

AFŞİN/ ELBİSTAN LİNYİTLERİNDEKİ KÜLÜN AZALTIILMASI

REDUCTION OF ASH CONTENT IN AFSİN/ ELBİSTAN LIGNITE

İsmail KURUMUŞ, *MTA Orta Anadolu II Bölge Mudurluğu, 42100, Konya*
Mehmet YILDIRIM, *Çukurova Uni. Muh. Mim. Fak. Maden Muh. Bol., 01330, Adana*

ÖZET

Bu çalışmada, Afşin-Elbistan linyitlerinin kül içeriğinin azaltılması ve kalorifik değerinin yükseltilebilmesi için yapılan deneysel çalışmaların sonuçları ve kül depolama maliyeti üzerine etkileri verilmektedir. -1,40 +0,250mm boyut aralığına indirilen linyit numunesine uygulanan sarsıntılı masa deneyi ile kül oranı % 39,41'den %27,13'e düşürülmüştür. Masa atığı ve -0,250mm boyutlu numune karıştırılarak ince boyutlu ve saçınımlı bir şekilde dağılmış kül yapıcı bileşenlerin kömür taneciklerinden serbestleşebilmesi için -0,075mm boyuta indirilmiştir. Bu boyuttaki numunenin kül içeriğinin azaltılması için fuel-oil agglomeration yöntemi uygulanmıştır. Elde edilen konsantre ile masa konsantresi birleştirilmiştir. Böylece ağırlıkça % 79,00 toplam temizleme verimi ile % 29,80 kül içeriğine sahip, 4152 Kcal/kg kalorifik değerinde bir nihai temiz kömür elde edilmiştir.

ABSTRACT

In this paper, results and discussions of the experimental works carried out to reduce the ash content and increase the calorific value of the lignite received by the Afsin/Elbistan deposit and effects on ash store cost were presented. Ash making mineral matter in the sample sized into -1.40 +0.250mm was reduced from 39.41% to 27.13% (dry basis) by only shaking table operation. Tailing obtained from the tabling was blended to -0.250mm fraction and further ground into -0.075mm to improve liberation of the coal particles from the ash finely disseminated. Ash content of this fraction was discarded by fuel-oil agglomeration method. The concentrates obtained by tabling and flotation were admixed. A final clean product containing 29.80% ash and 4152 kcal/kg net calorific value was obtained with 79.00 % total cleaning recovery as a weight from the sample by this work.

1. GİRİŞ

Yaklaşık 4 milyar tonluk rezerviyle tüm ülke rezervinin yarısından fazlasına sahip olan Afşin- Elbistan Linyitleri, kömür içeriği açısından genç linyitler sınıfında olduğundan ve temizlenmesi mevcut yöntemlerle ekonomik olarak sağlanamadığından evsel yakıt olarak kullanılamamaktadır. Ancak, termik santralde yakıt olarak kullanılan bu linyitler ülkenin enerji üretim potansiyelinde önemli bir yere sahiptir.

Afşin-Elbistan linyitlerinin kül yapıcı minerallerin kömür içerisinde çok ince tanelerde bulunması, mevcut temizleme yöntemleri ile ekonomik olarak temizlenmesini engellemektedir. Bu linyitlerimiz, yüksek kül içeriği ve düşük kalori değeriyle evsel yakıt olarak kullanılamadığı gibi, halihazırda kullanıldığı termik santralde de bir takım sorunlar yaratmakta ve bu sebeple üretim kayıpları meydana gelmektedir. Termik santral yakma kazanlarında hem külün miktarı, hem külün kompozisyonu, ısı transfer yüzeylerine yapışarak yanma sonucu oluşan ısının buhar için gerekli olan ısı olarak suya transferinden önce bacagazi ile atılmasına neden olabilmektedir. Diğer taraftan, yanma sonucu oluşan bazı çevre kirleticilerin, örneğin kükürtün yanar kömür içinde yüksek konsantrasyonlarda olması, çevre için olumsuzluk arz etmektedir.

Kül miktarının yüksek olması sebebiyle tesis içi ve tesis dışı kül nakliyatının ve depolama maliyetlerinin de yüksek olmasına neden olmaktadır. Kül miktarının azaltılması ile kül nakliyatı maliyeti ve depolama maliyetide düşecektir. Ancak şu anda kurulu bulunan santral daha yüksek kalorili ve daha düşük küllü linyitin yakılabilmesi için dizayn edilmemiştir. Ancak, kül miktarının azaltılması ve kalorifik değerin artırılmasını amaçlayan bu çalışma sayesinde, gerek şu anda kurulu bulunan santralin sorunları için, gerekse daha sonra kurulabilecek olan santraller için bir fikir elde edilebileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada, Afşin Elbistan linyitlerinden alınan temsili numunelere sarsıntılı masa ve aggro-flotasyon deneyleri uygulanmış ve elde edilen sonuçlar verilmiştir.

2. MALZEME VE METOT

2.1 Malzeme

Afşin- Elbistan linyit havzasının değişik üretim bölgelerinden açık işletme yöntemiyle üretilen linyitler bantla harmanlama alanına getirilmekte ve değişik seviyelerden üretilen değişik özelliklerdeki linyitler burada harmanlanarak santrale verilmektedir. Bu sebeple, deneysel çalışmalara esas olan numuneler Afşin-Elbistan Termik santrali yakma öncesi harman bölgesinden temsili olarak alınmıştır. Alınan bu orijinal numunenin analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 1 'de verilmiştir.

Aggro-flotasyon deneylerinde, kömür taneciklerinin yüzeyinin suda ıslanmaz hale getirilmesi amaçlanmış ve bunun için deneylerde, zaten termik santralde kullanılmakta olan 6 numaralı fuel -oil kullanılmıştır. Kullanılan fuel-oil'in kimyasal özellikleri Çizelge 2'de verilmektedir.

Çizelge 1. Elbistan linyit numunesinin analiz sonuçları

Komur Analizleri	Orj. Kömür (%)	Havada Kuru Kömür (%)	Kuru Kömür (%)
Nem	48,80	17,14	
Kül	20,20	32,66	39,41
Uçucu Madde	21,50	34,80	42,00
Sabit Karbon	9,50	15,40	18,59
Toplam Kükürt	1,61	2,45	3,10
Ust Isıl Değer (kcal/kg)	1100	1320	1524
Alt Isıl Değer (kcal/kg)	990	1260	1420

Çizelge 2. 6 Numaralı fuel-oil'in özellikleri

Ust Isıl Değer (kcal/kg)	10200-10800
Alt Isıl değer (kcal/kg)	9600-10200
Karbon (%)	81-86
Hidrojen (%)	10-13
Kükürt (%)	0,5-5
Tortu (%)	0-0,25
Nem (%)	0-1
Alevlenme Noktası (C°)	70-140

2.2 Metot

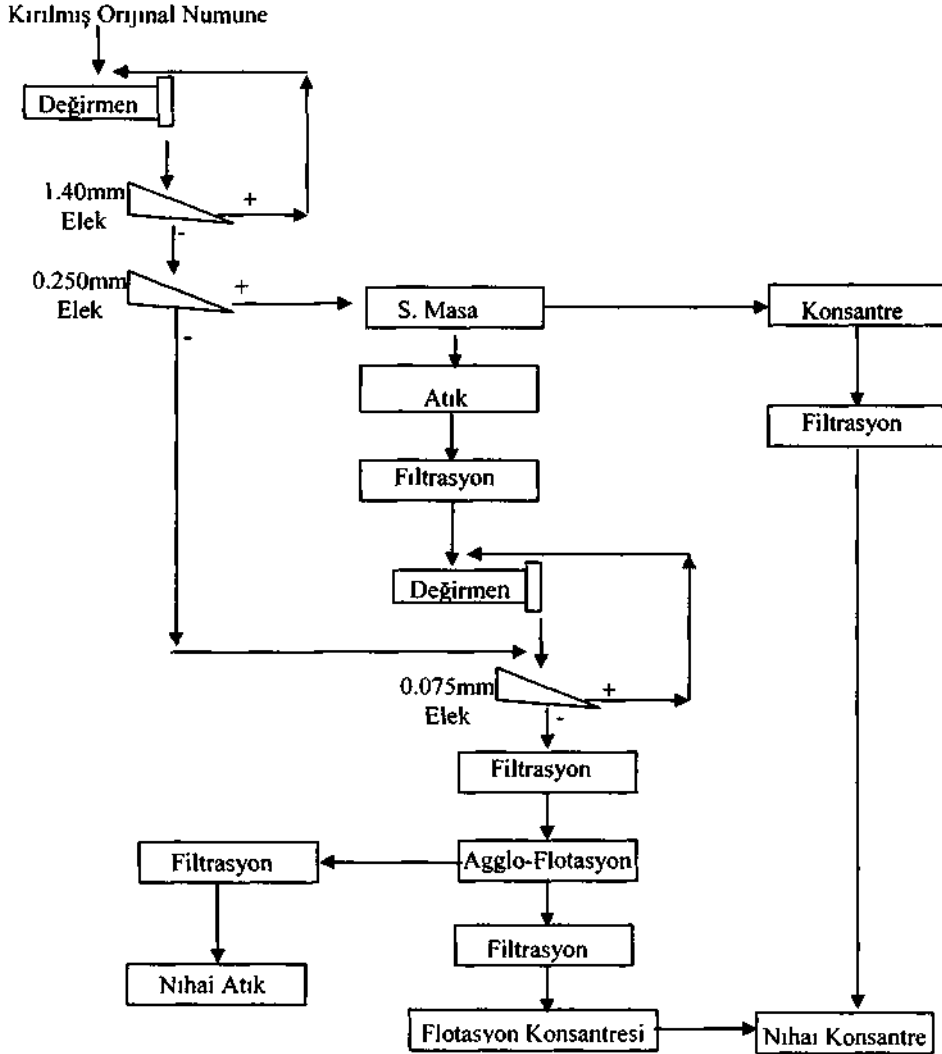
Şekil 1'de verilen akım şemasına göre, numunenin sarsıntılı masaya beslenecek boyut aralığına (-1,40+ 0,250mm) getirilmesi için laboratuvar tipi çeneli kırıcı, merdaneli kırıcı ve bilyalı değirmen -elek devresi kullanılmıştır. Öğütme yaşı ortamda % 60 katı yoğunluğunda gerçekleştirilmiştir. Öğütülmüş numune, yağ olarak elekten geçirildikten sonra, filtre ile katı/sıvı ayrımı yapılarak masa için yaklaşık % 25 nemli kek elde edilmiştir. Masa deneylerinde, Deister tipi laboratuvar ölçekli sarsıntılı masa kullanılmış, sonuçta bir atık (şist) ve bir temiz kömür elde edilmiştir (Çizelge 4). Sarsıntılı masa atığı ürün, daha fazla serbestleşme sağlamak amacı ile yeniden yağ öğütülüp 0,250mm elek altı ile birlikte 0,075mm elekten geçirilmiştir. Elek altı, aglomerasyon işlemindeki katı/sıvı oranı kontrolü için filtre edildikten sonra elde edilen kek, aggro-flotasyon hücrelerine beslenmiştir.

Flotasyon deneyleri, 1000mlTik Denver flotasyon hücrelerinde yapılmış olup, deneylerde katı yoğunluğu % 10 olarak sabit tutulmuştur. Fuel-oil'in suda daha iyi çözünmesi için fuel-oil+gazyağı emülsiyonu hazırlanmıştır. Bu emülsiyon, %20 gazyağı ve %80 fuel-oil karışımının bir karıştırıcıda 15000 dev/dak hızla karıştırılması sonucu elde edilmiştir. Deneylerde kullanılan emülsiyon oranı %5 ile %40 arasında değiştirilerek en uygun "kömür/kül yapıcı" ayırma koşulu belirlenmeye çalışılmıştır, ilave edilen emülsiyon oranı;

$$\% \text{Emülsiyon Oranı} = \frac{\text{Emülsiyon Miktarı (gr)}}{100 - \% \text{kül}} \cdot 100$$

[1]

formülü ile hesaplanmıştır. Yapılan her deneyde, köpürtücü olarak iki damla çam yağı ve kül yapıcı mineralleri bastırmak için 0.5ml %10Muk Na_2SiO_3 kullanılmıştır. Flotasyon hücresinde % 60 katı yoğunluğunda 8 dakika süre ile kondüsyonlama işleminden sonra katı yoğunluğu % 10'a getirilerek aglomera olmuş kömür tanecikleri köpük ile alınmıştır. Bu deneylerde pH 6,5-7,0 aralığında sabit tutulmuştur. Elde edilen atık ve konsantre ürünler filtre edilip kurutulduktan sonra analizleri yapılmıştır. Buradan elde edilen konsantre sarsıntılı masa konsantresi ile birleştirilerek nihai konsantre elde edilmiştir. Böylece tüm temizleme deneyleri sonucunda bir atık ürün (şist) ve bir temiz nihai ürün elde edilmiştir. Bu nihai ürünlerin analizleri yapılmış ve elde edilen sonuçlar Çizelge 6, 7 ve 8'de verilmiştir.



Şekil 1. Deneysel çalışmaların akım şeması

3. SONUÇLAR

Temizleme deneylerinin sonuçları, konsantreye göre hesaplanan verim ile değerlendirilmiştir. Deneyler sonucunda elde edilen temizleme verimleri şu şekilde hesaplanmıştır.

$$\% T.V. = \frac{\% K. Mik \times (100 - \%K. Külü)}{\% K. Mik \times (100 - \%K. Külü) + A. Mik. \times (100 - \%A Külü)} \times 100 \quad [2]$$

Çizelge 3. 1,40mm boyutuna kırılmış numunenin elek analizi sonucu

Elek Açıklığı (mm)	Miktar (%)
+1,40	0
-1,40+1,00	36,5
-1,00+0,50	21,45
-0,50 +0,250	9,55
-0,250	32,50
	100

Çizelge 4. Sarsıntılı masa deneyi sonuçları (Kuru bazda)

Ürünler	Miktar (%)	Kül (%)	Verim (%)
Konsantre	58.13	27.13	69.89
Atık	41.87	56.43	30.11
Giriş Numunesi	100.00	39.41	100

Çizelge 5. Sarsıntılı masa ürünlerinin analiz sonuçları (Kuru bazda)

İçerik	Giriş Numunesi (%)	Konsantre (%)	Atık (%)
Kül	39,41	27,13	56,43
Uçucu Madde	38,69	42,50	33,42
Sabit Karbon	18,59	30,37	10,15
Toplam Kükürt	3,10	2,86	3,35
Isıl Değer (Kcal/kg)	1420	3380	1024

Çizelge 6. Agglo-Flotasyon deneyi sonuçları (Kuru Bazda)

Emülsiyon (%)	Giriş Numunesi Kül (%)	Konsantre		Atık		Tem.Ver. (%)
		Miktar (%)	Kül (%)	Miktar (%)	Kül (%)	
20	46,95	58.15	36.00	41.85	60.00	68.97
25	46,95	60.26	35.00	39.74	66.00	74.63
30	46,95	61.44	34.00	38.56	74.00	80.17
35	46,95	65.43	32.36	34.57	74.56	83.43
40	46,95	66.54	36.14	33.46	65.76	78.77

Çizelge 7. Emülsiyon oranı %35 olduğunda elde edilen ürünlerin analiz sonuçları

İçerik (Kuru Bazda)	Giriş (%)	Konsantre (%)	Atık (%)
Kül	46.95	32.36	74.56
Uçucu Madde	37.52	20.27	20,00
Sabit Karbon	15.62	47.37	5.47
Toplam Kükürt	3.35	2.29	5.38
Isıl Değer (Kcal/kg)	1124	5065	818

Çizelge 3'de verilen -1,40mm boyutlu numunenin elek analizi sonucu incelendiğinde -0,250mm boyutlu numune miktarının tüm numunenin % 32,50'sini oluşturduğu görülmektedir. Bu durumda Şekil 1'de verilen akım şemasına göre sarsıntılı masa deneyine giren numune tüm numunenin %67,50'sidir. Akım şemasına göre, tüm numunenin %32,50'sini oluşturan, sarsıntılı masa deneyine giremeyen (-0,250mm boyutlu) kısım sarsıntılı masa artığı ile birleştirilerek -0,075mm boyuta indirilmiş ve agflo-flotasyon deneyine tabi tutulmuştur.

Şekil 1'de verilen deney akım şemasına göre, masa konsantresi (girene göre ağırlıkça % 39,23) ve agflo-flotasyon konsantresi (girene göre ağırlıkça %39,75) karıştırılmış ve elde edilen nihai konsantrenin analizi yapılmıştır. Sonuçlar Çizelge 8'de verilmektedir.

Çizelge 8. Orijinal kömür, temizlenmiş ürün ve nihai atığın analiz sonuçları

İçerikler (Kuru Bazda)	Giriş (%)	Nihai Konsantre (%)	Nihai Atık (%)
Kül	39,41	29,80	74,56
Uçucu Madde	42,00	31,10	20,00
Sabit Karbon	18,59	39,12	5,47
Yanar Kükürt	1,10	0,67	1,92
Toplam Kükürt	3,10	2,54	5,38
Isıl Değer (Kcal/kg)	1420	4152	818

Yatakta kurulu mevcut santral için günde 7200ton linyit üretilip tüketildiği varsayılırsa, yanabilir kısmın yaklaşık %8,7'si atıkta kalacaktır. Ancak kül miktarı azaltıldığında uçucu külün tesis içi ve dışı nakliyat masrafları, bu cürüflardan dolayı kaybedilen ısı miktarı ve en önemlisi baca gazındaki SOVnin yanında iz elementlerinin buharlaşması sonucu oluşabilecek hava kirliliği de azaltılabilecektir. Mevcut kurulu işletmedeki uçucu kül nakliyat bantlarındaki arızalar nedeni ile oluşan duraksamalardan dolayı yaklaşık yılda 300-350 bin MWh enerji kaybedilmektedir. Nakledilecek külün miktarı azaltıldığında bu kayıplarında azalacağı düşünülmektedir. Ayrıca, kül depolama bu tür tesislerde aşığıdaki yaklaşım ile belirlenebilmektedir.

$$D = (AD - AC) \times DC$$

[3]

D= Kul depolama maliyetindeki azalma (USD/ton)

AD= Orijinal linyitin kül içeriği (%39,41)

AC= Temizlenmiş kömürün kül içeriği (%29,80)

DC= Kül depolama maliyeti

Tesise ait bazı verilerin yaklaşık değerleri alındığında;

- Kül atma bantının uzunluğu= 9092 metre
- Bantın ömrü= 3 yıl
- Bantta kullanılan diğer ekipmanların ömrü= 20 yıl
- Faiz oranı= % 6 (aylık)
- Bu bantlar ile depolanan uçucu kül miktarı= 3.633.444 ton/yıl
- Külün toplam maliyeti = 11.500.000 USD/yıl

Buradan birim kül depolama maliyeti;

$$DC = \frac{11.500.000}{3.633.444} = 3,2 \text{ UDS/ton}$$

[4]

$$D = (0,3941 - 0,2980) \times 3,2 \\ = 0,4 \text{ USD/ton linyit}$$

4. SONUÇLAR

Bu çalışmada kül yapıcı minerallerin linyitten uzaklaştırılarak kül miktarının azaltılması ve kalorilik değerinin yükseltilmesi amaçlanmıştır. Çizelge 1 ve Çizelge 4 incelendiğinde kül oranının (kuru bazda) %39,41'den %27,13'e düşürülebildiği görülmektedir. Çizelge 5 incelendiğinde ise toplam kükürt'ün %3,10'dan %2,86'ya düşürüldüğü görülmektedir. Diğer taraftan, kalorifik değerlere bakıldığında bu deneyle 1420 Kcal/kg'dan 3380Kcal/kg'a yükseltildiği görülmektedir. Sarsıntılı masa deneylerinden elde edilen bu konsantrenin temizleme verimi ise %69,89 oranında gerçekleşmiştir. Bir başka deyişle masa artığında %30,11 oranında yanabilir madde bulunmaktadır.

Çizelge 6'da verilen aggro-flotasyon deneylerinin sonuçlarına bakıldığında, en iyi temizleme verimine % 35 emülsiyon oranı alındığında ulaşıldığı, kömür tanecikleri arasında en iyi agglomerasyonun bu emülsiyon oranında meydana geldiği anlaşılmaktadır.

% 35 emülsiyon oranı ile yapılan aggro-flotasyon deneylerinden elde edilen ürünlerin analiz sonuçları Çizelge 7'de verilmektedir. Bu deneyde kül oranının % 46,95'den %32,36'ya düştüğü, kalorifik değerinin ise 1124Kcal/kg'dan 5065 Kcal/kg'a yükseldiği görülmektedir. Bu deneyde temizleme verimi ise % 83,43 olarak gerçekleşmiştir.

Şekil 1'de görülen akım şeması gereğince masa konsantresi ve aggro-flotasyon konsantresi karıştırılmış ve tek bir nihai konsantre elde edilmiştir. Akım şemasına göre yapılan deneyler sonucunda masa konsantresi, girene göre ağırlıkça % 39,23, aggro-flotasyon konsantresi ise girene göre ağırlıkça % 39,75 oranındadır. Nihai konsantrenin temizleme verimi ise ağırlıkça yaklaşık % 79,00 olarak gerçekleşmiştir. Çizelge 8'de bu

nihai ürünlerin analiz sonuçları verilmektedir. Bu deneylerle kül içeriği kuru bazda %39,41'den 29,80, toplam kükürt içeriği %3,10'dan %2,54'e düşürülürken, kalorifik değeri 1420 Kcal/kg'dan 4152 Kcal/kg' a yükseltilmiştir.

Sonuçlardan izlendiği gibi bu işlemler ile numunenin sabit karbon içeriği % 18,59'dan %39,12'ye çıkarılabilmektedir. Kül miktarının azaltılması ile kül nakliyat ve depolama maliyetlerinde de önemli bir azalma olduğu anlaşılmaktadır.

5. KAYNAKLAR

Alonso, M. I. Valdes, A.F. Martinez-Tarazoya, R.M. and Garcia, A.B. (1999) Coal recovery from fines cleaning wastes by agglomeration with vegetable oil: effects oil type and concentration. *Fuel*, 78, pp. 753-759.

Bhattacharyya, A.K. Moza, A.K. and Sarkar, G.G. (1977) Role of operating variables in oil-agglomeration of coal. *Society of Mining Engineers, AIME, Agglomeration*, Vol.2 pp 931-938.

Mehrotra, V.P. Sastry, K.V.S. and Money, B.W. (1983) Review of oil agglomeration techniques for processing of fine coals. *Int Journal of Min. Procès. II*, pp. 175-201.

Mehrotra, V.P. (1980), Agglomeration offers technical and economical advantages. *Min. Eng.* 32, pp.1230-1235.

Philips, P.J. and Cole, R.M. (1990), Economic penalties attributable to ash content of steam coals, *Mining Engineering SME-AIME*, Vol. 32, No:3, pp. 297-302.

Shrauti, M.S. and Arnold, D.W. (1995). Recovery of waste fine coal by oil operation. *Fuel*, 74, pp. 459-465

Yildirim M. Kurumuş I. (2002) Ash Removal from the Afsin/Elbistan Lignite and the Effects on Power Station Operation, *Journal of the Institute of Energy*, Vol: 75, December, pp: 112-117.