

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

İTHAL VE YERLİ KÖMÜR KARIŞIMI İLE FARKLI BAĞLAYICI MADDELER KULLANILARAK ÜRETİLEN PRES KÖMÜRLER

PRODUCTION OF BRIQUETTING COAL USING MIXING OF IMPORT AND DOMESTIC COAL WITH DIFFERENT BINDER MATERIAL

Ömer ÇİNÇİNOĞLU, *Koksan Briket Kömür Sanayii, İskenderun*
Mesut ANIL ve Özen KILIÇ, *Ç. Ü. Müh.-Mim. Fak. Maden Müh. Böl., 01330 Adana*

ÖZET

Son yıllarda hava kirliliğine çözüm bulmak için yoğun bir şekilde ithal kömür kullanımı teşvik edilmiştir. Gerekçe olarak da linyit kömürlerimizin genelde düşük kalorifik değerli ve yüksek kükürtlü olmaları gösterilmiştir. Bu çalışmada, kalorifik değeri düşük ve yüksek kükürtlü Şırnak linyitleri değişik oranlarda ithal linyit tozu ile karıştırılarak değişik bağlayıcı maddelerle briketlenmiştir. Yapılan deneyler sonucunda, Şırnak linyitlerinin ithal linyitlerle belli oranlarda karıştırılarak briket üretildiğinde TSE kalitesini sağlayacağı ve evlerde soba ve kalorifer yakıtı olarak kullanılabilceği belirlenmiştir.

ABSTRACT

Recently, usages of import coals are amply encouraged to find a remedy for the air pollution. The reasons of these are generally low calorific value and high sulphur content of Turkey lignites. In this study, Şırnak lignites, which have low calorific value and high sulphur content, were mixed import coals in vary contents adding different binder materials, then pressed for briquetting. The results of tests have shown that Şırnak lignites can be used by briquetting for fuel. The briquettes have TSE quality.

1. GİRİŞ

Türkiye kömür rezervleri içinde en büyük pay 8.26 milyar ton'luk rezervle linyitlerimize aittir. Ülkemiz linyitlerinin, yaklaşık 4.5 milyar ton'luk (%56), büyük bir bölümünün ısı değeri 1000-1500 kcal/kg arasındadır; ısı değeri 1500-2000 kcal/kg arasında değişen, 972 milyon ton (%12) linyit bulunmaktadır. Buna göre toplam linyitlerimizin %68'i düşük ısı değere sahip olup, ısı değerleri 2000 kcal/kg'ın altındadır ve yüksek kükürt içeriğine sahiptir (DPT, 2001).

Türk linyitleri kırılgan bir yapıya sahip olduğundan, üretim, hazırlama, taşıma ve depolama esnasında %30-40 oranında tozlaşmaktadır. Toz parça kömür karışımının klasik ızgaralı yakma sistemlerinde yakılması halinde toz kömürün tam bir yanmaya uğramadan hava ile sürüklenerek bacadan çıkması hem çevre kirliliği yaratmakta, hem de yenilenemeyen bir enerji kaynağının kaybına yol açmaktadır. Bu tozların nispeten iri taneli olanları ise ızgara aralarından düşerek küle karışmakta ve yanmadan sistemden uzaklaşmaktadır. Kömür tozlarının toz kömür yakma sistemlerinde değerlendirilebilmesi için briketlenerek sağlam ve tekdüze bir yakıtla dönüştürülmesi gerekmektedir. Böylece kömür taneciklerinin ızgara altına düşmesine ve baca gazları ile birlikte atmosfere sürüklenmesine engel olunacağından hem kömür kaybı hem de yarattığı çevre kirliliği önlenecektir (Gürbüz Beker ve diğ., 1998).

Bağlayıcı kullanarak veya kullanmadan iki şekilde elde edilen briketlerin kalitesi, kömürün cinsine, bağlayıcının özelliklerine ve briketleme yöntemine bağlıdır. Kömürün kül ve nem oranı, tane büyüklüğü, briketleme basıncı, sıcaklığı ve süresi, bağlayıcının cinsi, miktarı ve suya dayanıklılığı briket kalitesini etkileyen başlıca faktörlerdir.

Bu çalışmada, pres kömür imalatının genel özellikleri ve bağlayıcılar incelendikten sonra, ithal, ithal+yerli kömür tozlarından üretilmiş briket kömürlerin ısı değerleri, dayanıklılıkları çeşitli bağlayıcı maddeleriyle briketlenmesi ve kurutma süreleri incelenmiştir. Saf ithal Rus linyit kömürü tozu veya saf G. Afrika linyit kömür tozu ya da ithal linyit kömür tozları ile yerli linyit kömür tozlarının karıştırılması ile yapılan briket kömürlerinde sertlik ve kırılma olarak birbirlerine yakın sonuçlar alınmasına rağmen analiz değerlerinde (kül, uçucu madde, kükürt, kalori değeri) çok farklı sonuçlar ortaya çıkmıştır. Yalnız yerli linyitlerin kalitesiz olması sebebi ile ithal kömürler ile belli oranlarda karıştırılarak iyileştirilmiş kömür elde etmek için yapılan briketlerde fiziksel olarak uygun standartların elde edildiği görülmüştür.

Yapılan çalışma ile, farklı bileşimlerde briketler ve bağlayıcılar kullanılarak hazırlanmış briketlerin kuruma sürelerine bağlı olarak gösterecekleri davranışlar incelenmiştir. Briketler 4-6 saat süre ile kurutulduklarında orta kuruma, 8-12 saat süre ile kurutulduklarında iyi derecede bir kuruma elde edilmiştir. 12 saat'in üzerinde yapılan kurutmalarda ise briketlerin karakteristik özelliklerinde herhangi bir değişiklik gözlenmemiştir. Elde edilen briketler, yerli, ithal kömürlerin bağlayıcı olarak melas ya da talloil ile briketlenmesi ile elde edilmiştir. Kükürt tutucu olarak briketlere sönmüş toz kireç ilavesi yapılmıştır.

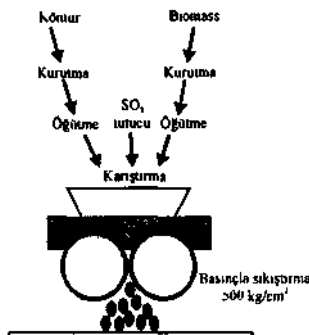
2. BRİKETLEME VE BAĞLAYICILAR

Briketleme, toz halindeki kömürün uygun şartlarda hazırlanarak ve/veya çeşitli katkı maddeleri ile karıştırılarak bir kalıbın içerisinde preslenmesi sonucu küp, yastık, silindir veya yumurta gibi şekillerde sağlam ve kaliteli yakıt haline getirilmesi işlemidir. Kömürün briketlenmesinde başlıca iki amaç söz konusudur. Bunlardan ilki aslında yeterli ısı değerlere sahip olduğu halde çeşitli maddelerle karıştırıp daha asil bir yakıt yapmak, ikincisi ise yeterli ısı değere sahip olmaması, yüksek rutubet oranı dolayısıyla doğrudan evsel yakıt olarak yakılması güç olan kömürlerin kurutma yolu ile ısı değerini artırmaktır. Briketleme sonunda kırılğan, çabuk tozlaşan, nem içeriği yüksek linyitler daha yüksek ısı değere, daha yüksek dayanma gücüne sahip olabilmektedir.

Briketlemeden beklenen en önemli yararlar özetlenecek olursa;

- Toz haline gelen kömürün yanma sırasında ızgara altına düşmemesi için boyut büyütülmesi,
- Kullanılan katkı maddeleri ile kömürdeki kükürdün veya kükürlü bileşiklerin yanma sırasında külde kalmasına yardımcı olarak bacadan havaya verilen emisyonlarda iyileştirme yapılabilmesi,
- Yanma sırasında tozuma sebebi ile baca gazlarıyla atmosfere atılmasının büyük ölçüde azaltılması,
- Toz kömürün stokta kendi kendine tutuşmasının önlenmesi,
- Isıl değeri düşük, nem içeriği yüksek olan kömürlerin briketleme öncesinde kurutularak ısı değerlerinin iyileştirilmesi,
- Aynı standartta ve çevre şartlarına uygun katı yakıtların elde edilebilmesi,
- Nakliyat ve depolama kolaylığının sağlanması,
- Yığın halindeyken belli bir porozitenin sağlanması,
- Düşük kalorifik değer ve yüksek kükürt içerikli kömürlerle iyi kaliteli kömür tozlarının belli oranlarda karıştırılarak TSE standartlarının yakalanabilmesidir.

Briketleme, toz kömürün veya kırıcılardan ve eleklerden geçirilerek belli bir boyut altına indirgenmiş kömür tozunun bir veya birden fazla bağlayıcı ilavesi ile elde edilen karışımın uygun kalıplara dökülerek maksimum 2 ton/cm²lik bir basınçla sıkıştırılması ile üretilmektedir. Katı taneciklerin birbirleri ile kenetlenmesinde basıncın etkisi önemli olduğu için peletlemede olduğu gibi çok ince tane boyutuna gerek yoktur. Presten çıkan briketler kurutma işleminden sonra yeterli sağlamlığa erişilebilmektedir. Kömür briketlemede yapılan işlemler şematik olarak Şekil 1'de gösterilmiştir.



Şekil 1. Kömür briketleme işlemleri

Üretilen briketlerin kalitesinde önemli olan parametrelerden biri de içerdiği nemdir. Normal koşullarda preslenecek karışımın nemi %10-20 arasında değişir. Üretimden sonra bu rutubetin azaltılması gerekmekte olup, bu işlem ya ısısal işlemler veya açık havada ya da bir hangar altında bekletilerek yapılır. Pratikte yığın yüksekliğinin hiçbir zaman 2 m'yi geçmemesi önemlidir.

Toz kömürün briketlenmesinde kireç, jips, cam suyu ve çimento gibi inorganik maddelerle katran, dekstrin, talloil ve melas gibi organikler nötralizör ve bağlayıcı olarak kullanılmaktadır. Bazı özel üretimlerde briket karışımına indirgeyici olarak kok tozu ilave edilmektedir (Ar, 1992; Gündüz Beker ve diğ., 1998).

Pres kömür üretiminde bağlayıcı olarak çok çeşitli maddeler kullanıla gelmiştir. İlk üretimin yapıldığı yıllarda petrol kökenli bağlayıcılar tek tek veya karışım olarak uzunca bir süre kullanılmış, ancak daha sonraki yönetmeliklerde yasaklanmıştır. Oysa 70 °C'de %10 oranında kömür tozuna zift eklenerek 325 kg/cm²lik preste briketlenen kömür suya karşı oldukça dayanıklı kalmıştır (Rivkina, 1939).

1930'lu yıllarda 6 mm'ye kadar öğütülmüş kömüre %7-8 zift ve %3-4 oranında kömür çamuru katılarak düşük basınçlarda bile preslenmiştir (Koppel, 1937). Aynı şekilde koklaşmayan ve koklaşabilen kömür karışımları zift bağlayıcılar kullanılarak yine turba tipi kömürler antrasit ve katran ile karıştırılarak briketlenmiştir (Cemi, 1939; Birkenroth ve Bochanov, 1939; Groth, 1939). Petrol bazlı bağlayıcıların pres kömür üretiminde kullanılmaları daha sonraki yıllarda da sürmüştür. Linyit tipi kömürlerin içindeki rutubet, %10'un altına ininceye kadar kurutulduktan sonra ve sıcak ortamda %3-6 asfalt veya katran emülsiyonu ile karıştırılarak preslendiğinde oluşan film briketin mukavemetini artırmıştır. Linyitin koklaşabilir kömür tozu ile karıştırılarak preslenmesi zift ile mümkün olmuştur (Roberts, 1974). Koklaşmayan veya az koklaşan kömürler için %55-60 petrol zifti ve %40-45 kömür zifti karışımı 380-400 °C'de bağlayıcı olarak kullanılmıştır. (Takacs ve Szigetvari, 1978).

Petrol bazlı bağlayıcılar başka maddelerle de karıştırılarak pres kömür imalatında kullanılmıştır. Pulverize zift eşit miktarda asfalt, nişasta ve sülfid likörü ile karıştırılarak %7 oranında kömür tozuna karıştırılarak bağlayıcı olarak kullanılmıştır (Mead, 1945). Kömür zift+mineral yağlar+alkali selüloz çözeltisi karışımı da briket bağlayıcısı olarak kullanılmıştır (Marukawa, 1948). Kömür katran veya zifti %8-15 oranında H₂SO₄ ile karıştırılarak briket bağlayıcısı olarak kullanıldığı bilinmektedir (Wolf, 1942). Aynı şekilde kömür tozu (0,5-1 mm), petrol zifti (veya katranı), Al₂(SO₄)₃ ve Fe, Al, Si oksitleri ile karıştırılarak briketlenmiştir (Laboure ve Malzac, 1952). Yine kömür katranının %1'lik NaOH içinde çözeltisi, kok tozlar için en uygun bağlayıcı olarak kabul görmüş ve bu karışıma eklenecek K₂O₂O₂ absorblama kapasitesini artıracığı, FeCU ise bağlayıcının yumuşama noktasını yükselterek dayanıklılığını artıracığı vurgulanmıştır (Dattiah ve Agrawal, 1976).

Bağlayıcı olarak kullanıla gelen bir başka madde bitümlü emülsiyonlardır. Kömür tozu briketlemeden önce hafif yağ, fuel-oil katran yağları ve hidrojen artığı yağlarla nemlendirilmekte ve böylece bağlayıcı kullanım oranı (katran, zift, vb.) azaltılmaktadır. Zift veya bitümlü bağlayıcılar, briketleme sırasında %7-11 oranında kullanılmasına rağmen ön nemlendirme yapıldığında %5'e kadar azaltılabilmektedir. Bu metodun bir diğer avantajı ise, kömürün nemlendirilmesi ile tozlanma kayıpları asgariye inmektedir. Bu yöntemde nişasta, sülfid likörü gibi bağlayıcıların kullanımı yağ ile karıştırılmaları sebebi ile uygun olmamaktadır. Kömürün 0,5 mm'ye kadar ufalanması ile ton başına 2 litre fuel-oil karıştırılarak nemlendirilen ve bağlayıcı olarak da %5 oranında kömür zifti karıştırılan karışım 95 °C'ye kadar ısıtıldığında başarılı presleme sonuçları

vermiştir. 65-75 °C'de preslenen briketlerde %8 oranında zift ile bağlanan briketlerle aynı dayanıklılığı göstermesi ve yağlamanın 1-6 litre/ton arasındaki karışımın optimum şartları sağladığı görülmüştür (Jones ve diğ., 1939).

Bitümlü emülsiyonlar ile farklı karışımların da pres kömür imalatında kullanıldığı görülmektedir. Toz kömür, bitümlü materyal kurutulmuş patates unu 70-300 °C arasında ısıtılarak preslenebilmiş ve denemeden iyi sonuç alınmıştır (Futo ve Futo, 1939). Yine petrol veya kömür bazlı alifatik ve aromatik yağların yumuşama sıcaklıkları hava ya da katalizör kullanılarak yükseltilebilmektedir. Hava yerine HNO₃, HNO₂ veya HNO₃+HNO₂ kullanılabilmiştir. Asit katalizör yerine 40 ton yağ, 160 °C'ye ısıtılarak 2,4 ton nitrobenzen eklenip ortama 400 m³/saat hava verilerek yumuşama sıcaklıkları artırılabilmiştir (Joszko ve Koziak, 1976).

Bitümlü bağlayıcılar diğer organik ve polimerik (plastik) bağlayıcılarla karıştırılarak pres kömür imalatında kullanılmıştır. Ufalanmış kömür pulvarize katran ile karıştırılıp, eritilip preslendiğinde briket elde edilebilmektedir. Linyitler yağ ve kuru metotlarla preslenebilmektedir. Önce su ile karıştırılan linyit suda çözünen bitüm, basınç altında bağlayıcı görevi yapmaktadır. Bağlayıcı olarak suni reçine kullanıldığında briketleme süresi kısalmakta ve ısıtma işlemine gerek duyulmamaktadır. Öte yandan sülfid likörü ile düşük kalorifik değerli kömür tozu karıştırılarak ısıtma işlemi tabii tutulursa katrana benzer bir malzeme elde edilmektedir. Bu malzeme bağlayıcı olarak kullanılıp, birkaç yüz atmosfer basınçla briketleme yapılabilmiştir (Erasmus, 1939). Aynı şekilde odun kömürü (160 birim) acaroid (doğal reçine) 25 birim ve sülfid likörü (31 birim) karıştırılarak briket bağlayıcısı olarak kullanılmıştır (Young ve diğ., 1941). Çeşitli organik maddelerin inorganik maddelerle çeşitli oranlarda karıştırılarak bağlayıcı madde gibi kullanıldığı bilinmektedir (Giezyński, 1965; Schinzel, 1972; Fuchs ve Bahr, 1983). Petrol ve bitüm bazlı bağlayıcılar uzun süre kullanıldıktan sonra özellikle 1950'li yıllardan sonra yeni arayışlara girilmiş ve 1980'li yıllardan sonra da Çevre kanun ve yönetmeliklerinde getirilen sınırlamalar ile petrol bazlı bağlayıcıların kullanımını minimuma indirilmiştir. Yeni arayışlara başlanarak birçok deneme sonunda Tali Yağı (Talloil), selüloz xanthate, selüloz hidroksi asetat, melas, bitkisel protein nişasta gibi organik kökenli bağlayıcılar ile inorganik bağlayıcılar geliştirilmiştir.

Tall-yağı kağıt sanayiinde çıkan bir yan üründür. Bu artığın diğer bir adı da Terpak'tır. Bu bileşiğin %20-50'si sabunlanmayan, %30-70'i reçine ve yağ asitleri, %7-25'i ise oksiasitlerdir. 1,5 kg terpak (tall-yağı artığı) 70 °C'ye kadar ısıtılıp üzerine 14,5 kg toz kömür (-3 mm) ilave edilerek karıştırılan hamurdan yapılan presleme sonucu üretilmiş briketler 230 °C'de 12 saat süre ile kurutulduğunda mekanik dayanımı yüksek ve ekonomik briketler elde edilmiştir (Kotawski ve diğ., 1983).

Selülozik bağlayıcılar 50 yıldan beri bilinmektedir. 100 kg kuru toz kömür, 850 g selüloz xanthate ile karıştırılıp, klasik metotlarla briketlendiğinde oldukça sağlam briket kömür elde edilmiştir (Rathert, 1951). Pulverize olmuş alkali selüloz toz kömür ile karıştırılarak başarılı bir şekilde preslenebilmiştir (Elling, 1951). Yine toz kömüre %0,75 oranında selüloz xanthate (viscose) eklenerek sağlam briket elde edilmiş ise de bu pek ekonomik olmamıştır.

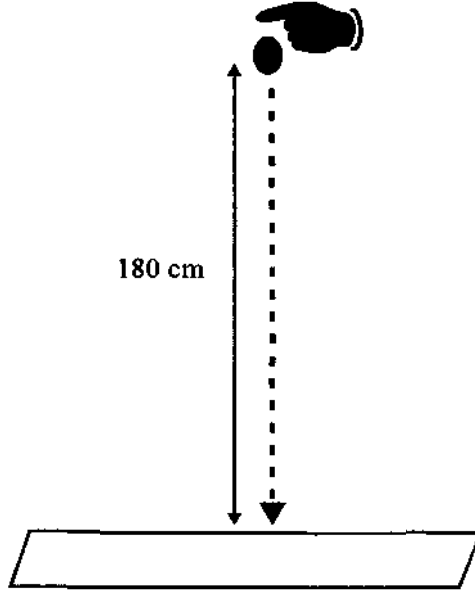
3.1.8 İthal Güney Afrika (<10 mm) Kömür Tozu ile Yeril (Şırnak %50) Karışımının Talloil ile Preslenmesi (Sekizinci Grup)

Bu gruptaki briketler yedinci grupta hazırlanan briketler ile aynı koşullarda hazırlanmış yalnızca ithal kömür olarak Güney Afrika linyiti kömürü kullanılmıştır.

3.2 Üretilen Briket Kömürler Üzerinde Gerçekleştirilen Deneyler

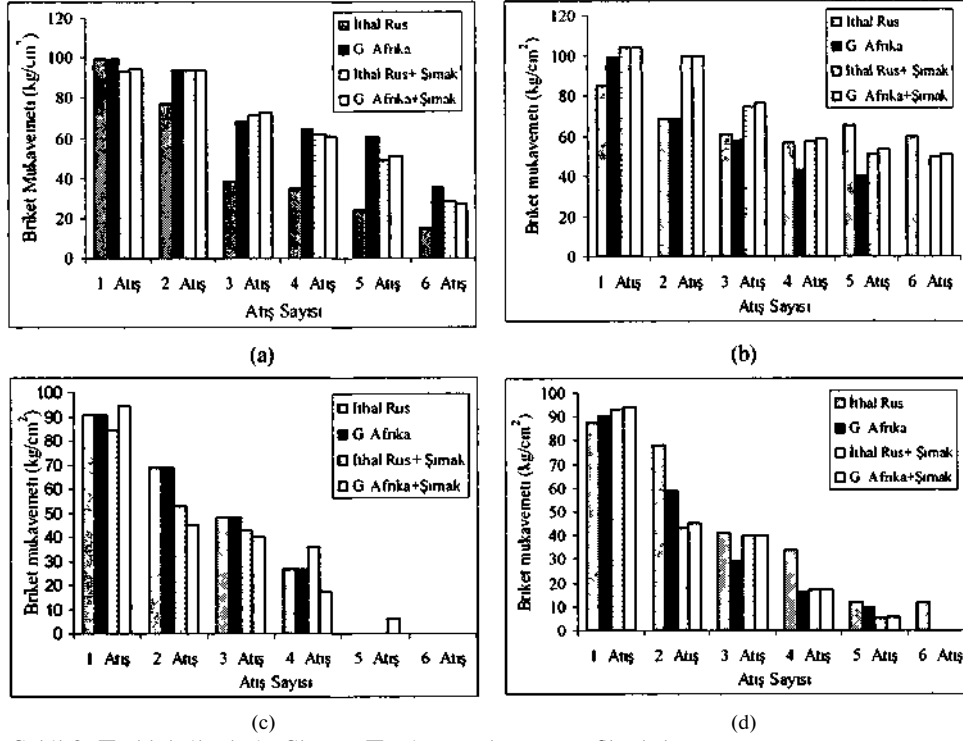
3.2.1 Shatter Testi (Düşme Sağlamlığı)

Pres kömürlerin gerek nakliyat ve depolanmalarında ve gerekse rutubete karşı dayanıklılıklarının tesbitinde önemli bir test olan Shatter Testi oldukça basit olup, çelik bir plaka üzerine 1,8 m'den bırakılan briketler ISO-R 616 standardına göre elek üstü tanımları ile ifade edilmektedir (Richards, 1990). TSE 12055 standardında verilen ve Shatter Testi'ne eşdeğer sayılabilecek test düzeneğinde briket numunesi 30x30x30 cm'lik bölüme yerleştirildikten sonra 120 cm yükseklikten düşürülmektedir. Bu işlem 6 kez tekrarlandıktan sonra elek analizi 35 mm'den iri briketler için 16, 20, 31,5, 40, 50, 63, 71 mm'lik, 35 mm'den küçük briketler içinse 5, 10, 16, 20, 25 ve 31,5 mm'lik yuvarlak göz açıklı eleklerden geçirilerek her bir elek üzerinde kalan ağırlığın yüzdesi bulunur. Briketlerin boyutu küçülüp, ağırlığı azaldıkça Shatter indeksleri artar. Shatter Testi deney düzeneği şematik olarak Şekil 2'de verilmiştir.



Şekil 2. Shatter Testi deney düzeneği

İskenderun Koksan Pres Kömür Fabrikası'nda üretilen ve 3.1'de nasıl hazırlandığı belirtilen briket numuneleri üzerinde herbir gruptan 10 adet olmak üzere 6 defa atış yapılmış ve briketlerin elek analizleri yapılarak aritmetik ortalamaları, sekiz gruba ait briket numuneleri ile atış sayıları arasındaki ilişkiler grafiklerle gösterilmiştir (Şekil 3). Şekil 3.a'da melas bağlayıcısı ile yapıp 12 saat süre ile bekletilen briketlere ait, Şekil 3.b'de talloil bağlayıcısı ile yapıp 12 saat süre ile bekletilen briketlere ait, Şekil 3.c'de melas bağlayıcısı ile yapıp 6 saat süre ile bekletilen briketlere ve Şekil 3.d'de ise talloil bağlayıcısı ile yapıp 6 saat süre ile bekletilen briketlere ait Shatter Testi deney sonuçları verilmiştir.



Şekil 3. Farklı briketlerin Shatter Testi sonuçlarının grafiksel durumu.

3.2.2 Kırılma Sağlamlığı Tayini

Briketlerin standartlarından biri de kırılma sağlamlığıdır. Bu deney için paralel iki levhalı hidrolik pres yeterlidir. Üzerinde ezilme ve çatlak bulunmayan rastgele seçilmiş 10 adet briket deney numunesi olarak alınarak basınca dayanım kırılma sağlamlığı TS 1205 5' e göre ölçülerek bulunmaktadır. Deneylerden elde edilen sonuçlar ise Çizelge 1'de verilmiştir.

Çizelge 1. Üretilen briket kömürlere ait kalite değerleri.

Kömür briket Grupları	Kurutma süresi (saat)	Kırılma sağlamlığı (kg/cm ²)	Suya dayanım (%)	Aşınma sağlamlığı (%)	Düşme sağlamlığı (%)
1 Grup	6	52,8	27,3	86,5	74,8
	12	57,2	29,3	89,2	78,8
2 Grup	6	63,8	30,2	87,9	76,7
	12	65,3	33,8	90,5	80,7
3 Grup	6	49,3	20,5	79,9	68,3
	12	52,3	22,4	82,9	70,4
4 Grup	6	47,1	18,5	77,8	66,9
	12	50,3	21,4	80,2	69,1
5 Grup	6	58,6	30,7	88,3	79,5
	12	60,6	32,1	91,3	81,3
6 Grup	6	64,2	34,1	92,8	83,4
	12	68,6	36,2	95,3	85,1
7 Grup	6	51,4	22,1	83,8	69,1
	12	55,2	24,2	85,5	72,6
8 Grup	6	50,2	19,5	81,7	68,3
	12	54,1	23,8	84,8	71,7

3.2.3 Suya Dayanım Tayini

Türkiye'de üretilen kömür briketlerinin en önemli dezavantajlarından biri rutubete yani suya karşı düşük dayanıklı olmasıdır. Bu dayanımı saptamak için sekiz grup halinde yapılmış briket kömürleri üzerinde TS 12055'e göre Suya Dayanım Testi yapılmıştır. TS 12055'e göre yapılan bu test hidrolik pres yardımıyla gerçekleştirilmiştir. Söz konusu briketlerinin suya dayanım yüzdesi TS 12055'te verilen formüle göre hesaplanmaktadır. Deneylerden elde edilen sonuçlar ise Çizelge 1 'de verilmiştir.

$$\text{Suya Dayanım Yüzdesi (\%)} = \frac{T_s}{T_o} \times 100 \quad [1]$$

Burada;

T_s : Suya atılan briketlerin ortalama kırılma değeri (kgf)

T_o : Orijinal briketlerin ortalama kırılma değeri (kgf)'dir.

3.2.4 Aşınma Sağlamlığı Tayini

Briket kömürlerin taşınma ve depolanmaları sırasında ufalanmaları istenmeyen durumdur. Bu dayanıklılığı saptamak için sekiz grup halinde yapılmış briket kömürleri üzerinde TS 12055'e göre Aşınma Sağlamlığı Testi yapılmıştır. Bu deneyde tambur şeklinde cihaz, 5 mm, 10 mm, 16 mm, 20 mm, 25 mm ve 35,5 mm, 40 mm, 50 mm, 63 mm, 71 mm'lik yuvarlak delikli elekler, kumpas ve 10 kg kapasiteli 2 gram hassasiyetli terazi kullanılmıştır. Deneylerden elde edilen sonuçlar ise Çizelge 1'de verilmiştir.

3.3 Kalorifik Değerler ve Yabancı Değerler

İthal, ithal+yerli kömürlerden bağlacı olarak melas ve talloil kullanılarak üretilen briketlerin kalorifik değerleri ile yabancı değerleri Incolab Gebze ve Ç.Ü. Maden Müh. Böl. Laboratuvarları'nda belirlenmiş ve sonuçlar Çizelge 2'de verilmiştir. Bu değerlerde özellikle kalorifik açıdan TSE standartlarının karşılandığı ancak yabancı değerler açısından bazı sıkıntılar görüldüğü açıktır. İthal kömürlere uzunca bir süre uygulanan %12 min-%22 max uçucu madde oranları uygulandığında presleme sırasında kullanılan %8'lik melas uçucu miktarını artırmakta ve bilhassa yerli kömürlerdeki yüksek uçucu oranları sebebi ile limitin çok üzerine çıkmaktadır. En az 10 yıl tartışılan bu durum nihayet 2003 yılı Ağustos ayında uçucu madde miktarının %30'a çıkarılması ile son bulmuştur. Böylece pres kömürlerdeki fazla uçucu madde oranı sorunu büyük ölçüde giderilmiştir. Çizelge 2'nin incelenmesinden çıkarılacak bir diğer konu da, özellikle yerli kömürlerin ithal kömürlerle karıştırılarak üretilen briket kömürlerde kül, kükürt ve bünye rutubet oranındaki fazlalıktır. Ancak Mahalli Çevre Kurulları alacakları yıllık uygulama kararlarında yerli kömürlerden üretilen pres kömürleri için öngörülen 3000 kcal/kg minimum, %1,65 maksimum yanıcı kükürt ve %25 maksimum rutubet oranlarını, ithal kömürlerin karışım oranlarına göre yeniden gözden geçirmelidir. Çünkü yalnızca yerli kömürlerden pres üretimi yapılmamaktadır. Aynı şekilde bir diğer sonuç da bağlayıcı olarak melas kullanıldığında nötralizör olarak %5'lik söndürülmüş kireç kullanımının kül oranını artırdığı görülmektedir. Talloil ile preslenen briketler ve ithal kömürlerle preslenen briketlerdeki kül oranında düşmeler meydana gelmektedir. İthal+yerli kömürlerde ise bu oran biraz daha yükselmektedir. Bu durum ise tolere edilmelidir.

4. SONUÇLAR

Son yıllarda hızla artan ithal kömüre dayanan briket üretimi özellikle ekonomiklik ve çevre koşulları dikkate alındığında yerli kömürlerin de belli bir oranda ithal kömürlerle karıştırılarak preslenebileceği anlaşılmıştır. Öte yandan şu anda bağlayıcı olarak çok yaygın bir şekilde kullanılan melasın yanısıra talloilin de kullanılabilceği özellikle ithal+yerli linyitlerin briketlenmesinde avantaj sağlayacağı görülmüştür.

TSE 12055 ve Mahalli Çevre Kurullarının aldığı kararlarla ithal ve yerli kömürden üretilen pres kömürlerin fiziksel ve kimyasal içeriklerinin karşılanması bakımından yerli kömürlerin karışım oranları ithal kömürün kalitesine göre değiştirilebilir. Uzunca bir süre uçucu madde oranının maksimum %22'de tutulması gelişmeyi engellemiş ise de artık %30'a çıkarılan bu oran yerli kömürlerin kullanım alanını az da olsa genişletecektir. Pratikte ithal kömürlere her türlü başka orjinli (yerli ve yabancı) kömür tozu katılarak briketleme yapılmakta olup, teorik olarak bunun yasaklanması veya tavsiye edilmesi Türk linyitlerinin avantajına olmamıştır. Bu sebeple kaliteli ithal kömürlere daha ayrıntılı çalışmalarla belirlenecek oranlarda yerli linyit tozlarından karıştırılarak ve değişik bağlayıcılar kullanılarak üretilen pres kömürlerin ülke ekonomisine katkı koyacağı açıktır. Bunun yolu açılmalı ve önce TSE 12055'de ithal ve yerli kömürler için öngörülen limitlere, ithal+yerli karışımı için üçüncü bir kriter getirecek ilaveler yapılmalıdır.

Çizelge 2. Pres kömürlere ait komple analiz sonuçları.

Parametre	Bileşim	üretilen Bnket Cinsi									
		Rus Linyiti		Rus Linyiti		G Afrika Linyiti		Rus Linyiti+Şırnak		G Afhka+Şırnak	
		10 adet	5 adet	10 adet	5 adet	5 adet	5 adet	5 adet	Sadet	5 adet	
		Melas	Talloil	Melas	Talloil	Melas	Talloil	Melas	Talloil	Melas	Talloil
Yabancı değerler (%)	Kaba rutubet	3,35	3,40	3,51	3,47	3,40	3,35	6,05	6,15	6,05	6,20
	Bünye rutubet	3,19	3,26	4,15	3,95	3,21	3,25	4,50	4,65	3,95	4,15
	Toplam rutubet	6,59	6,65	7,65	7,41	6,61	6,70	9,80	10,80	11,50	11,75
	Kuru kömürde kül	18,35	19,21	16,60	15,20	17,35	18,21	19,20	19,60	22,05	22,15
	Kuru kömürde uçucu madde	25,35	24,90	26,10	25,36	25,30	26,35	28,70	28,85	28,95	29,15
	Kuru kömürde yanıcı kükürt	0,65	0,59	0,59	0,58	0,61	0,59	0,96	0,96	0,75	0,98
	Kuru kömürde kül küktürü	0,15	0,17	0,23	0,21	0,18	0,21	0,30	0,35	0,27	0,37
	Kuru kömürde kükürt bütünü	0,80	0,76	0,82	0,79	0,80	0,80	1,25	1,31	1,25	1,35
Kalorifik değerler (Kcal/kg)	Orijinal kömürde kül	17,20	17,05	14,30	14,75	15,36	17,20	17,35	17,46	4900	5050
	Havada kuru kömürde y Kalon	6300	6400	6200	6300	6100	6050	5100	5250	4600	4725
	Kuru kömürde y Kalon	6425	6510	6360	6410	6350	6200	5200	5360	4500	4610
	Kuru kömürde a Kalon	6195	6200	6090	6150	6040	5960	4850	4995	4200	4350
	Orijinal kömürde y Kalon	6125	6150	5940	6050	6000	5800	4650	4745	4100	4235
Orijinal kömürde A Kalon	6020	6050	5400	5850	5900	5600	4300	4500	4100	4235	

5. KAYNAKLAR

- Ar, I. (1992) *Kireçtaşı-SO₂ reaksiyonunun kinetiği çalışmaları ve baca gazındaki SO₂'nin tutulması amacı ile sobalara uygulanması*, Doktora Tezi, Gazi Üniv. Fen Bil. Ens., Ankara.
- Atcherless, J. R. (1941) *Charcoal briquets*, Australian 114. 035.
- Bent, H. (1941) *Coal briquets*, Ger. 715, 064.
- Birkenroth, G. and Bochanov, V.G. (1939) *Fuel briquets*; Russ. 55, 101.
- Cemi, F. D. (1939) *Smokeless briquets*; 209, 954.
- Dattiah, D.P. and Agrawal, B. (1976). *Binder for briquetting coke breeze*; Koks, Smola, Gaz, 21(2), Poland, 37-43.
- DPT (2001) 8. 5 yıllık kalkınma planı, Madencilik Özel ihtisas Komisyonu Raporu Enerji Hammaddeler Alt Komisyonu Kömür Çalışma Grubu, 2605-ÖİK: 616, Ankara.
- Elling, H. (1951) *Cellulose xanthogenate for briquetting of the coal dust*, Ger. 809, 433.
- Erasmus, E. (1939). *Briquetting of Low Value Fuels*; Ger. 685, 906.
- Erickson, J. A. (1944) *Process of making solid fuel briquettes*, US 2, 342-349.
- Francis, E.C. (1965) *Binder for fuel briquets*, Fr. 1, 384, 799.
- Fuchs, A. ve Bahr, U. (1983) *Cold briquetting of fine coal*, Ger Offen DE3, 136, 163.
- Futo, J. and Futo, A. (1939) *Fuel briquets and binding agents*, 514, 340, Nov. 6
- Giezyński, A. and Kuharzyk, J. (1965) *Briquetting of coal sludge*, Poland 49, 681,
- Groth, W., (1939) *Coke or semicoke briquets*, Fr. p 848-894
- Gürbüz Beker, Ü. Kural, O. ve Dağalp (1998) *Kömürün briketlenmesi*, *Kömür* (Ed. Orhan KURAL), istanbul, s 453-475.
- Gürbüz Beker, Ü. Küçükbayrak, S. and Özer, A. (1998) *Briquetting of Afşin-Elbistan lignite*, *Fuel Processing Technology*, V. 55, p 117-127.
- Jones, W.L Jones, D. C. and Duffryn, P. (1939) *Improvements in or relating to the production of fuel briquets*, Britain 510, 095.
- Joszko, H. and Koziak., R. (1976) *Binder for briquets*, Poland ,77, 294.

- Koppel, V. M. (1937) Briquetting waste from the coke chemical industry in the East, *Coke and Chem. (USSR)*, 7, p 38-39.
- Kotawski, W. Mazur, A. and Radko, W.** (1983) Formed briquets of solid fuel of high mechanical strength, Poland 116, 085.
- Khotuntsev, L.L.** (1957) Composition for increasing the water resistance of briquets, USSR 109, p 373.
- Laboure, M. and Malzac, A.** (1952) Carbonaceous binders for solid fuels; Fr. 1, 699.
- Marukawa, H.** (1948) Briquet Binders, Japan 177, 015 Nov . 26.
- Mead, E. S.** (1945) Briquets Using a Fuel-pitch Binder ; E.S.; US 2, 370, 060.
- Passa relli, F.** (1940) Fuel briquette and method of making same, US 2, 227, 363.
- Rathert, H.** (1951) Preparation of briquettes with a binding agent, Ger. 803, 597.
- Reitzer, M. and Stux, S.** (1941) Fuel Briquets, Hung. 127,424.
- Richards, S.R.** (1990) Briquetting peat and peat coal mixtures, *Fuel Processing Technology*, Vol 25, p 175.
- Rivkina, A.** (1939) Heat and water resistant peat briquets No. 4-5, 37-38, Chine Industrie 42, 969.
- Roberts, J.** (1974) Coals for Carbonization, Coke Smokeless-fuel Age 6, 173-5,
- Schinzel, W.** (1972) Production of smokeless fuel by briquetting coal using sulfite liquor as a binder, Erdöl, Kohle, Endgas, Petrochem. Brennstchem, 25, 65-69.
- Takacs, P. and Szigetvari, J.** (1978) Pilot plant briquetting of Vietnamese coal with binders; publ. Hung . Min. Res. Inst., 21, 289-97.
- TSE 12055** (1996) Kömür briketi-ev ve benzeri yerlerin ısıtmada kullanılan.
- Wolf, C.S.** (1942) Manufacture and carbonization of briquets; CS.; Can. 409, 133.
- Wunsch, W.** (1940) Activated Fuel, Ger. 693, 469, 13.
- Wundes, H. Hoffman, K. P. and Koegel, L.** (1971) Weather-resistant solid fuel agglomerate, Ger. (East), 100, 971.
- Young, J.K. Horn, L.G. and Steel, F.W.** (1941) An improved process for the preparation of charcoal briquets, Australian 114, 378.

