düşünülmüştür.



Şek. 1 - Pota



Şek. 2 - Elektrik ocağı

- 1, 2 Çelik muhafaza. Kalınlık 2 mm  
 3, 4 Toz manyezyum oksit ve amyant kırıntıları  
 5 Isı muhafaza maddesi. Amyantlı alüminyum ve manyezyum oksit kalınlık : 20 mm; iç çap : 90 mm; iç yükseklik : 57 mm  
 6 Isı muhafaza maddesi. Beş numaralı parçanın aynı  
 7 Ortası delik amyant disk  
 8 Pota ve kapağı (Şek. 1)  
 9 Üstü kapalı kuars silindir yükseklik : 10 mm; kalınlık : 1 mm; dış çap : 86 mm  
 Bu kuars kapak,  
 (1) Isının homojen olarak dağılmasını sağlar; (2) Isıtıcı tel ile pota arasındaki mesafeyi sabit kılar; (3) Ocağın ısıtma eğrisini Teclu başlıklı havagazı ocağının ısıtma eğrisine yaklaştırır; (4) Teli muhafaza eder.  
 10 : Taban refrakter maddesi yükseklik 13 mm; çap : 90 mm  
 11 : Üst parça refrakter maddesi. Boyutları 10 numaralı parçanın aynı  
 12 : Isıtma teli. Metal (krom çeliği) ağırlık : 15-16 gram; direnç : 20 ohm  
 13 : Kromelalümal termoelektrik çifti (kupl)

Fırının yapılmasında şu üç esas gözönünde tutulmuştur :

1. Teclu başlıklı havagazı ocağı ile elektrik fırınının potayı ısıtma eğrisinin aynı olması lâzımdır.
2. Bilhassa 90 ıncı saniyeye isabet eden kritik noktada ısının belirli bir dereceye çıkması lâzımdır.
3. Seri halinde deneylerin aralıksız yapılabilmesi için fırının ısı dengesinin müsait olması lâzımdır.

İşte bu hususiyetleri ihtiva eden bir elektrik fırını Bolivya Millî Kömür Enstitüsünden R. Martinez Cayol ve L. Rodriques Pire tarafından yapılmış ve A.B.D. Illinois Üniversitesi laboratuvarlarında muvaffakiyetle tatbik edilerek geliştirilmiştir.

#### **Fırının kullanılması**

İçinde pota ve kapağı bulunan fırın 110 voltluk cereyana bağlanır. Devreye bir ampermetre ile bir de değişken reosta ilâve edilir. Bir termokupl da ayarlandıktan sonra miliampermetre ile Şekil 2 de gösterilen yerine konur. Reostanın direnci, 5-6 amperlik cereyan geçinceye kadar yavaş yavaş düşürülür. Bu sıralarda hararetin 820°C olması lâzımdır. Fırının hararetini 820°G de sabit tutan akımın kaç amper olduğu reosta ayarlanmak suretiyle bulunur. Soğuk pota, önceden ısıtılmış fırına konursa, 90 saniye sonra hararet 800°C + 10°C ye ve 150 saniye sonra da 820°C+5°C ye çıkar. İyi yapılmış bir fırında deney süresince aynı akım kullanılır. Şayet fırının ısı dengesinde bir noksanlık varsa, reosta ayar edilmek suretiyle zaman-ısı eğrisinin kritik noktalarında kaç amperlik akım kullanılacağı bulunabilir.

Elektrik fırını ile FSI değerleri Teclu başlıklı havagazı ocağında yapıldığı gibi tesbit edilir.

#### **MUKAYESE VE NETİCE**

Muhtelif kömürlerin FSI değerleri her iki metodla da ölçüldü. Teclu başlıklı havagazı ocağının verdiği değerlerin ortalaması ile elektrik fırınının verdiği değerler arasında her hangi bir fark bulunamamıştır.

Elektrik fırınında yukarda bahsedilen mahzurların olmayışı ve kullanılmasının da diğerine nazaran daha kolay ve çabuk olması, elektrik fırınının tercih edilmesine âmil olmuştur.

#### **B İ B L İ Y O G R A F Y A**

- CAYOL, R. M. & PIRE, L. R. (1953) : Nevv model of electric furnace for determining the crucible swelling number of coking coal. *Bol. In form. Inst. Nac. Carbon II*, 12, s, 12-22.
- CHAKRAVERTY, N. (1959) : Determination of the FSI by electric heating method. *Ul Eng. Exp. Sta. Pub.*
- SUNAY, N. H. (1960) : influence of additives on the coking properties of Illinois Coal Seam no. 6. *University of Illinois, M. Sc. Thesis.*