

*Turhye 14. Kömür Kongresi Bildiriler Kitabı, 02-0-1 Haziran 2004 Zonguldak, Türkiye
Proceedings of the 14 th Turkey Coal Congress, June 02-04, 2004, Zonguldak, Turkey*

MÜZRET (YUSUFELİ-ARTVİN) KÖMÜRLERİNİN ÖZELLİKLERİNİN ARAŞTIRILMASI

INVESTIGATION OF THE PROPERTIES OF MÜZRET (YUSUFELİ- ARTVİN) COALS

İbrahim ALP *KTÜ, Müh-Mim Fak, Maden Müh. Bölümü, 61080 Trabzon*
Tuncay USLU, Mithat VICIL, A. Osman YILMAZ, Hacı DEVECİ
KTÜ, Müh-Mim Fak, Maden Müh. Bölümü, 61080 Trabzon

ÖZET

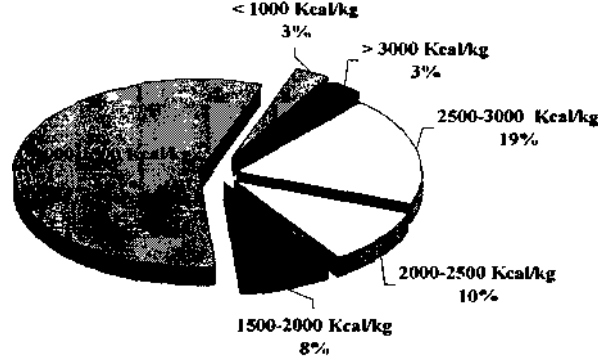
Bu çalışmada, Müzret (Yusufeli-Artvin) kömür örneklerinin petrografik, fiziksel ve teknolojik özellikleri araştırılmıştır. Petrografik incelemeler sonucunda; kömür örneklerinin %71'inin maseraller ve %29'unun minerallerden oluştuğu bulunmuştur. Maseraller içerisinde en yaygın grubu vitrinitler (%55) oluşturmaktadır. Müzret kömürleri, kuru-külsüz bazda, %14,03-32,64 uçucu madde ve %85,97-67,36 sabit karbon içeriği ve 8521-8641 kcal/kg (35676-36178 kJ/kg) üst kalorifik değeri ile ASTM sınıflamasına göre düşük ve orta uçuculu bitümlü kömür olarak sınıflandırılabilir. Kömür örnekleri sınıf özelliklerine de uygun olarak ufalanabilirliğinin yüksek olduğu bulunmuştur. Yüksek ufalanabilirliği nedeniyle Müzret kömürleri (-2 cm) 8 t/saat kapasiteli tesiste briketlenerek pazarlanmaktadır.

ABSTRACT

In this study, petrographical, physical and technological properties of the Müzret (Yusufeli-Artvin) coal samples were investigated. The results of petrographical analyses showed that the coal samples are composed of macerals (71%) of vitrinite (55%) as the most abundant phase and minerals (29%) including pyrite, calcite and clay minerals. The Müzret coals, on a dry and ash-free basis, have 14.03-32.64% volatile matter and 85.97-67.36% fixed carbon contents, and a gross calorific value of 8521-8641 kcal/kg (35676-36178 kJ/kg). They can be classified as "low" and "medium" volatile bituminous coal according to the ASTM coal classification. In agreement with the properties of these types of coals, the samples showed a low stability for drop shatter test i.e. high grindability. Due to their high friability, the Müzret coals of -2 cm in size are currently separated and processed in a briquette plant before being marketed.

1. GİRİŞ

Ülkemiz kömür rezervleri bakımından önemli bir potansiyele sahip olup; 8,3 milyar ton linyit rezervleri ve 65 milyon ton yıllık üretimi ile rezerv ve üretim bazında sırası ile dünyada 7. ve 6. sıradadır (DPT, 2001). 2002 ve 2003 yılı üretiminin 52 milyon ton civarında olduğu tahmin edilmektedir. Linyit rezervimizin belirli kabuller doğrultusunda statik ömrü 156 yıl dinamik ömrü ise 80 yıl olarak hesaplanmaktadır (Yılmaz ve Arıoğlu, 2003). Türkiye'de bilinen linyit rezervinin sadece % 3,5'u 3000 kcal/kg (12560 kJ/kg) ısıl değerin üzerindedir. (Şekil 1).



Şekil 1. Türkiye linyit rezervinin kalorifik değerlerine göre sınıflaması (Unver, 1994).

Isınma ve sanayi amaçlı kömür ithalatı büyük şehirlerimizde yaşanan hava kirliliğine bağlı olarak 1986 yılından beri artarak sürmektedir. Bu yük, 2000 yılında yaklaşık 18 milyon ton karşılığı 950 milyon USD değerindedir. Bu durum kömür içermesi muhtemel örtülü havzalarının modern yöntemlerle aranmasını ve kömür kaynaklarımızın değerlendirilmesini hedefleyen yeni enerji politikalarının oluşturulması gerekliliğini ortaya çıkarmaktadır. Türkiye toplam linyit rezervinin yaklaşık %85'i görünür rezerv kategorisindedir. Kömürün jeolojik olarak bulunması mümkün olan 110 bin km²'lik alanda kömür arama, ağırlıklı olarak jeolojik harita alımı yoluyla MTA tarafından yapılmıştır ve 40.063 km Tik kısmının da detay etütleri yapılarak rezervleri belirlenmiştir (DPT, 2001).

Nakliye, kömür maliyetini artıran önemli bir faktördür. Maliyetin düşürülmesi, yerli kömürün ithal kömürle rekabetini sağlayan faktörlerden biri olacağından işletilebilir yeni kömür rezervlerimizin bölgesel tüketimleri karşılamak için üretime alınması gerekmektedir. Artvin-Yusufeli-Müzret kömürleri bu çerçevede değerlendirildiğinde hem detaylı etütlerin yapılmamış olması ve hem de kalorifik değerinin oldukça yüksek olması nedeniyle incelenmesi gerekli kömürlerden biri olarak görülmektedir. Bu çalışmada Artvin-Yusufeli-Müzret kömürlerinin petrografik, fiziksel ve teknolojik özellikleri araştırılmıştır.

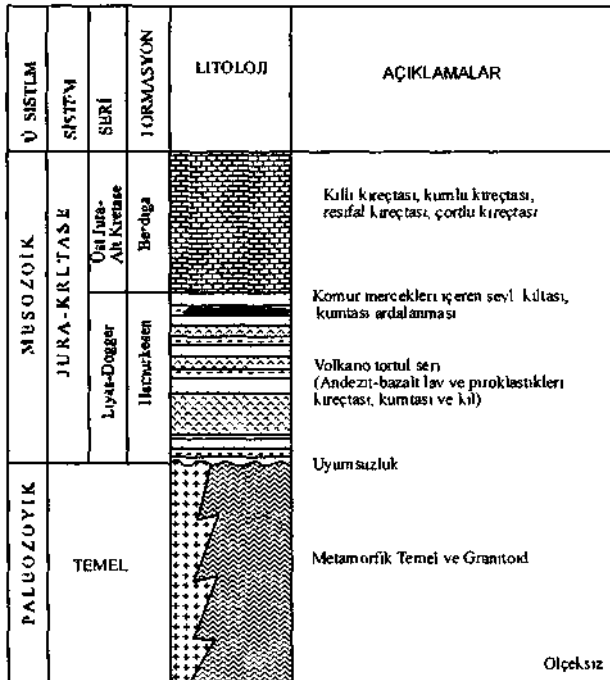
2. MÜZRET (YUSUFELİ) BÖLGESİ GENEL JEOLJİK ÖZELLİKLERİ

Müzret kömür sahası, Artvin iline bağlı Yusufeli ilçesinin 10 km güneybatısında bulunmakta ve Tortum G47 a2 paftaları içerisinde yer almaktadır (Şekil 2).

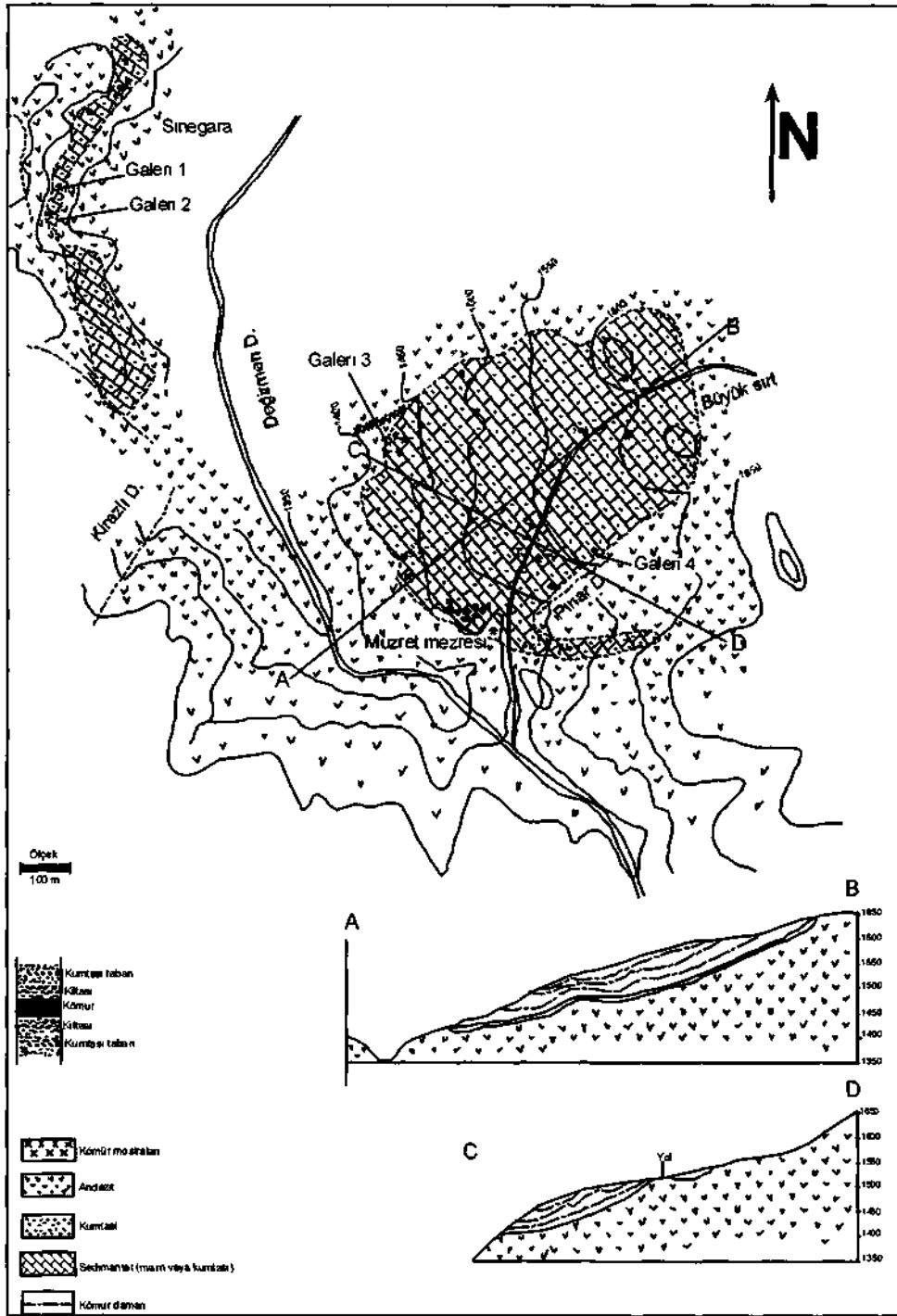


Şekil 2. Yerbulduru haritası

Çalışma konusu bölgede temel kayalar, metamorfik kayalar ve bunlara sokulum yapmış granitoidler oluşturmaktadır. Bu temel üzerine uyumsuz olarak volkanosedimanter kayalardan oluşan Liyas-Dogger ve Üst Jura-Alt Kretese yaşlı birimler gelmektedir (Korkmaz ve Baki, 1984; Saraloğlu vd. 1992; Kandemir, 1998). Liyas-Dogger yaşlı Hamurkesen Formasyonunun en üst kesiminde 10-30 m kalınlığında şeyi, kiltası, kumtaşı ve ara katmanlarda kömür içeren bir istif bulunmaktadır (Şekil 3-4).



Şekil 3. Bölgenin geliştirilmiş dikme kesiti ve kömürlerin konumu (Cebi, 1998).



Şekil 4. Yusufeli-Müzret mevkii jeolojik haritası ve örnek alınan galerilerin konumları (Zengin, 1955).

Bölgede ilk kömürleşme süreci Erken Liyastaki sığ bataklık ortamlarında gelişmiş ve sonrasında bu bataklık ortamları hızlı bir şekilde denizel ortama dönüşerek kalın volkano-tortul çökeller gelişmiştir. Havza Doggerde dolmuş ve tekrar sığlaşmıştır. Bölge geç Doggerde tekrar deniz ortamına dönmüş ve Alt Kretase sonuna kadar karbonat çökelmiştir (Korkmaz, 1995). Bölgedeki kömür mostraları zaman zaman denizle irtibatlı küçük havzalarda gelişmiştir. Sübsidans karakterde gelişen havzada çekelimin süratli olması kömürleşmenin gelişimini engellemiş ve bunun sonucunda ince kalınlıkta, kısa mesafelerde son bulan kömür damarları oluşmuştur (Cebi, 1998).

inceleme alanındaki kömür mostraları Müzret yaylasında yerleşim alanı yakınlarında ve Sinegara tepesinde görülmektedir. Burada, kömür kalınlıkları 0,5-3 m arasında değişen ve aralarında kilit seviyeleri bulunan 3 damar halinde bulunmaktadır. Tabanda kilit tabakaları ve tavanda ise tuf-kumtaşı karakterli tabakalar bulunmaktadır (Şekil 4). Kömürlü zonun toplam kalınlığı 15 m kadardır. Müzret mezarısı sedimanter sahası 0,25 km²lik bir alan kaplamaktadır.

Müzret mezarısı batısında ve 500 m mesafede bulunan Sinegara mevki bölgenin devamı olarak gözükmemektedir. Arada bulunan bölgenin aşınma sonucu kaybolmuş olması kuvvetle muhtemeldir. Bölgenin şiddetli tektonik hareketler geçirmiş olması kömür damarlarının takip edilmesini zorlaştırmaktadır. Bölgede yaklaşık 250.000 ton kömür rezervinin olduğu tahmin edilmektedir (Gökmen vd., 1993). Kömürlü seviyenin üzerinde 15-50 m arasında değişen örtü tabakası bulunmaktadır (Zengin, 1955).

3. MÜZRET (YUSUFELİ) KÖMÜRLERİNİN ÖZELLİKLERİ

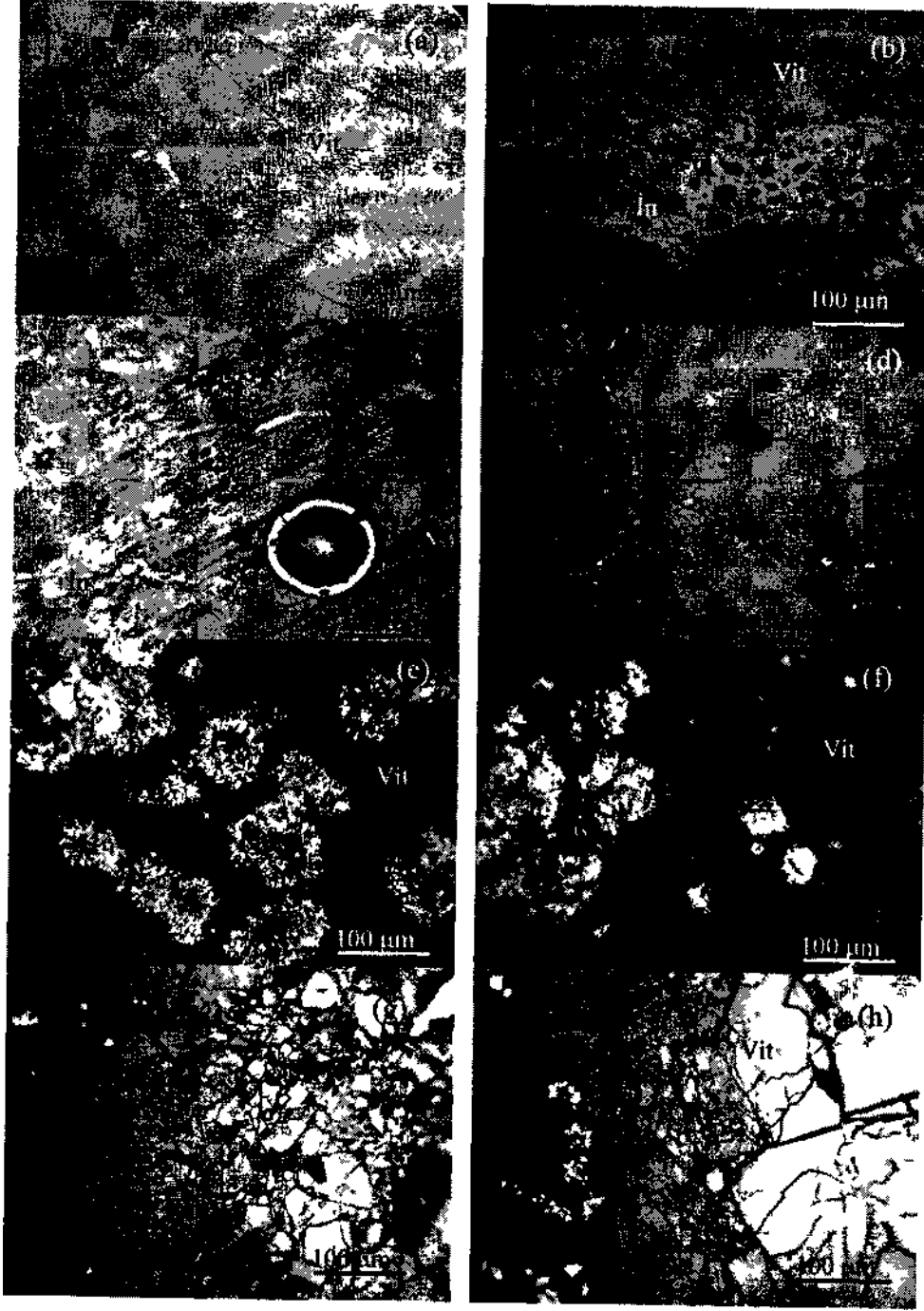
Bölgede günümüze kadar sadece jeolojik arama çalışmalar yapılmıştır. Bu çalışma ile bölge kömürlerinin çeşitli özellikleri araştırılmıştır. İncelemeye esas örnekler, üretim (Galeri 1 ve 2) ve arama (Galeri 3 ve 4) galerilerinden üretim ve arama amaçlı üretilmiş kömürlerden örnekleme yolu ile 100-120 kg olarak alınarak torbalanmıştır (Şekil 4).

3.1 Petrografik Özellikleri

Petrografik incelemeler Leitz Wetzlar-1432 marka cevher mikroskobu ile yağlı ortamda gerçekleştirilmiştir. Örneklerin maseral bileşimlerinin tayininde modal analiz yöntemi uygulanmıştır. Galeri 1'den alınan kömür örneğine uygulanan petrografik incelemeler sonucunda; kömür örneklerinin %71'inin maseraller ve %29'unun minerallerden oluştuğu bulunmuştur. Maseraller içerisinde en yaygın grubu vitrinitler (%55) oluşturmaktadır (Şekil 5a-d), (Çizelge 1). Bu petrografik bileşenler göz önüne alındığında bu kömürlerin orman bataklığından oluştuğu söylenebilir.

Çizelge 1. Yusufeli-Müzret kömürlerinin petrografik bileşimi, hacimce %.

Maseraller (%)			Mineraller (%)		
71			29		
Vitrinit (%)	Eksinit (%)	tnertinit (%)	Pint (%)	Kalsıt-Kıl(%)	Diğer mm (%)
55	g	g	15	12	2



Şekil 5. Müzret kömürlerinin yansıtmalı ışıktaki ve yağ immersiyonunda petrografik bileşenlerinin görünüşleri (Vit: Vitrinit, in: Inertinit, Eks: Eksinit, Pir: Pirit, Kal: Kalsit, Ski. Sklerotinit).

Kömür içerisinde pirit, masif ve fromboidal olarak çok geniş boyut aralığında (1-500 um) bulunmaktadır (Şekil 5e-f). Yapılan incelemelerde kömür içerisinde çok küçük boyutlarda breşik zonların bulunduğu gözlemlenmiştir (Şekil 5d). Bu yapısal durum kömürün çok kırılğan bir özellik kazanmasına, ufalanabilirliğinin artmasına neden olduğu düşünülmektedir (Şekil 5g-h). Örnek incelemeleri sırasında altın olması muhtemel nabit taneler de tespit edilmiştir.

3.2 Fiziksel ve Teknolojik Özellikleri

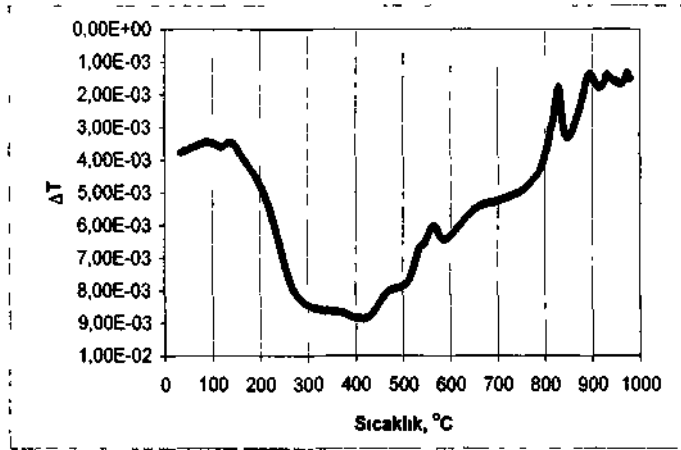
Kömürlerin ASTM-D388-82 standardına göre sınıflandırılmasında, örneklerin kuru külsüz bazda uçucu madde, elementel karbon ve kalorifik değer, orijinal bazda nem değerleri gibi parametreler göz önüne alınmıştır (Kural, 1991). Müzret kömürlerinin kuru-külsüz bazda, % 14,03-32,64 uçucu madde ve %85,97-67,36 sabit karbon içeriği ve 8521-8641 Kcal/kg kalorifik değerine sahip olduğu bulunmuştur(Çizelge 2).

Farklı galerilerden alınan örneklerin kalorilerinde önemli bir fark yokken uçucu madde %'sinin önemli miktarlarda değişmesi bölgenin volkanik bir faaliyetten etkilenmiş olabileceğini göstermektedir. Bölge kömürleri günümüze kadar yapılan değerlendirmelerde kömürleşme derecelerine bakılmaksızın genel bir yaklaşımla linyit olarak incelenmektedir (Gökmen vd., 1993). Yaptığımız analiz sonuçlarına göre ise bölge kömürleri "düşük" ve "orta" uçuculu bitümlü kömür olarak sınıflandırılabilir. Son yapılan çalışmalarda da önceden linyit olarak tanımlanan çoğu kömürümüzün alt bitümlü kömür tanımına giren kömürleşme derecelerine sahip oldukları belirtilmektedir (Tuncah vd. 2002).

Çizelge 2. Müzret kömür örneklerinin havada-kuru ve kuru-külsüz analiz değerleri ve sınıflandırılması

Fiziksel ve kimyasal özellikler		Galeri 1	Galeri 2	Galeri 3	Galeri 4
H A V A D A K U R U	Yoğunluk (gr/cm ³)	1,80	1,72	1,59	1,70
	Nem (%)	1,24	1,36	0,54	1,26
	Kül (%)	20,91	24,26	20,21	14,22
	Uçucu Madde (%)	10,92	11,59	23,54	27,59
	Sabit Karbon (%)	66,93	62,79	55,71	56,93
	Yanar Kükürt (%)	5,59	4,63	2,87	6,52
	Kok (%)	87,84	87,05	75,92	71,15
Üst Kalorifik Değer (kcal/kg)	6674,5	6338,2	6816,4	7303,6	
K U L S U Z	Uçucu Madde (%)	14,03	15,58	29,70	32,64
	Sabit Karbon (%)	85,97	84,42	70,29	67,36
	Üst Kalorifik Değer (kcal/kg)	8573,53	8521,38	8601,14	8641,27
	Üst Kalorifik Değer (kJ/kg)	35895,65	35677,31	36011,25	36179,27
	Üst Kalorifik Değer (Btu/lb)	15423,63	15329,81	15473,30	15545,50
A.S.T.M. Sınıflamasında Yeri		Düşük Uçuculu Bitümlü Kömür		Orta Uçuculu Bitümlü Kömür	

Galeri 4'ten alınan kömür örneklerinin hava ortamında ve 10°C/dk ısıtma hızında yapılan DTA incelemeleri sonuçları Şekil 6'da verilmiştir. Kömür örneklerinin yaklaşık 430°C'de birincil uçucu elemanlar piki ve yaklaşık 580°C'de ikincil piki görülmektedir. Elde edilen DTA profili düşük ve orta uçuculu bitümlü kömürlerin pikleri (Kural, 1991) ile benzerlik göstermektedir.



Şekil 6. Yusufeli-Müzret mevkii kömürlerinin (Galeri 4) DTA eğrisi, (0,5 gr örnek, 10 °C/dk ısıtma hızı, hava atmosferinde, 1 okuma/saniye)

Galeri 1'den alınan kömür örneğinin ufalanabilirlik özellikleri TS 12055 (1996) standardına göre düşürme yöntemi kullanılarak yapılmış olup sonuçlar Çizelge 3'te verilmiştir.

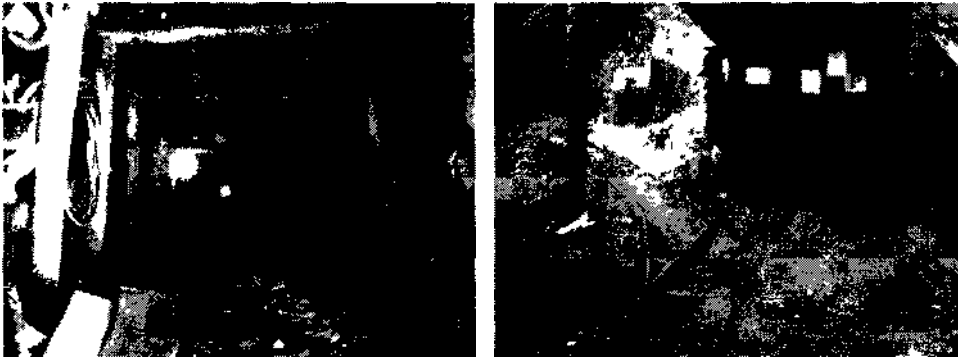
Çizelge 3. Tüvenan kömür elek analizi ve düşme sağlamlığı deneyi sonuçları

Boyut Aralığı (mm)	Miktar (%)		
	Tüvenan Kömür	Deneye Giren	Deney Sonu
+75,0	14,21	21,02	-
-75,0 +63,0	8,82	13,04	-
-63,0 +50,0	6,86	10,15	7,85
-50,0 +37,5	9,46	13,99	8,93
-37,5+31,5	5,19	7,67	5,09
-31,5+18,0	11,30	16,72	14,64
-18,0+12,5	6,04	8,94	10,58
-12,5 +8,0	5,72	8,46	12,64
-8,0 +4,0	6,77	-	9,32
-4,0+1,0	11,58	-	13,61
-1,0	14,06	-	17,34
Toplam	100,00	100,00	100,00
Ortalama Boyut, mm	31,98	46,16	17,62
Düşme Stabilitesi, %	38,2		
Ufalanabilirlik,%	61,8		

Kömürlerin ufalanabilirlikleri ile kalite sınıfları arasında genel bir ilişki vardır. En düşük ufalanma oranları düşük uçuculu bitümlü kömürlerde görülür (Ateşok, 1986). Antrasitlerin ve alt bitümlü kömürlerin ufalanabilirlik özellikleri birbirine benzemektedir olup, her ikisi de bitümlü kömürlerden daha sağlamdır. Düşürme testi sonucunda bölgede Galeri 1'den üretilen kömürlerin ufalanabilirliğinin %61,8 olduğu tespit edilmiştir. Bu yüksek değer kömürün ait olduğu sınıfın özelliklerine uyum göstermektedir. Kömürün kolay ufalanabilir olması taşıma ve zenginleştirme işlemlerinde ince malzeme oranının artmasına neden olacak ve kayıpların yükseltecektir. Bu nedenle briketlenerek değerlendirilmesi gerekmektedir.

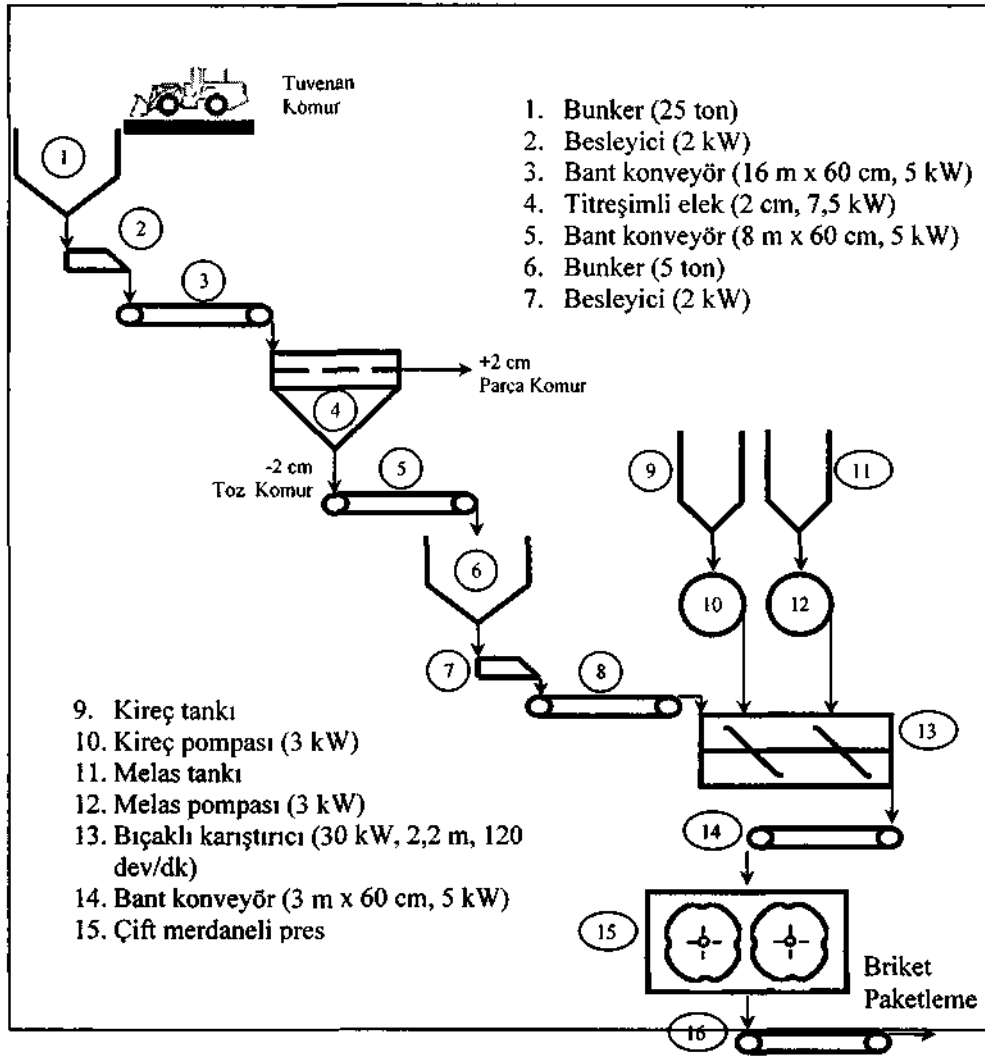
4. MÜZRET (YUSUFELİ) KÖMÜRLERİNİN DEĞERLENDİRİLMESİ

Müzret bölgesinde özel sektör tarafından iki adet galeri ile günlük 50 ton kadar üretim yapılmaktadır (Şekil 7). Kömür üretimi orta kömür damarından yapılmakta olup 15 işçi tek vardiyalı olarak çalışılmaktadır. 200 m uzunluğunda damar içerisinde ana nakliyat galerileri sürülmüş ve bu galerilerden üretim katlarına irtibatlar sağlanmaktadır. Üretim işlemi martopikör ve kazma ile yapılarak ana nakliyat galerisine oluklar yardımı ile nakledilmektedir. Galeri boyunca raylar üzerinde hareket eden 200 kg kapasiteli vagonlara doldurulan kömür makaralı sistemle çelik halatlar yardımı ile çekilerek yeryüzüne çıkarılmaktadır. Tahkimat olarak ağaç tahkimat kullanılmakta olup havalandırma nefeslik yardımı ile doğal olarak veya gerektiğinde vantüpler ile yapılmaktadır. Galerilerin eğimi %15-25° arasında değişmektedir. Su geliri çok azdır.



Şekil 7. Müzret kömürlerinin işletilmesi için yapılan faaliyetlerden görüntüler

Üretilen kömürler elenerek ince boyutlu kısmı briketlenerek tüketime sunulmaktadır (Şekil 8). Tesiste ortalama 175 gr ağırlığında oval şekilli briketler üretilmektedir. Briketleme soğuk olarak yapılmakta olup %7,5 oranında melas ve %4 oranında kireç ilavesi ile katkıli briketleme yapılmaktadır. Kurutma doğal olarak yapılmakta olup %6 nem içeriğine sahip olduğunda maksimum verim elde edilmektedir. Üretilen briketler 25 kg'lık torbalara konularak paketlenmekte ve iri boyutlu kömürlerle birlikte ev ve sanayi yakıtı olarak pazarlanmaktadır. Briketleme tesisinde elde edilen briketler; ortalama olarak %4,38 nem, %32,01 kül, %22,22 uçucu, %42,39 sabit karbon ve %4,44 kükürt içermektedirler. Briketlerin üst kalorifik değerleri de ortalama 5200 kcal/kg (21771,4 kJ/kg) olarak bulunmuştur. Kalorifik değerdeki düşme ve kül içeriğindeki artış katkı maddesi olarak kullanılan kireçten kaynaklanmaktadır.



Şekil 8. Yusufeli-Müzret kömürleri briketleme tesisi akım şeması.

5. SONUÇ VE ÖNERİLER

Isınma ve sanayi amaçlı kömür ithalatı büyük şehirlerimizde yaşanan hava kirliliğine bağlı olarak son yıllarda artarak sürmektedir. Artvin-Yusufeli-Müzret kömürleri bu çerçevede detaylı etütlerin yapılmamış olmasının yanında kalorifik değerinin yüksek olması nedeniyle incelenmesi gerekli kömürlerden biri olarak görülmektedir.

Müzret bölgesi 1. Galeriden alınan kömür örneği üzerinde yapılan petrografik incelemeler sonucunda; kömür örneğinin %71'inin maseraller ve %29'unun minerallerden oluştuğu bulunmuştur. Maseraller içerisinde en yaygın grubu vitrinitler (%55) oluşturmaktadır. Yapılan incelemelerde kömür içerisinde breşik zonların bulunduğu gözlemlenmiştir.

Müzret kömürleri, kuru-külsüz bazda, %14,03-32,64 uçucu madde ve %85,97-67,36 sabit karbon içeriği ve 8521-8641 kcal/kg (35676-36178 kJ/kg) kalorifik değeri ile ASTM sınıflamasına göre düşük ve orta uçuculu bitümlü kömür olarak sınıflandırılabilir.

Yöre kömürleri üzerine incelemelerin detaylandırılarak sürdürülmesi yerinde olacaktır. Özellikle çevre yönünden önemli bir dezavantaj oluşturan kükürt içeriğinin düşürülmesi ile ilgili test çalışmalarının tamamlanması gerekmektedir. Bölge kömürlerinin sanayide kullanımı için teknolojik özelliklerinin geliştirilmesi yerinde olacaktır.

TEŞEKKÜR

Yazarlar, yardımlarından dolayı Fetih Madencilik A.Ş. ve K.T.Ü. Genel Sekreterliği yetkililerine teşekkür eder.

6. KAYNAKLAR

- Ateşok, G.** (1986) *Kömür Hazırlama*, Kurtiş Matbaası, İstanbul, 190 s.
- Cebi, F.H. (1998) *Kelkit-Şiran (Gümüşhane) ve Yusufeli (Artvin) yöreleri jura yaşlı kömürlerinin iz element jeokimyası*, K.T.Ü. F.B.E Yüksek Lisans Tezi, Trabzon, 84 s.
- DPT (2001)** *Kömür Çalışma Grubu Raporu*, 8. Beş yıllık kalkınma planı, M. Ö. I. K. Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu, No: 2605/616, Ankara, 130 s.
- Gökmen, V. Memikoğlu, O. Dağlı, M. Öz, D.ve Tuncalı, E.** (1993) *Türkiye linyit envanteri*, MTA Yayınları, Ankara, s. 45-46.
- Kandemir, R.** (1998) *Tortum Gölü (Erzurum) kuzeyinin stratigrafik ve sedimentolojik özellikleri*, K.T.Ü., F.B.E., Yüksek Lisans Tezi, Trabzon.
- Korkmaz, S.** (1995) Jurassic coal occurrences and their depositional environments in the eastern pontides, NE-Turkey, *Geology of The Black Sea Region*, Ed. Erler, A., Ercan, T., Bingöl, E., Örçen, S, Ankara, s 275-279.
- Korkmaz, S. ve Baki, Z.** (1984) *Demirozu güneyinin jeolojisi ve kömür oluşumları*, MTA Rapo. No:7863, Ankara.
- Kural, O.** (1991) *Kömür*, Kurtiş Matbaası, İstanbul, 975 s.
- Saraloğlu, A. Ercin, A.İ. Özdoğan, K., Yılmaz, H.** (1992) *Bayburt-Pazaryolu-Ispir-Yusufeli-Artvin arasında kalan Çoruh vadisinin jeolojisi ve linyit prospeksiyon raporu*, MTA Rap. No: 9452, Trabzon.
- TS 12055** (1996) *Kömür briketi-ev ve benzeri yerleri ısıtmada kullanılan*, TSE, Ankara, 9 s.
- Tuncalı, E. Çiftçi, B. Yavuz, N. Toprak, S. Köker, A., Gencer, Z. Aycık, H. Şahin, N.** (2002) *Türkiye tersiyer kömürlerinin kimyasal ve teknolojik özellikleri*, MTA Yayınları, Ankara, s. 2-12.

- Ünver, Ö.** (1994) Linyit sektöründe özelleştirme, *2000'li Yıllara Doğru Linyit Sektörümüz Sempozyumu*, TMMOB Maden Müh. Odası, Ankara, s. 177-198.
- Yılmaz, A.O. ve Arıoğlu, E.** (2003) Elektrik üretiminde linyit sektörümüzün yeri ve Türkiye Kömür işletmeleri Kurumu (TKİ), *Türkiye 18 Uluslararası Madencilik Kongresi*, Ed. G. Özbayoğlu, TMMOB Maden Müh. Odası, Ankara, s. 203-211.
- Zengin, Y.** (1955) *Yusufeli (Çoruh) kömürleri*, MTA Araş. Rap. No:2342, Ankara, 15s.