

Tuncbilek Kömürü Kükürt İçeriğinin Mevcut Yıkama Sisteminde İncelenmesi

An Investigation of Sulphur Content of Tuncbilek Coal in the Existing Washing Plant

Orhan SEMERKANT (*)
Vedat ARSLAN (**)
Mevüt KEMAL (***)
Neşet ÇOĞUPLUGİL (****)

ÖZET

Ev ve sanayi yakıtı olarak kullanılan kömürlerin çevre ve hava kirliliğine neden olan bileşenleri, kömür üretim ve pazarlanmasını doğrudan etkilemektedir. Bu çalışmada Tunçbilek kömürlerindeki yanıcı kükürt içeriklerinin mevcut lavvardaki ürünlere göre dağılımı incelenmiştir. Kükürt içeriğinin SO₂ emisyonu cinsinden ifade edilmesiyle de konuya ayrıca farklı bir açıdan yaklaşılmıştır.

ABSTRACT

The impurities within coal, used for industrial and domestic purposes, which cause environmental pollution directly affect the coal production and marketing. In this study the distribution of combustible sulphur within washed products and refuse of Tuncbilek preparation plant has been investigated. The results obtained, have also been presented as SO₂ emission thus facilitating a different approach to the problem.

- (*) Öğr.Görv.Dr.DEÜ Müh.-Mim.Fak. Maden Mühendisliği Bölümü İZMİR
(**) Arş.Görv. DEÜ Müh.-Mim. Fak. Maden Mühendisliği Bölümü İZMİR
(***) Prof.Dr. DEÜ Müh.-Mim. Fak.Maden Mühendisliği Bölümü İZMİR
(*#*)Maden Müh. GLI İstihsal Şube Müdürü Tunçbilek - KÜTAHYA

1. GİRİŞ

Ülkemiz mevcut linyit potansiyelinin büyük bir bölümü düşük kaliteli ve yumuşak linyitlerden oluşmaktadır. Sert linyit olarak adlandırılan ve nem oranlarının % 25'den daha az, açık havada parça sağlamlığının koruyan ve tozlaşmayan, yaş yöntemlerle yıkanabilen, saf kömür bazında ısı değerleri yüksek olan, özellikle ev ve sanayi yakıtı olarak kullanımları uygun olan kömür potansiyelinin azlığı, bu kömürlerin optimal bir biçimde değerlendirilmelerini zorunlu hale getirmektedir (1), Yukarıda verilen özelliklere sahip kömür varlığımız içinde Tunçbilek kömürü önemli bir yer tutmaktadır. Son yıllarda gerek doğal gaz ve gerekse ithal kömür girdisi nedeniyle ülkemizde yerli kaynakların kullanımı konusunda yaşanan problemlerin başında, kömürlerimizin çevre ve hava kirliliğine neden olan bileşenleri gelmektedir. Ancak kömürlerimizin tüm özelliklerinin de tam olarak bilindiğini söylemek mümkün değildir. Bu durumda kamuoyundaki yanlış veya eksik bilgi nedeniyle ortaya çıkan soruların giderilmesi, ilgili kamu kuruluşlarıyla birlikte üniversitelerin de görevi haline gelmiştir (2).

Bu amaçla üniversitede yapılan araştırmaların bir kısmını teşkil eden bu çalışmada, Tunçbilek lavvarında halen uygulanan yıkama işlemleri esnasında, kükürt bileşeninin davranışı ve ürünlere göre dağılımı incelenmiştir. Böylece kömür yıkama yoluyla ısı değerinde sağlanan artışlar yanında, kükürt gideriminin gerçek durumu ortaya çıkarılmıştır).

2. GENEL BİLGİLER

- Dünyada, özellikle son yıllarda, hızlı sanayileşmeye paralel olarak ortaya çıkan çevre ve hava kirliliği sorunlarının giderilmesinde, uygulanan teknolojik yöntemlerin İslahı yanında, insan ve çevre sağlığını bozmayacak kalitedeki hammadde üretimi de gündeme gelmiştir. Ayrıca, söz konusu hammaddelerin kalitelerinin belirlerimesinde, detaylı bir standartlaşmaya gidilmiş, bilhassa ileri düzeyde sanayileşmiş ülkelerde sözü edilen standartlar hukuksal yaptırımları beraberinde getirmiştir. Aynı durumun gerçekleştirilebilmesi için, sanayileşme yolundaki ülkemizde de, özellikle son yıllarda, gerek insan ve çevre sağlığını etkileyen teknolojilerin yeniden düzenlenmesi ve gerekse hammadde kalitesinin artırılması çalışmalarına ve bu konudaki hukuksal düzenlemelere başlanmıştır. Bu kapsamda olmak üzere, Çevre Bakanlığı, TSE yerel yönetimler

ve Üniversitelerde, özellikle kömür 'kalitesi ve hava kirliliğine olan etkilerinin azaltılması konusunda çalışmalar devam etmektedir.

Bilindiği gibi, yanma esnasında, kömürde bulunan kükürdün bir kısmı SO₂ olarak havaya giderken, bir kısmı külde kalmaktadır. Hava kirliliği açısından önemli olan kükürt içeriği de, SO₂'e dönüşen oran olmaktadır. Bu nedenle birçok ülkede, yanma esnasında oluşan bacagazı içindeki SO₂ gazı oranına kısıtlama getirilmektedir.

Ülkemizde halen baca gazı içindeki SO₂ emisyon miktarı (ızgaralı ve toz yakmalı tesislerde) maksimum 2000 mg/m³ (3.5 kg SO₂/1 milyon KCal) olarak sınırlandırılmıştır. Bununla birlikte, özellikle sanayileşmiş ülkelere farklı sınırlamalar uygulanmaktadır. Örneğin, ABD'de 1 milyon BTU (veya 1 milyon KCal)lık bir ısı değerine sahip kömür yakıldığında, havaya vereceği SO₂ miktarı bir ölçü olarak kullanılmaktadır. Amerikan EPA (Çevre Koruma Ajansı) standardına göre 1 milyon BTU'luk kömür yandığında, havaya maksimum 1.2 lb (2.2 kg/1 milyon KCal) SO₂ vermesine müsaade edilmektedir. Yine ABD'nin bazı eyaletlerinde bu değer 5.9 lb/10⁶ BTU (10.8 kg/1 milyon KCal) SO₂ ye kadar çıkabilmektedir(4,5).

"Hava Kalitesinin Korunması Yönetmeliği"ni koyduğu sınırlamalar esas alınarak, değişik ısı değerlerindeki kömürlerin SO₂ emisyonu oluşturabilecek maksimal kükürt içerikleri hesaplanarak aşağıda verilmiştir.

Kömür Isı Değeri (KCal/kg)	Hava Kalitesinin Korunması	
	EPA'ya Göre Max.Kükürt (%)	Yönetmeliğine Göre Max.Kü. (%)
3000	0.34	0.54
3500	0.38	0.60
4000	0.45	0.72
4500	0.51	0.81
5000	0.57	0.91
6000	0.68	1.08
7000	0.80	1.27

Kömürün yanması esnasında havaya verilen emisyon sadece SO₂ değildir. Toz, azot oksitleri ve (yetersiz oksijen nedeniyle) yanmamış ^zlar gibi diğer emisyonlarda havayı kirletmektedir. Yakma esnasında, bir kömürün havaya vereceği emisyon miktarı, kömürün cinsi, içindeki empü-j.-teler, yakma sisteminin uygunluğu ve yakma şartlarına göre değişmektedir(6).

Son yıllarda büyük kentlerimizde özellikle kış aylarında yaşanan hava kirliliği sorunlarının yakıt hammaddelerinden kaynaklandığı düşünceyle, bilhassa yerli kömürlerimizin tüketimi yerine ithal kömür kullanımını gündeme gelmiştir. Bu nedenle yurt dışından getirilen düşük kükürtlü ve yüksek ısı değerli kömürler birçok ilimizde kullanılmaya başlanmıştır. Bu konuda illerimizdeki İl Hıfzısıha Kurulları ve yerel yönetimlerin kömür kükürt içeriği ve ısı değeri ile ilgili olarak uyguladıkları sınırlamalar, yerli kömürlerimizin tüketiminde azalmalara sebep olmuştur. Ancak söz konusu sınırlamalara uygun kömür özelliklerinin tesbitinde sağlıklı numune alımları ve analizlerin yapıldığı konusu belirsizdir. Özellikle bazı yörelerde, örneğin max % 1 kükürt ve min 4000 KCal/kg olarak belirlenen sınırlamaların kontrolunda sadece kükürt oranı göz önüne alınıp, ısı değeri dikkate alınmadan kömür sevkiyatları sınırlandırılmaktadır. Halbuki, özellikle gelişmiş ülkelerde kömürlerin kükürt içeriklerinden çok, ısı değerlerine göre belirlenen ve yanma sonucu bacadan açık havaya bırakılan SO₂ emisyonları gözönüne alınarak gerçekçi sınırlamalar getirilmektedir(7,8).

3. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

Tunçbilek lavvarında yıkama ve sınıflandırma aygıtlarına beslenen kömürler ile elde edilen ürünlerdeki yanıcı kükürt miktarlarının tesbiti ve böylece kükürt içeriğinin yıkama-sınıflandırma işlemleri esnasındaki davranışının belirlenmesi amacıyla yapılan çalışmaların ilk aşamasında; döner kırıcı sonrası lavvara giren kömürün yıkama ve ince boyutta sınıflandırma boyutlarında elek analizleri yapılmıştır. Elde edilen tane iriliği fraksiyonlarındaki kül ve yanıcı kükürt içerikleri aşağıda Çizelge 1 de verilmektedir.

Çizelge 1. Lavvar besleme malı (döner kırıcı sonrası) elek analizi sonuçları

Tane İriliği T, mm)	Ağ. (%)	Kül (*)	Yan.Kükürt (%)	Kümülatif % Ağ.	Elek Üstü % Kül	% s
+ 20	58.99	60.50	1.42	58.99	60.50	1.42
20 - 0.5	32.43	47.70	1.64	91.42	55.96	1.50
0.5 - 0.3	1.49	52.40	1.54	92.91	55.90	1.50
0.3 - 0.0	7.09	72.50	0.71	100.00	57.08	1.44

Çizelgeden de görüleceği üzere, tesise beslenen tüvenan kömürün ortalama kül oranı % 57.08 iken, bu oran +20 mm fraksiyonunda % 60.50 ye,

0.3-0.0 mm de ise 72.50 seviyelerine yükselmektedir. Yanabilir kükürt oranı ise, kül oranı arttıkça düşmekte ve tüvenan kömürün ortalama kükürt oranı % 1.44 iken, bu oran -0.3 mm deki % 72.50 kül oranında % 0.71 e düşmektedir.

Yıkama ve ince boyutta sınıflandırma aygıtlarına beslenen kömür ve elde edilen ürünlerdeki kükürt dağılımları ile Tunçbilek kömürünün saf kömür bazında ısı değerinin 7200 KCal/kg olarak alınmasıyla hesaplanan SO₂ emisyon miktarları aşağıda Çizelge 2 de verilmiştir.

Çizelge 2. Tunçbilek lavvarındaki yıkama-sınıflandırma aygıtlarındaki besleme malı ve ürünlere göre yanıcı kükürt dağılımları

		Ağ. (%)	Yan.Kükürt (%)	Dağılım S (%)	SO ₂ (gr/1 mil- yon KCal)
Ağır	Lave Kömür	49.55	2.06	69.45	7240
Ortam	Artık	50.45	0.89	30.55	13313
Tamburu	B.M. (Hesapla)	100.00	1.47	100.00	8414
	(Analizle)		1.35		
Ağır	Lave Kömür	65.96	1.90	78.47	6498
Ortam	Artık	34.04	1.01	21.53	14346
Siklonu	B.M. (Hesapla)	100.00	1.58	100.00	7287
	(Analizle)		1.34		
İnce	Lave Kömür	57.81	1.88	80.04	6311
Kömür *	Artık	42.19	1.72	39.96	16265
Jigi	B.M. (Hesapla)	100.00	1.81	100.00	8348
	(Analizle)		1.6		
A_0.	Siklon Alt Çıkışı	55.52	0.85	70.30	6254
Devresi	«Siklon Üst Çıkışı	44.38	0.45	29.70	4345
Şlam	B.M. (Hesapla)	100.00	0.67	100.00	5382
Siklonu	(Analizle)		0.75		
Jig	Siklon Alt Çıkışı	49.96	1.62	76.75	8995
Devresi	Siklon Üst Çıkışı	50.04	0.49	23.25	5226
Şlam	B.M. (Hesapla)	100.00	1.05	100.00	8155
Siklonu	(Analizle)		0.88		
	Elek Üstü	38.86	1.59	52.62	6581
Zimmer	Elek Altı	61.14	0.91	47.38	6504
Eleği	B.M. (Hesapla)	100.00	1.17	100.00	7826
	(Analizle)		1.62		

Çizelgede verilen değerler incelendiğinde;

- Ağır ortam tamburu için, besleme malında % 1.47 olan yanabilir kükürt oranının, yıkanmış kömürde % 2\06 ya çıktığı görülmektedir. Bu durumda yıkanmış kömürde bir kükürt zenginleşmesi ortaya çıkmaktadır. Buna karşın tüvenan kömürdeki kükürt içeriğinin sadece % 69.45 i yıkanmış kömüre geçmektedir. Ayrıca temiz kömür ısı değeri tüvenan kömüre göre artmaktadır. Bu iki husus temiz kömürün yanması sonucu havaya verilen SO₂ emisyonu miktarının, tüvenan kömür yakılması durumuna göre daha düşük seviyede kalmasına neden olmaktadır. Bahsedilen bu durumu, ilgili çizelgede Tunçbilek kömürünün saf kömür bazında ısı değeri 7200 KCal/kg alınarak hesaplanan, SO₂ emisyonu oranları açıkça ortaya koymaktadır. Tunçbilek +20 mm kömürü, tüvenan olarak yakılması durumunda, havaya 8414 gr/1 milyon KCal SO₂» lave olarak yakılması durumunda ise 7240 gr/1 milyon KCal SO₂ verecektir. Bu sonuca göre, kömürün yıkanması ile lave kömürde bir kükürt zenginleşmesi söz konusu olmasına rağmen, ısı değerindeki artış nedeniyle birim ısı değeri başına oluşacak SO₂ emisyonu azalmaktadır. Dolayısıyla, yıkama işlemi kükürt giderme açısından faydacı olmaktadır¹.

- Ağır ortam siklonu için, besleme malı bünyesinde bulunan yanıcı kükürdün ancak % 21.5 inin artıkla atılabildiği ve yıkanmış kömürdeki kükürt oranının besleme malına göre artış gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Söz konusu değerlere göre atılan kükürt miktarının oldukça az olmasına karşın (% 21.53), yanma sonucu oluşacak emisyon açısından yıkanmış kömür, tüvenan kömüre göre, yine de avantajlı olmakta böylece yıkama işlemi kükürt giderme açısından olumlu bir sonuç ortaya çıkarmaktadır.

- İnce kömür jigi için, jige beslenen 20-0.5 mm kömürün içerdiği kükürtün % 40 inin artıkla atılabildiği görülmektedir. Besleme malında % 1.81 olan kükürtün, yıkama sonucu üretilen temiz kömürde 1.88 e çıkararak zenginleştiği, ancak, ısı değeri artışıyla, emisyon açısından daha iyi bir hale geldiği ortaya çıkmaktadır.

- Ağır ortam devresi şlam siklonunda yapılan işlemin sadece bir sınıflandırma olması nedeniyle, elde edilen alt çıkış ürününde belirgin bir kül azalması olmamış, ancak olumsuz bir gelişme olarak, kükürt oranı bir miktar artmıştır. Kül oranında düşme olmaması nedeniyle, ısı değerinde bir artış meydana gelmemiş, dolayısıyla SO₂ emisyonu açısından da olumsuz bir sonuç ortaya çıkmıştır. Ancak gerek elde edilen ürünün

miktarı, gerekse de kükürt oranı, bunun üzerinde durulmasını gerektiremeyecek mertebededir.

- Jig devresi şlam siklonunda, ağır ortam siklonu devresindeki benzer şekilde, sınıflandırma işlemi sonucu, alt çıkış ürünü kükürt açısından zenginleşmekte ve kül oranı önemli oranda değişmemekte ve buna bağlı olarak ta ısı değeri artmadığı için, SO₂ emisyonu açısından da olumsuz bir sonuç ortaya çıkmaktadır.

- Zimmer eleği ürünlerindeki kükürt oranları dikkate alındığında, elek üstünde kalan ve nisbeten düşük küllü olan kısımda kükürt oranı % 1.59 a ulaşırken, elek altında bu oran % 0.91 e düşmektedir.

4. SONUÇLARIN İRDELEMESİ

Tunçbilek lavvarma 150-0 mm boyutunda tüvenan olarak giren kömür j yıkama ve sınıflandırma işlemlerinden geçtikten sonra ürünlere ayrılırken, tane iriliği ve aygıt performanslarına bağlı olacak çeşitli kül ve kükürt oranlarına sahip olmaktadır. Yukarıda tek tek alet bazında incelenen bu sonuçlar, tesis girdisinin ürünlere dağılımını açık bir şekilde görebilmek için burada, birarada irdelenmektedir.

Çizelge 3 de birarada verilen sonuçlar, toplam temiz kömür ve toplam artık olarak, tesis çıktısı şeklinde iki gruba ayrıldığında, tüvenan kömürün % 52.52 sinin satılabilir ürün olarak elde edildiğini ortaya koymaktadır. Çizelgede verilen ağırlık sütununda, Zimmer eleği için değer verilmemiştir. Bunun nedeni, Zimmer eleğinin siklon alt çıkışını sınıflandırmasıdır. Ancak yapılan hesaplamalarda Zimmer eleğine ait ağırlık değerleri de göz önüne alınmıştır. Söz konusu Çizelgelerde verilen değerler kükürt balansı açısından değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlar ortaya çıkmaktadır.

Çizelge 4. Tunçbilek lavvarının genel kükürt balansı[^]

	Ağ. (%)	Yan . (X)	Kükürt (X)	Dağılım S %	SO ₂ gr/1	KCal
Satılabilir Kömür *	52.52		1.93	68.32	6982	
Artık	47.48		0.99	31.68	13060	
B.M.(Hesapla)	100.00		1.48	100.00	8086	
(Analizle)			1.44			

Çizelge 3. Tunçbilek lavvarındaki yıkama ve sınıflandırma aygıtlarına göre kül-kükürt dağılımı

Yıkama Aygıtları	Tane İriliği (mm)	Ağ. X	Temiz Kömür			Artık			Besleme Malı	
			X Ağ	% Kül	X S	X Ağ	X Kül	X S	X Kül	X S
Ağır Ortam Tamburu	150 - 20	58.99	49.55	20.97	2.06	50.45	81.42	0.89	51.47	1.47
Ağır Ortam Siklonu	20 - 0.5	16.21	65.96	18.78	1.90	34.04	80.44	1.01	39.77	1.58
Jig	20 - 0.5	16.28	57.81	17.26	1.88	42.19	70.62	1.72	39.77	1.81
Sınıflandırma Siklonu (AO Devresi)	0.5 - 0.0	4.29	55.62	62.24	0.88	44.38	71.23	0.45	65.42	0.67
Sınıflandırma Siklonu (Jig Devresi)	0.5 - 0.0	4.29	49.06	58.47	1.62	50.04	73.96	0.49	64.24	1.05
Zimmer Eleği	0.5 - 0.0		38.86	32.89	1.59	61.14	62.14	0.91		
Toplam			52.52	23.21	1.93	47.48	78.84	0.99	48.82	1.49

Elde edilen sonuçlara göre, tüvenan kömürle birlikte lavvara beslenen yanabilir kükürt içeriğinin % 68.32 sinin satılabilir ürünlerin bünyesinde kalmasına karşın, % 31.68 gibi önemli bir kısmı artıkla birlikte atılmaktadır. Bu sayede, elde edilen yıkanmış kömür toplamının ortalama % 1.92 kükürt oranı, tüvenan kömür kükürt oranına göre daha yüksek olmasına rağmen, ısı değerindeki artış sayesinde, bu kömürün havaya vereceği SO_x emisyonunun azalacağı görülmektedir.

Sonuç olarak, Tunçbilek lavvarındaki yıkama işlemleri sonucunda, kükürt oranı açısından bir zenginleşme söz konusu olsa bile, artıkla atılan kükürt miktarı ve artan ısı değeri sayesinde, yıkama işlemi kükürt giderme açısından olumlu etki yapmaktadır.

KAYNAKLAR

1. KEMAL M., SEMERKANT O., Türkiye Linyit Potansiyeli ve Kullanılma Olanağı, 4. Kömür Kongresi, Zonguldak, 1984.
2. SEMERKANT O., ERGİN Z., KEMAL M., Ege Bölgesindeki Linyitlerin özellikleri ve Üretim-Tüketim Potansiyeli, Mühendislik Haftası Akdeniz Univ., Müh. Fak., İsparta, 1988.
3. Tunçbilek Kömürünün Çevre Ve Hava Kirliliğine Olan Etkilerinin Etüdü, DEÜ Müh.-Mim.Fak., Maden Mühendisliği Bölümü (Araştırma Projesi, İzmir, (Devam Ediyor)
4. HavaKalttesiiBên Korunması Yönetmeliği, Resmi gazete No. 19269, Ankara, 2 Kasım 1986
5. RICHARD! A. Schmidt, Coal in America, Me Graw Hill inc. 1979.
6. MÜEZZİNOĞLU A., Hava Kirliliğinin ve Kontrolünün Esasları, Dokuz Eylül Üniversitesi Yayınları, İzmir, 1987.
7. TMMOB, Ankara Kenti Kömür Raporu, Ankara, 1990
8. KHOURY D.L.,Coal Cleaning Technology, Noves Data Corporation, USA, 1981.

