

*Türkiye 14 Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı 02-04 Haziran 2004, Zonguldak, Türkiye*  
*Proceedings of the 14th Tın Key Coal Congress, June 02-04, 2004, Zonguldak, Turkey*

## **SEYİTÖMER LİNYİT İŞLETMESİ (SLİ) KÖMÜRLERİNİN BEKLEMeye BAĞLI OLARAK ISIL DEĞER DEĞİŞİMİ**

**THE CALORIFIC VALUE VARIATION ACCORDING to DURATION  
TIME of LIGNITE COALS EXCAVATED in SEYITOMER COAL  
ENTERPRISE (SLE)**

**Hakan AYKUL**, *Dumlupınar Üniversitesi, Muh Fakültesi, Kütahya*  
**Hamdi AKÇAKOCA**, **İsmail BENTLİ**, *Dumlupınar Üniversitesi, Muh Fak, Kütahya*

### **ÖZET**

Bu çalışma, Seyitömer Linyit İşletmesi'nde (SLİ) üretilen kömürlerin beklemeye bağlı olarak nem, ısı ve kül değerlerinin değişim mekanizmasını araştırmayı amaçlamıştır. Bu amaçla, temsili alınan örnekler açık alanda, üstü kapalı açık alanda ve oda şartlarında serilerek bekletilmiştir. Her bir alandaki her bir örnek için 1., 4., 7. ve 14. gün sonunda nem, ısı ve kül değişimleri belirlenmiştir. Sonuç olarak termik santral için üretilen linyitin 7 gün, piyasaya verilecek linyitin ise 14 ile 30 gün arasında bekletilmesinin, beklemeye bağlı kalori artışı açısından en optimum süreler olduğu tespit edilmiştir.

### **ABSTRACT**

In this study, the changing mechanism of moisture, calorific and ash content values related to duration time of coal in different conditions, excavated in SLE has been investigated. For this aim, the representative examples have been spreaded out in three different situations (open air, upper side covered open air and room conditions) and certain duration periods. For each specimen the moisture, calorific and ash variations have been determined after 1, 4, 7 and 14 days duration time. The changing periods of these variations according to duration time have been evaluated. As a result, the optimum duration time were determined 7 days for power plant and between 14-30 days for the market for the point of view of calorific values increase.

## 1. GİRİŞ

Tüm yönleriyle kalite, diğer sektörlerde olduğu gibi "Madencilik Sektörü'nde" de giderek önem kazanan bir kavramdır. Bunun en önemli nedenleri müşteri beklentilerindeki artış, teknolojik gelişim ve artan rekabettir. Özellikle kömür madenciliğinde üretilen kömür kalitesinin kontrolü, çevresel kısıtlamalar ve termik santrallerde üretilen elektrik randımanı açısından önemlidir.

Termik santrallerde elektrik üretim kayıpları, teknolojik kayıplar ve işletmecilik kaybından kaynaklanır. Teknolojik kayıplar toplam kayıpların büyük bir bölümünü oluşturmakta olup günümüz koşullarında önüne geçilemeyen kayıplardır, işletmecilikten kaynaklanan kayıpları etkileyen en önemli faktör ise termik santral kazanlarında kullanılan yakıtın özellikleridir. Linyitin özellikleri diğer kayıp faktörlerini dolaylı olarak etkilemektedir. Çünkü, kömür yakan termik santrallerde yüksek performans ve verimli üretim, ancak kullanılan kömürün fiziksel ve kimyasal özelliklerinin kazanın tasarım özelliklerine uyumlu olmasıyla başılır. Kazan tasarım özelliklerine uymayan kömür elektrik üretim verimini azalttığı gibi, yakma sistemine de zarar vererek bu sistemin ekonomik ömrünü azaltmaktadır. Bununla beraber termik santrale kazan standartlarının altında veya kısa bir periyotta çok değişken kalitede kömürün beslenmesi kömürü satan firma içinde ceza uygulamasına sebep olmaktadır (Aslan, 1996).

Madencilikte kalite iyileştirme uygulamaları gittikçe önem kazanmaktadır. Kömür madenciliği içinde geçerli olan bu uygulamalar, dört ana başlık altında incelenebilir. Bunlar; üretim kazı sırasında kalite iyileştirme yani seçimli madencilik (Aykul, 1999), cevher hazırlama ve zenginleştirme yöntemleri (Atak ve Önal, 1991), harmanlama-homojenleme (Ünlü vd, 1999) ve son olarak da kömürde olduğu gibi cevherin kazılmasından müşteriye şevkine kadar bekletilmesiyle iyileştirme olarak sayılabilir. Diğer yöntemlerin yanında kömürün beklemeye dayalı olarak kalite değişim mekanizmasının da sağlıklı bir süreç içinde belirlenmesi gerekmektedir.

Termik santralin kullandığı kömür özellikleri, santrale kömür veren kuruluşlarla yapılan anlaşmalara göre belirlenmektedir. Bu anlaşmalar kömür veren kuruluşlara ürettikleri kömürün termik santralin kullanımına uygun özellikte olması konusunda belirli yükümlülükler getirmektedir. Termik santrallere kömür veren pek çok kuruluş kömür kalitesini sağlıklı bir şekilde kontrol edemediğinden dolayı bu anlaşmalar çerçevesinde termik santrallere ceza ödemektedirler.

Kömür için kalite kriterleri; kalori değeri, kül, nem, uçucu madde ve bünyesindeki kükürt miktarı gibi yapısal özelliklerdir. Bu özellikler kömürün oluşumu ile ilgili hususlardır ve bu kriterlerin istenen düzeyde olması kömürün pazardaki satılabilirliğini arttıran faktörlerdir. Bunun dışında üretim sırasında dış etkenlerden örneğin yan taşın kömüre karışması, yağış nedeniyle kömürün ıslanması gibi hususlardan dolayı kalite önemli ölçüde değişmektedir (Saltoğlu, 1991).

Ülkemiz linyit rezervlerinin büyük bir kısmı düşük kalorili olması sebebiyle ekonomik kullanım açısından termik santrallerde, elektrik üretiminde değerlendirilmektedir, işletmelerden piyasaya ve termik santrallere verilen kömürdeki kaliteyi düşüren ve

müşteri ile kalite problemlerine neden olan en önemli etkenler killi ara kesmeler ve yüksek nem içeriğidir. Yaş yıkama teknikleriyle yumuşak linyitlerin bu safsızlıklardan uzaklaştırılma güçlüğü, işletmeleri kalite iyileştirmede harmanlama, seçimli kazı gibi yöntemlere yöneltmiştir. Bununla beraber, beklemeyle bağlı olarak kömür kalitesinde bir iyileşme olduğu bilinmesine ve uygulanmasına rağmen bu iyileşmenin zamana bağlı olarak ne ölçüde gerçekleştiği de, belirlenmesi gereken bir konudur.

Nem nakliye, stoklama ve yakma işlemlerinde gereksiz bir yük oluşturduğu gibi kömürün kalori değerini de düşürmektedir (Atak ve Önal, 1991). Ayrıca kömür yandığı zaman açığa çıkan enerjinin bir kısmı nemin uzaklaştırılması için harcanmaktadır (Ateşok, 1986). Linyitlerde nem oranı %8-75 arasında büyük değişimler gösterir. Yumuşak linyitler %35-75, sert linyitler %8-35 arasında nem içerirler. Kömürlerdeki nemin büyük bir kısmı atılarak kömürün kalorifik değeri artırılabilir ve bu olay kömürlerin havada kurutulmasıyla da gerçekleştirilebilmektedir. Havada kuruma durumuna göre, kömür nemi kaba ve higroskopik nem olarak ikiye ayrılır. Hava sıcaklığı ve havanın higroskopik nem oranına bağlı olarak herhangi bir termik işlem olmaksızın, oda sıcaklığında kömürün kaybettiği neme kaba nem, kömürde geride kalan neme ise higroskopik nem adı verilmektedir (Kemal ve Aslan, 1999). Kömürler hava şartlarına ve özelliklerine bağlı olarak farklı oranda kaba nemini kaybederler. Semerkant vd. (1991) Seyitömer linyitleri ile yaptıkları açık havada kurutma işleminde kömürün nem kaybı nedeni ile dağıldığını ve cebri kurutma sisteminin ise çok maliyetli olduğunu bildirmektedir. Ancak bu çalışmada ise Seyitömer bölgesinde üretilen kömürlerin termik santrale verilmesi düşünüldüğünden nem kaybı nedeniyle oluşan tozlanmanın herhangi bir sakıncası yoktur.

## 2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

### 2.1 Malzeme

Seyitömer Linyitleri işletmesi (SLİ), Kütahya il merkezinin 20 km. kuzeybatısındadır. SLİ'de dragline-ekskavatör-kamyon açık işletme sistemi uygulanmaktadır (Anon, 2004). 1999 yılında üretilen linyit kömürü, piyasaya +100 mm boyutunda 1 milyon ton, termik santrale -200 mm boyutunda 6.5 milyon ton iken, 2002 yılında bu rakamlar piyasaya 500 bin ton, termik santrale 4.7 milyon tona kadar düşmüştür. Tahmini olarak 2003 yılında ise bu rakamların piyasaya 500 bin ton, termik santrale ise 3.5 milyon ton olacağı yönündedir (Bohur, 2003). Seyitömer termik santralının kurulu gücü 4x150=600 MW'dir ve ülkemizde kömüre dayalı olarak çalışan termik santraller içinde önemli bir yeri vardır (Şengüler vd, 1998).

Seyitömer linyitlerinin kül, kalori ve nem özelliklerinin bekleme ile değişimini belirlenmek amacıyla, üretim yapılan A, B ve Dragline panolarından 25'er kg temsili numune alınarak tek numune haline getirilmiştir. Denemelerde kullanılan linyitin özellikleri Çizelge 1'de gösterilmektedir.

Çizelge 1. Seyitömer linyitlerinin orijinal bazda kısa analiz sonuçları.

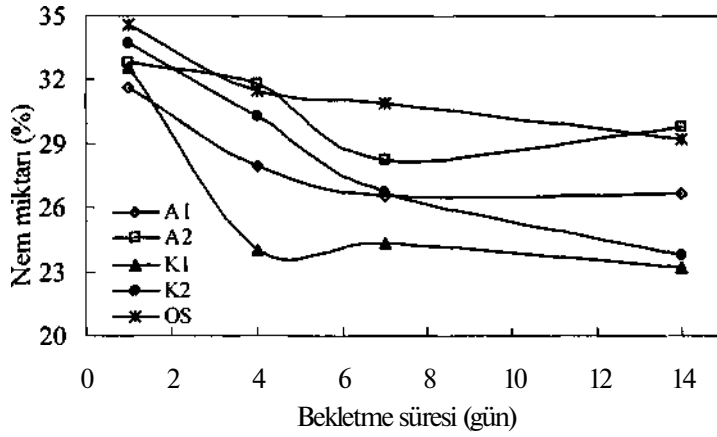
Analiz	Nem (%)	Kül (%)	Toplam Kükürt (%)	Alt Isı Değeri (kcal/kg)
Seyitömer Linyit	34.30	43.33	1.34	1996

Çizelge 1'den görüldüğü gibi orijinal bazda %34.3 nem içeren Seyitömer linyitleri yumuşak linyit sınıfına girmektedir. Seyitömer kömürlerinde yapılan mineralojik incelemelerde, kömür ve inorganik maddelerin iç içe olduğu (Koca vd, 1996), ayrıca kömürün içindeki bu kil ve kalsit taneciklerinin linyitten farklı su emme ve kaybetme özelliğine sahip olduğu tespit edilmiştir (Koca, 1997).

## 2.2 Yöntem

Üretim panolarından alınan temsili numune çeneli kırıcıda 50 mm altına kırılmış ve konileme-dörtleme ve bıçaklı ayırıcı ile 5 eşit parçaya ayrılmıştır. Numunelerin iki adedi yağış alan açık alanda (A1, A2), iki adedi etrafı açık yağış almayan üzeri kapalı alanda (K1, K2), bir adedi de normal oda şartlarında (OS, 20°C) bekletilmiştir. Her numuneden 1., 4., 7. ve 14. günlerin sonunda örnekler alınarak analizleri yapılmıştır.

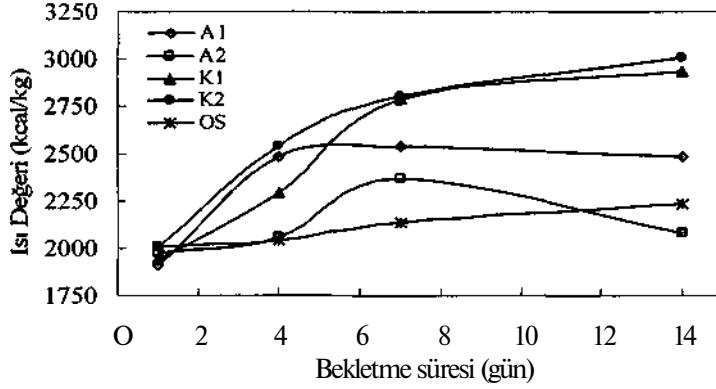
Beklemeye bağlı olarak numunelerin gün bazındaki nem değişimleri Şekil 1'de, kalori değişimleri Şekil 2'de, kül değişimleri ise Şekil 3'de gösterilmektedir.



Şekil 1. Seyitömer linyitlerinin beklemeye bağlı olarak nem değişimi.

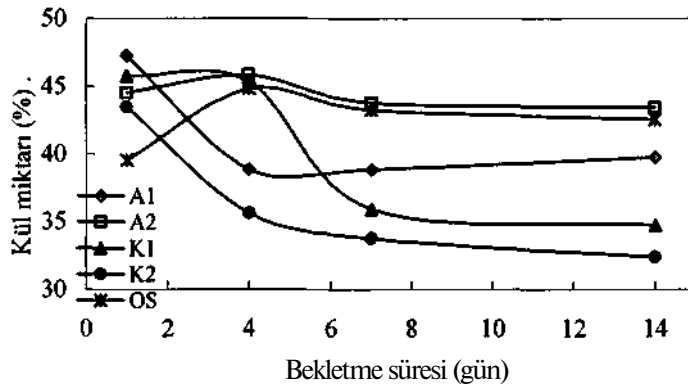
Şekil 1'deki eğilim Seyitömer linyitlerinin beklemeye bağlı olarak kaba nemini kaybettiğini göstermektedir. Numuneler kaba nemlerini 7. güne kadar hızla, daha sonraki günlerde ise yavaşça kaybetmektedir. Bu değişimin en etkili olduğu ortam, rüzgar alması nedeniyle üzeri kapalı etrafı açık ortamdır. Açık alanda bekletilen numuneler kış şartlarına bağlı olarak 14 gün bekletme süresinde 3 gün boyunca yağış almıştır. Şekil 1'de açık alanda bekletilen numunelerindeki nem artışı bu nedenden dolayıdır.

Kalorimetre ölçümleri İKA C-2000 marka adyabatik kalorimetre cihazında yapılmıştır. Şekil 2'de görüldüğü gibi kalori, nemin azalması ile orantılı olarak artmaktadır. Ancak ısı değerlerinde 7. günden sonra belirgin bir değişim tespit edilememiştir. 7. günden sonra kalori değerinde çok az değişimin nedeni ise linyitin oksitlenmesidir. Bilindiği gibi Seyitömer gibi genç linyitlerin özelliklerinde biri oksitlenme hızlarının yüksek olmasıdır (Kemal, Arslan, 2000; Kaya, 2000; Eroğlu 1993). Kömürün oksidasyonu ise



Şekil 2. Seyitömer linyitlerinin beklemeye bağlı olarak ısı değeri değişimi.

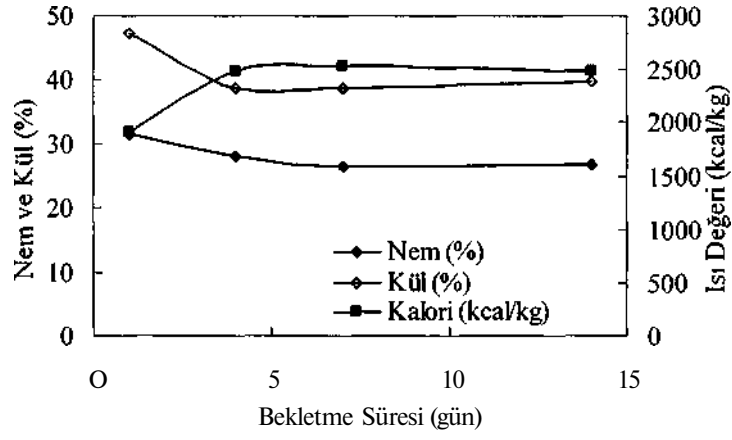
suyu itme kabiliyetini azaltmaktadır (Lekili, 1985). Yani oksitlenme nedeniyle kömürün kaba nem kaybı geçen süreyle birlikte azalmaktadır. Kalori değerinde optimum bekletme süresi Şekil 2'den görüldüğü gibi açık alan için 7 gün, kapalı alan için ise 14 gündür. Tüm denemelerde başlangıca göre kalori değerinde belirli bir miktar artış tespit edilmiştir.



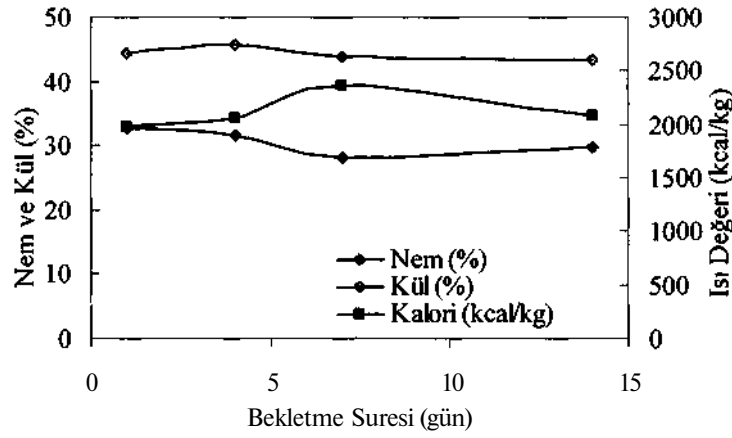
Şekil 3. Seyitömer linyitlerinin beklemeye bağlı olarak kül değişimi.

Şekil 3'de görüldüğü gibi Seyitömer linyitlerinde beklemeye bağlı olarak kül miktarlarında çok az olsa azalma tespit edilmiştir. Bu sonuç daha önce yapılan Seyitömer bölgesi ocak projesi ile uyumludur (Sofralec, 1967).

Konutlarda ısınma amacı ile kullanılan Seyitömer linyitleri kapalı alanda (kömürlüklerde) stoklanmaktadır. Stoklanmış bu kömürlerin uzun süre bekletilmesinden kaynaklanan kalori değeri artışı görülmesi doğaldır. Yapılan çalışma sonunda kalori değerinin kapalı ortamda yaklaşık 30 günlük bir bekleme süresi sonunda 2000 kcal/kg'dan 3050 kcal/kg kadar çıktığı tespit edilmiştir. Bu nedenden dolayı konutlarda yakılan kömürün aylık olarak alınıp tüketilmesinin daha uygun olacağı düşünülmektedir.

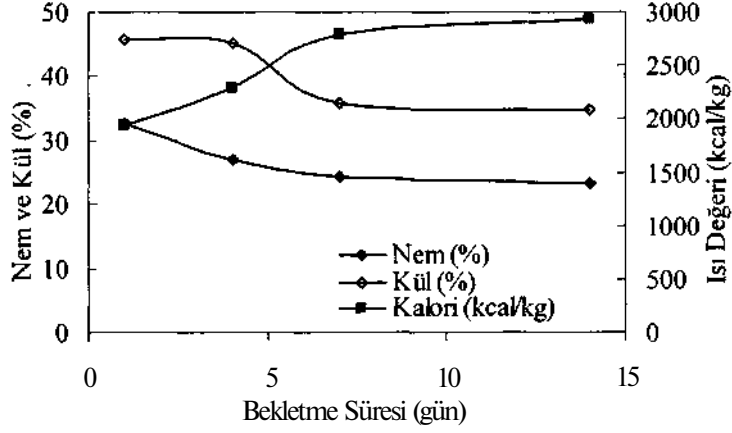


Şekil 4. Açık alan 1 (A1)'de kül, kalori, nem değişimi.

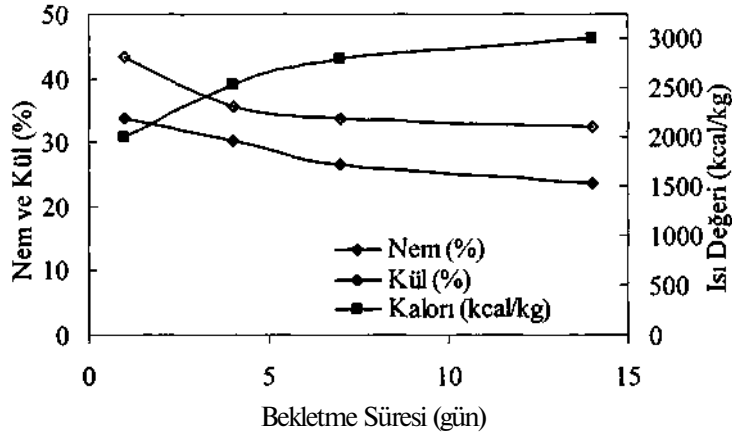


Şekil 5. Açık alan 2 (A2)'de kül, kalori, nem değişimi.

Açık alanda yapılan bekletmenin yağış alan kış şartlarında yapılması nedeniyle belirgin bir nem azalması görülememiştir. Buna bağlı olarak da kalori artışı sınırlı düzeyde kalmıştır. 2000 kcal/kg olan kalori değeri 7. gün sonunda 2500 kcal/kg' yükselmiştir (Şekil 4 ve 5). 7. günden sonraki kalori düşmesinin nedeninin oksitlenme olduğu düşünülmektedir.



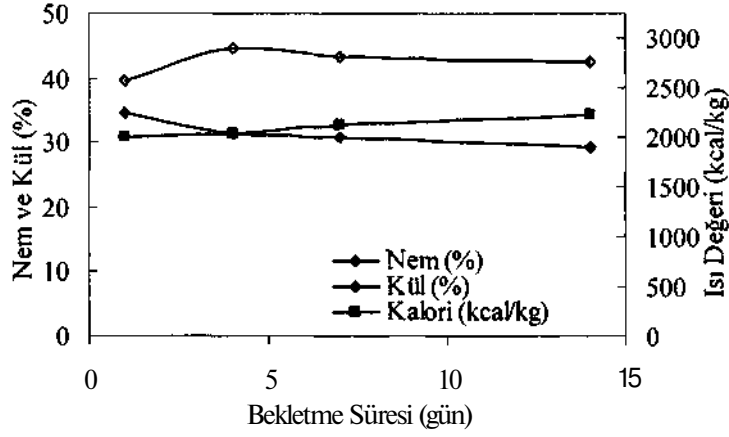
Şekil 6. Kapalı alan 1(K1)'de kül, kalori, nem değişimi.



Şekil 7. Kapalı alan 2(K2)'de kül, kalori, nem değişimi.

Üstü kapalı etrafı açık alanda yapılan bekletme sürelerinde 15.gün sonunda nem oranı %34,3'den %23,5'lere kadar azalmaktadır. Buna bağlı olarak kalori değerleri de 3000 kcal/kg değerlerine kadar artmıştır (Şekil 6 ve 7). Bekletme süresine bağlı olarak nemin azalması ile kalori artmaktadır. Kömürün kalorisinin artması ile kül içeriğinde bir miktar azalma görülmektedir. Bu durum Seyitömer bölgesi kömürlerinin yapısal bir özelliğidir (Sofralec, 1967)

Seyitömer linyitleri oda sıcaklığında (20°C) bekletildiğinde kaba nemini daha uzun sürede kaybetmektedir. Bu durum kalori artışının daha sınırlı düzeyde artmasına neden olmaktadır (Şekil 8).



Şekil 8. Oda koşullarında (OS) kül, kalori, nem eğişi.

### 3. SONUÇLAR ve ÖNERİLER

Bu çalışmada, Seyitömer Linyit İşletmesinde üretilen kömürlerin beklemeye bağlı olarak, yağış alan açık alanda (A1 ve A2) ilk 7 günde kaba nemini kaybettiği ve kalori değerinin 2000 kcal/kg'dan 2500 kcal/kg'a çıktığı, daha sonraki günlerde ise oksidasyon nedeniyle kalori değerinde belirgin bir artışının olmadığı belirlenmiştir. Yağış almayan kapalı alanda (K1 ve K2) ise ilk 15 günde linyitin nemini kaybettiği buna bağlı olarak kalori değerinin 2000 kcal/kg'dan 3000 kcal/kg'ına yükseldiği ve oksidasyonun ise daha geç başladığı tespit edilmiştir. Ancak, kalori değerindeki bu verimli yükselişe rağmen termik santral stok sahasını yağış almayacak şekilde bir kapatma sistemi ile kapatmanın fayda-maliyet açısından fizibilitesinin yapılmasının gerektiği görülmektedir. Oda sıcaklığında (OS) bekletilen linyitte ise beklenen aksine hızlı bir kalori artışı görülmemektedir.

Seyitömer linyitleri ile yapılan tüm denemelerde bekletme süresine bağlı olarak kül ile kalori arasında ters bir ilişki vardır. Nem bunlardan bağımsız bir şekilde rüzgar (hava akımı) ile ilişkilidir. Hava akımı, Seyitömer linyitleri kaba nemini daha kolay bir şekilde bünyeden uzaklaştırılmasına neden olmaktadır.

Bu sonuçlara göre Seyitömer linyitlerini stok sahasında 7 gün bekletip daha sonra termik santralde yakıt olarak kullanmanın daha verimli olacağı sonucuna varılmıştır.

### 4. KAYNAKLAR

- Anon (2004) [http://www.sli.gov.tr/uretim\\_faaliyet.html](http://www.sli.gov.tr/uretim_faaliyet.html), Seyitömer Linyitleri İşletmesi.
- Atak, S. ve Önal, G. (1991) Kömür Hazırlama ve Tesisleri, *Kömür*, (ed) Kural, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, s. 236- 274.



- Ateşok, G.** (1986) *Koimtr Hazırlama*, istanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, 190 s.
- Ay kul, H.** (1999) *Selection of Selective Mining Methods and Equipment at Coal Seams Containing Interburden*, Ph.D Thesis, Dokuz Eylül University, 210 s.
- Bohur, H.** (2003) Kişisel görüşme, SLİ Etüd-Proje Dairesi, Kütahya.
- Eroğlu, N. and Gouws, M.J.** (1993) Kömürün Kendiliğinden Yanmasına Ait Kuramlar, *Madencilik*, Maden Mühendisleri Odası, Cilt.32, No.2, Ankara, s. 13-17.
- Kaya, M.** (2000) *Akım Şeması Geliştirme Teknikleri Ders Notları*, Osmangazi Üniversitesi, Yayınlanmamış, Eskişehir.
- Kemal, M. ve Arslan V.** (1999) *Komur Teknolojisi*, Dokuz Eylül Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yayınları No:33, İzmir, 373 s.
- Koca, H.** (1997) Bazı Türk Linyitlerinin Açık Havada Dağılılılılık Özelliklerinin Belirlenmesi, *Madencilik*, Maden Mühendisleri Odası, Cilt.36, No.4, s. 15-20.
- Koca, H. Kaya, M. ve Bozkurt, R.** (1996) Seyitömer Bölgesi Linyitlerinin Açık Havada Dağılılılılık Özelliklerinin Belirlenmesi, *Türkiye 10 Komur Kongresi*, Maden Mühendisleri Odası, Zonguldak, s. 151-158.
- Lekili, M.** (1985) Okside Kömürün Karakteristikleri ve Kömür Hazırlama Tesisi Performansına Etkisi, *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 9 Kongresi*, Maden Mühendisleri Odası, Ankara, s. 315-323.
- Saltoğlu, S.** (1991) Kömür Üretim Yöntemleri ve Kömür Kalitesine Etkisi, *Komur*, (ed) Kural, İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul, s. 153- 188.
- Semerkant, O. Kemal, M. Eroğlu, A. ve Arslan, V.** (1991) Seyitömer Bölgesi Kömürlerinin Yıkama Yoluyla Değerlendirilebilirliğinin Etüdü, *Türkiye Madencilik Bilimsel ve Teknik 12 Kongresi*, Maden Mühendisleri Odası, Ankara, s. 331-341.
- Sofraleç, (1967)** Seyitömer Termik Santrali Projesi I.Kısım Ocak Amenajmanı, T.C. Elektrik İşleri Etüd İdaresi, Ankara.
- Şengüler, İ. Sonel, N. ve Şener, M.** (1998) Seyitömer (Kütahya) Bitümlü Marnlarının Termik Santralde Linyit ile Birlikte Değerlendirilmesi, *Türkiye 11.Komur Kongresi*, Maden Mühendisleri Odası Zonguldak Şubesi, Bartın, s. 221-228.
- Ünlü, M. Doğan, H. ve Civelekoğlu, S.** (1999) Termik Santrallere Yeterli Miktar ve Kalitede Kömür Beslemenin Önemi, / *Batı Anadolu Hammadde Kaynakları Sempozyumu*, İzmir, s. 120-129.

