

Zonguldak Havzası Kömürlerindeki Empüritelerin Kok Üretimi Açısından İrdelenmesi

Determination of the Empurities within Zonguldak Region Coals for Coke Making

Vedat ARSLAN (*)
Orhan SEMERKANT (**)
Mevlüt KEMAL (***)

ÖZET

Zonguldak havzasında üretilmekte olan koklaşır kömürlerle, yarı koklaşır Armutçuk kömürlerinin kükürt oranları ve külü oluşturan oksit bileşenlerinin kok üretimi açısından incelenmesi, bu çalışmanın esasını teşkil etmektedir. Bu amaçla, Zonguldak-Merkez, Çatalağzı ve Armutçuk lavvarlarına beslenen tuvenan kömürlerle, lavvar ürünlerinden alınan numuneler ayrı ayrı incelenmiştir. İlk olarak kükürt ve alkali oksitlerin tane iriliğine ve farklı kül oranlarına göre değişimleri incelenmiştir, ikinci olarakta, her üç lavvar ürünlerinde külü oluşturan oksit bileşimlerinin tane iriliğine göre dağılımları ile Zonguldak kömürü örneğinde yoğunluk fraksiyonlarına göre kömür külü oksit bileşiminde meydana gelen değişimler incelenmiştir.

ABSTRACT

The aim of this study is to investigate the distribution of sulphur in coal and oxide content in ash of coking and semi-coking coals which are produced within Zonguldak region of Türkiye .

For this purpose raw and clean coal samples have been taken from Zonguldak, Çatalağzı and Armutçuk washing plants. In these samples, sulphur content and oxides in ash have been determined in different particle sizes and different density fractions which have been produced by float-sink tests.

(*) Araş.Görv. DEL) Müh.-Mim.Fak. Maden Mühendisliği Bölümü İZMİR
(**) Öğr.Görv.Dr.DEÜ Müh.-Mim.Fak. Maden Mühendisliği Bölümü İZMİR
(***) Prof.Dr. DEÜ Müh.-Mim.Fak. Maden Mühendisliği Bölümü İZMİR

1. GİRİŞ

Kok yüksek fırın girdilerinin en önemlilerinden birisidir ve üretildiği kömürün özelliklerine bağlı olarak, yüksek fırın çalışma sonuçlarını önemli ölçüde etkilemektedir. Kömürün koklaşma özellikleri ve kömürleşme derecesinin yanında, içerdiği empüritelere üretilen kokun kalitesini belirleyen önemli faktörlerdir. Yüksek fırın açısından önemli olan empüriteler kokun kül, kükürt ve alkali oranlarıdır ve bu empüriteler kömür satın alma şartnamelerinde daima sonucu önemli oranda etkilemektedir.

Kül, üretilen kokun sağlamlığını azaltması yanında, yüksek fırında özgül kok sarfiyatını arttıran ve aynı zamanda kapasiteyi düşüren bir unsur olarak ortaya çıkmaktadır. Bunlara ilaveten kömür külünü oluşturan mineral maddelerden bazıları, kömür koklaşma özelliğini önemli ölçüde ve olumsuz yönde etkiler, bazıları da yüksek fırında problemler yaratmaktadır. Bunlardan, en önemlisi de alkali oksitlerdir. Alkali oksitler, koklaştırma işlemi sonucunda kok bünyesinde kalırlar. Kokun yüksek fırın alt seviyelerindeki yüksek sıcaklık zonlarına doğru ilerleyişi esnasında, buharlaşma sıcaklıkları 800 °C-900 °C arasında değişen Na₂O ve K₂O den indirgenerek buharlaşırlar. Meydana gelen alkali buharları, fırının üst kısımlarına doğru hareket ederek, katı haldeki şarj malzemeleri yüzeyine nüfuz ederler. Bu durumda fırın şarjı içindeki peletin şişerek parçalanmasına neden olurken, kokun reaktivitesini arttırarak erken ufalanmasına neden olurlar. Buharlaşma-yoğuşma şeklinde sirküle olan alkali oksitlerin konsantrasyonu fırın içerisinde devamlı artar. Yüksek fırında konsantrasyonu artan alkaliler, aynı zamanda refrakter malzemeyle de reaksiyona girerek, bu malzemelerin dayanımlarının azalmasına neden olmaktadır. Ayrıca uzun vadede, fırın iç yüzeyinde scaffold denilen birikimlerin oluşmasına neden olmaktadır (1,2,3).

Kükürt ise, koklaştırma işlemi esnasında % 80-85 oranında koka geçmektedir. Yüksek kükürt içerikli kokun yüksek fırında kullanılmasında ise kükürtün sıvı ham demire geçmesini önlemek için, kükürtü giderecek cüruf yapıcı ilavesi gerekmektedir. Bu durumda, yüksek fırında ilave kok sarfiyatına ve kapasite düşmesine sebep olmaktadır. Aksi takdirde ise sıvı demir kalitesi bozulmaktadır(2).

Ülkemizde, demir çelik endüstrisine koklaşabilir kömür sağlayabilen tek havza olan Zonguldak kömürlerindeki, yukarıda bahsedilen empüritelerin durumunun ne olduğu, bunların giderilmesinin ne oranda mümkün olduğu bu çalışmada incelenmiştir.

Bu amaçla, Zonguldak-Merkez, Çatalağzı ve Armutçuk lavvarlarına beslenen tuvenan kömürlerden ve lavvar ürünlerinden numuneler alınmıştır.

Çalışmanın birinci kısmında, ilk olarak, söz konusu tuvenan kömürlerin kül, kükürt ve alkali oranları tesbit edilmiştir. Daha sonra, tuvenan kömür elek fraksiyonlarına ayrılarak, kül, kükürt ve alkalinin tane iriliğine göre dağılımları incelenmiştir. Son olarakta, söz konusu empüritelerin yıkama yoluyla giderilebilme imkanları araştırılmıştır.

Çalışmanın ikinci kısmında ise, Zonguldak-Merkez, Çatalağzı ve Armutçuk lave kömürlerinin küllerinde oksit analizleri yapılmıştır. Elde edilen sonuçların birbirinden çok farklı olmadığı tesbit edilmesi üzerine, sadece Zonguldak-Merkez lavvarınının, genelde kok üretiminde kullanılan, ince kömür boyutunda tuvenan kömür yoğunluk analizi fraksiyonlarının küllerinde oksit bileşimleri tesbit edilmiş, böylece farklı yoğunluklardaki malzemelerde oksit bileşimlerindeki değişimler araştırılmıştır.

2. DENEYSEL ÇALIŞMALAR

2.1. Tuvenan Kömür Analizleri

Her ne kadar tuvenan kömürler kok üretiminde kullanılsada, burada incelenecek olan empüritelerin kömürün yıkanmasından önce ne durumda olduğunu görmek ve böylece, ürünlerdeki empüritelerin kaynağı hakkında bilgi edinilmesine yardımcı olması amacıyla, tuvenan kömürlerdeki kükürt ve külde alkali oranları da incelenmiştir.

Zonguldak-Merkez, Çatalağzı ve Armutçuk lavvarlarına beslenen tuvenan kömürlerin kül, kükürt ve alkali oranları Çizelge 1 'de verildiği gibidir.

Çizelge 1. Lavvarlara beslenen tüvenan kömürlerin kül,kükürt ve alkali analizleri

Tüvenan Kömür	% Kül (kb)	% Kükürt (kb)	Külde Alkali % K ₂ O	% Na ₂ O
Zonguldak-Merkez	56.2	0.24	3.02	1.23
Çatalağzı	51.9	0.32	3.22	1.28
Armutçuk	53.0	0.36	2.13	1.48

Çizelge 1'i incelediğimizde tüvenan olarak oldukça yüksek kül oranına sahip olan söz konusu kömürlerin kükürt açısından bir probleme sahip olmadığı, ancak alkali oranlarının oldukça yüksek olduğu görülmektedir. Ancak burada verilen değerlerdeki kül oranlarının oldukça yüksek olması nedeniyle, sınıflandırma ve yıkama işlemlerine bağlı olarak alkali ve kükürt oranlarının değişim gösterebileceği olasılığını gözardı etmemek gerekmektedir.

2.2. Elek Analizleri

Çalışmalara esas olan tüvenan kömürlerin kül, kükürt ve alkali içeriklerinde, tane iriliğine bağlı olarak oluşacak dağılımları tesbit etmek amacıyla, söz konusu kömürler elek analizi yardımıyla tane iriliği fraksiyonlarına ayrılmış ve bu fraksiyonlarda kül, kükürt ve alkali analizleri yapılmış ve sonuçlar düzenlenerek Çizelge 2 oluşturulmuştur.

Söz konusu kömürlere ait elek analizleri birlikte değerlendirildiğinde, Zonguldak Havzası koklaşabilir kömürlerinde ve yarı koklaşır Armutçuk kömüründe, kok üretimi açısından sprun yaratacak oranlarda olmayan kükürt, herhangi bir fraksiyonda önemli sayılabilecek bir birikim göstermemektedir.

Her üç kömüre ait tane iriliği fraksiyonlarındaki alkali oranlarına bakıldığında ise, her üç kömürde de alkali oranlarının oldukça yüksek olduğu ve koklaşabilir kömürlerde aranan sınırları aştığı görülmektedir. Tane iriliğine göre alkali oranlarındaki değişime baktığımızda da alkali oranlarında önemli bir değişim olmadığı ve sadece Zonguldak-Merkez ve Armutçuk kömürlerinde, iri boyutta bir miktar düşme olduğu, ancak yine de alkali oranlarının arzu edilen seviyeye düşmediği görülmektedir.

2.3. Yoğunluk Analizleri

Bilindiği üzere, yoğunluk analizinden yararlanarak, kömür yıkanabilirliği hakkında bilgi edinmek ve kömürün yıkanabileceği kül oranını tesbit etmek mümkündür. Aynı şekilde, kömürlerin farklı kül oranlarına yıkanması durumunda, kömür bünyesinde bulunan emplitelerin, yıkanmış kömürde ne oranda yer alacağını tesbit etmekte mümkündür.

Zonguldak havzası koklaşır kömürleri ve yarı koklaşır Armutçuk kömürlerinde, yoğunluk analizleri yapılmış ve yukarıda belirtildiği şekilde kül, kükürt ve külde alkalinin yoğunluk fraksiyonlarına göre değişimleri incelenmiştir. Böylece, farklı kül oranlarında kömür elde edilmesi durumunda, lave kömürlerde meydana gelebilecek kükürt ve külde alkali oranları incelenmiştir. Elde edilen sonuçlar Çizelge 3, 4 ve 5'de verilmiştir. Burada, kok üretiminde kullanılacak kömürlerde kükürt oranının % 0.8' i, kömür külündeki toplam alkali oranının ise % 2.5M geçmemesinin arzu edildiğini belirtmekte yarar vardır. Bu bilgiler ışığında söz konusu çizelgeleri değerlendirmek yerinde olacaktır.

Genelde, Zonguldak havzasında üretilmekte olan koklaşır kömürlerin ve az koklaşabilme özelliğine sahip Armutçuk kömürünün kükürt oranlarının düşük olduğu bilinmektedir. Buna rağmen, söz konusu kömürlerde yıkama işlemi ile kükürt oranının daha alt seviyelere düşürülebilirliğini araştırmak ve kükürt ile kül arasındaki bağıntıyı araştırmak amacıyla Çizelge 3, 4 ve 5'de verilen kükürt analizleri yapılmıştır.

Çizelge 3'de verilen, Zonguldak lavvarına beslenen tuvenan kömürünün yoğunluk fraksiyonuna göre kükürt dağılımı incelendiğinde, tüm yoğunluk fraksiyonlarında kükürt oranının % 0.42 civarında olduğu görülmektedir. Yani kömür kül oranı düşürülse bile, temiz kömür kükürt oranı hep aynı kalmaktadır.

Çizelge 4'de verilen Çatalağzı lavvarı tuvenan kömürü yoğunluk fraksiyonlarının kükürt dağılımı da, aynı özelliği göstermekte, ancak burada kükürt oranı biraz artarak, % 0.54 civarına çıkmaktadır. Bu kömürde de, şu anki seviyeden daha düşük küle yıkamayla, kok üretimi açısından zaten düşük seviyede olan kükürt oranında, daha fazla düşme sağlanamayacağı tesbit edilmektedir.

Çizelge 2.Zonguldak-Merkez,Çatalağzı ve Armutçuk lavvarlarına beslenen tuvenan kömürlerin elek analizleri

Tane iriliği (mm)	Zonguldak-Merkez					Çatalağzı					Armutçuk				
	Ağ. %	Kul %	S %	Külde %K ₂ O	Alkali %Na ₂ O	Ağ. %	Kul %	S %	Kül.de %K ₂ O	Alkali %Na ₂ O	Ağ. %	Kul %	S %	Külde %K ₂ O	Alkali %Na ₂ O
+ 50.0	12.4	75.58	0.113	2.75	1.65	(13.2)	83.91	0.034	3.13	1.23	32.9	72.27	0.162	1.65	1.37
50.0 - 20.0	15.3	72.74	0.283	2.78	1.68	13.4	68.46	0.183	3.22	0.87	18.6	56.64	0.285	2.55	2.10
20.0 - 10.0	15.1	62.47	0.136	2.05	0.99	14.6	54.99	0.269	3.30	1.24	16.6	43.28	0.486	2.66	1.37
10.0 - 5.0	7.4	54.54	0.467	3.18	0.76	6.6	46.59	0.333	3.46	1.24	6.1	37.78	0.843	2.26	1.44
5.0 - 0.5	35.3	46.01	0.233	3.48	0.90	37.5	38.98	0.427	3.19	1.59	16.0	44.87	0.460	2.61	0.98
0.5 - 0.0	14.5	41.23	0.317	3.41	0.51	14.8	40.29	0.455	3.81	0.64	9,8	44.98	0.532	2.14	1.10
TOPLAM	100.0	56.19	0.241	3.03	1.05	100.0	51.88	0.317	3.31	1.23	100.0	55.39	0.364	2.22	1.42

T

çizelge 3. Zonguldak-Merkez Lavvarı tuvenan komurtı yoğunluk analizi
(Tane iriliği:150 - 0.5 mm)

Yoğunluk (gr/cm ³)	Kumulatif Yüzende					
	%Ağ.	%Kul	%S	%K ₂ O	Külde Alkali %Na ₂ O	Toplam
1.30Y.	17.96	4.02	0.420	1.43	1.17	2,60
1.30 - 1.35	24.89	5.36	0.416	1.36	1.47	2.83
1.35 - 1.40	28.89	6.49	0.412	1.28	1.35	2.63
1.40 - 1.45	31.03	7.35	0.424	1.32	1.30	2.62
1.45 - 1.50	32.89	8.34	0.420	1.40	1.23	2.64
1.50 - 1.60	34.84	9.73	0.418	1.62	1.18	2.80
1.60 - 1.75	37.38	12.01	0.425	1.94	1.11	3.06
1.75 - 1.90	39.65	14.48	0.414	2.10	1.18	3.28
1.90B.	100.00	58.76	0.243	3.02	1.23	4.25

Çizelge 4 çatalağzı Lavvarı tuvenan komuru yoğunluk analizi
(Tane iriliği 150 - 0.5 mm)

Yoğunluk (gr/cra ³)	Kumulatif Yüzende					
	%Ağ.	%Kul	%S	%K ₂ O	Külde Alkali %Na ₂ O	Toplam
1 30?.	24.70	4.68	0.531	1.23	1.42	2.65
1.30 - 1 35	31.91	5.74	0.527	1.07	1 41	2.48
1 35 - 1.40	35.37	6.56	0.532	1.19	1.63	2.82
1 40 - 1.45	37.66	7 37	0.524	1.30	1.76	3.06
1 45 - 1.50	39.38	8/15	0 527	1.35	1.77	3 12
1 50 - 1.60	41.63	Sr. 49	0.535	1.52	1.68	3.21
1.60 - 1.75	43.72	11.11	0 545	1 69	1 77	3.46
1 75 - 1.90	46.09	1/3.40	0.546	1.99	1.93	3.92
1.90B.	100 00	53 89	0.341	3.22	1.28	4 50

çizelge 5.Armutçuk Lavvarı tuvenan kömürü yoğunluk analizi
{Tane iriliği:150 - 0.5 mm}

yoğunluk (gr/cm ³)	Kümülatif			Yüzende		
	%Ağ.	%KÜ1	% S	Külde Alkali		
				%K ₂ O	%Na ₂ O	Toplam
1.30Y.	19.37	3.59	0.402	1.27	2.22	3.49
1.30 - 1.35	32.29	5.13	0.443	0.90	1.82	2.72
1.35 - 1.40	36,00	5.90	0.516	0.93	1.83	2.76
1.40 - 1.45	37.18	6.27	0.536	0.96	1.78	2.74
1.45 - 1.50	38.35	6.85	0.564	1.00	1.76	2.76
1.50 - 1.60	39.37	7.41	0.598	1.11	1.72	2.83
1.60 - 1.75	40.02	7.97	0.617	1.19	1.64	2.83
1.75 - 1.90	40.96	9.09	0.624	1.30	1.57	2.87
1.90B.	100.00	56.59	0.328	2.13	1.48	3.61

Armutçuk lavvarma beslenen tuvenan kömür yoğunluk fraksiyonlarında^ kükürt dağılımında - ise (Bak. Çizelge 5), özellikle ara yoğunluklardaki malzemelerde artışlar olduğu görülmektedir. Ancak burada da, 1.3 gr/cm 'te yüzen malzemedeki % 0.4 olan kükürt oranı, 1.90 gr/cm³ yoğunlukta yüzen malzemedeki sadece % 0.222 ' lik bir artışla % 0.624 seviyesine çıkmakta ve bu durumda dahi, kükürt oranı, arzu edilmeyen seviyeye ulaşmamaktadır.

Sonuç olarak, Zonguldak havzasındaki koklaşır kömürlerle, yarı koklaşır Armutçuk kömürlerinin kükürt oranları, kok üretiminde kullanımları açısından, hangi kül oranında yıkanılırsa yıkansın, sorun yaratmayacak seviyede kalmaktadır. Bu sebepten dolayı, söz konusu kömürlerdeki kükürtün bulunuş şekillerini araştırmaya gerek duyulmamıştır.

Yüksek fırında sorun yarattığı için, kok bünyesinde istenmeyen alkaliler, Zonguldak havzası kömürlerinde oldukça yüksek oranda bulunmaktadır. Yıkama ile bu alkalinin düşürülmesinin mümkün olup olmadığını araştırmak amacıyla, alkali ile külü oluşturan bileşenler

arasında bir ilişkinin var olup olmadığını görebilmek için, Çizelge 3, 4 ve 5' de verilen yoğunluk analizlerinin, her bir yoğunluk fraksiyonunda elde edilen küllerde alkali oranları tesbit edilmiştir

Çizelge 3 ' de verilen, Zonguldak lavvarına beslenen tüvenan kömüre ait yoğunluk analizi fraksiyonlarının küllerindeki alkali oranları incelendiğinde, tüm fraksiyonlardaki küllerde toplam alkali oksit oranının % 2.5 un üzerinde olduğu görülmektedir. Her iki alkali oksit oranı ayrı ayrı değerlendirildiğinde, K-O oranının kül oranı artışıyla birlikte, düşük yoğunluk fraksiyonlarında bir miktar azalarak daha sonra tekrar arttığı, Na-O oranının ise K₂O oranının aksine bir davranışla, düşük yoğunluk fraksiyonlarında bir miktar artış gösterdikten sonra, kül artışıyla birlikte azaldığı görülmektedir. Ancak toplam alkali genelde fazla bir değişim göstermemekte, sadece kül oranının, bugünkü lave kömür kül oranından daha yüksek seviyelere çıkarılmasının söz konusu olacağı durumda artış göstermeye meyletmekte ve özellikle, yıkama ile uzaklaştırılan

3 >

1.9 gr/cm³ te batan fraksiyonunda oldukça yüksek seviyelere (% 4.25) çıkmaktadır. -.

Çatalağzı lavvarında yıkanmakta olan tüvenan kömürlere ait Çizelge 4 de verilen yoğunluk fraksiyonlarında elde edilen ürünlerin küllerinde yapılmış olan alkali analizleri incelendiğinde, Zonguldak kömürüne benzer şekilde, alkali oranının oldukça yüksek olduğu ve kül oranı artışı ile alkali oranının da bir miktar artış gösterdiği ortaya çıkmaktadır. Çatalağzı kömüründe, Zonguldak kömürüne nazaran K₂O oranının bir miktar daha düşük olduğu görülmektedir. Ancak buna karşın Na₂O oranı Çatalağzı kömürlerinde daha yüksektir ve sonuçta toplam alkali oranı arzu edilen seviyeyi oldukça aşmakta ve daha düşük kül oranlarına yıkama ile alkali oranının düşürülmesinin mümkün olmadığı anlaşılmaktadır.

Çizelge 5' de verilen Armutçuk kömürleri ile ilgili alkali analizleri ise, tüm yoğunluk fraksiyonlarında toplam alkali oranlarının hemen hemen aynı kalarak % 2.8 civarında olduğunu göstermektedir. Bu durumda, Armutçuk kömürlerinde de yıkama işlemiyle alkali oranlarında herhangi bir değişim sağlamanın mümkün olmadığını göstermektedir.

2.4. Kömür Külü Oksit Analizleri

Bu aşamada, ilk olarak Zonguldak-Merkez, Çatalağzı ve Armutçuk lavvarı ürünlerine ait küllerin oksit analizleri yapılmıştır. Daha sonra ise farklı yoğunluk fraksiyonlarındaki kül bileşimlerinde meydana gelen değişimleri gözlemek için, Zonguldak kömürünün farklı yoğunluk fraksiyonlarına ait küllerin oksit analizi yapılmıştır.

Her üç lavvara ait ürünlerin küllerinde yapılan oksit analizleri Çizelge 6, 7 ve 8 de verilmektedir. Söz konusu analizler topluca incelendiğinde, ilk göze çarpan husus, her üçünde de külün asidik karakterli olduğudur. Bilindiği gibi, taşkömürü külleri genellikle asidik karakterlidir ve Zonguldak havzası kömürleride bu özelliğe uymaktadır. Bu genel gözlemden sonra, değişik lavvarlardan alınan numunelerin küllerinin oksit bileşimleri teker teker aşağıdaki şekilde incelenmiştir. Daha önce tüvenan kömürlerde incelenmiş olan alkali oksit oranlarıyla ilgili sonuçları desteklemek amacıyla lave kömürlerde alkali oksit oranları tekrar incelenmiştir.

Çizelge 6. Zonguldak-Merkez Lavvarı lave kömür küllerinin kimyasal analiz sonuçları

Tane İriliği (mm)	Kül (%)	Kömür külü kimyasal analizi						
		Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O	CaO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ ve Diğer. (%)
100.0 - 50.0	14.1	7.57	1.53	0.67	22.00	2.79	23.32	42.18
50.0 - 18.0	14.8	9.11	1.60	0.61	15.79	3.95	24.27	44.67
18.0 - 10.0	17.3	7.30	2.10	0.52	10.25	3.18	24.55	52.10
10.0 - 6.0	15.1	8.30	2.17	0.68	10.38	4.70	23.51	50.26
6.0 - 0.5	11.1	7.97	5.47	0.70	7.04	3.93	25.46	49.43
0.5 - 0.0	17.6	9.07	3.41	0.51	4.52	3.43	25.91	53.15

Zonguldak kömürünün farklı tane fraksiyonlarına ait küllerinin oksit bileşimlerinin verildiği çizelge incelendiğinde, kömür külün-

Çizelge 7.Çatalağzı Lavvarı lave kömür küllerinin kimyasal analiz sonuçları

Tane İriliği (mm)	Kül (%)	Kömür külü kimyasal analizi						
		Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ ve Diğer. (%)
100.0 - 50.0	12.2	7.32	1.38	0.77	14.7,0	4.40	21.22	50.21
50.0 - 18.0	15.9	7.75	2.10	0.80	12.03	7.41	21.75	48.16
18.0 - 10.0	15.8	10.08	2.60	0.74	3.05	5.75	24.72	53.06
10.0 - 6.0	13.3	8.48	2.88	0.94	4.87	3.56	25.40	53.87
6.0 - 0.5	10.1	8.14	2.87	0.79	5.11	4.18	26.41	52.50
0.5 - 0.0	17.8	6.18	3.81	0.64	4.76	3.41	26.79	54.41

Çizelge 8.Armutçuk Lavvarı lave kömür küllerinin kimyasal analiz sonuçları

Tane İriliği (mm)	Kül (%)	Kömür külü kimyasal analizi						
		Fe ₂ O ₃ (%)	K ₂ O (%)	Na ₂ O (%)	CaO (%)	MgO (%)	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ ve Diğer. (%)
100.0 - 50.0	6.7	19.63	0.80	0.84	24.15	8.83	14.73	31.02
50.0 - 18.0	8.2	15.17	1.64	1.64	21.68	9.46	16.77	33.59
18.0 - 10.0	7.5	16.55	0.94	1.86	25.75	11.06	14.88	28.96
10.0 - 6.0	7.8	11.56	1.56	0.79	15.18	8.09	16.88	45.95
6.0 - 0.5	9.4	9.98	3.07	3.36	11.47	6.56	21.85	43.71
0.5 - 0.0	12.3	7.45	2.14	1.10	9.18	5.10	22.89	52.14

düşmesine bağlı olarak % 14.73'den % 22.89'a yükselmektedir. MgO oranında, az da olsa, tane iriliği ile birlikte düşme söz konusudur. CaO oranları, kömür tane iriliği azalmasına bağlı olarak hızla düşmekte, ancak Zonguldak ve Çatalağzı kömürlerindeki kadar düşük seviyelere inmemektedir. SiO₂ oranları ise, genel olarak tane iriliği düştükçe artmakta ve özellikle -0.5 mm fraksiyonunda % 52 seviyesine çıkmaktadır. Bu sonuca göre, Armutçuk kömürleride asidik karakterlidir, ancak asidik karakteri Zonguldak ve Çatalağzı lavvarı ürünlerine ait küllerden daha düşüktür.

Yukarıda elde edilen sonuçlar, kömür külünü oluşturan oksitlerin kömür tane iriliği değişimlerine göre farklılıklar gösterdiğini ortaya koymuştur. Bunun yanında kömür yoğunluk fraksiyonlarında meydana gelen küllerin oksit bileşimlerindeki değişimleri incelemek üzere, aşağıda verilen Zonguldak kömürü yoğunluk analizi fraksiyonlarında elde edilen küllerin oksit analizleri de yapılmıştır (Bak Çizelge 9).

çizelge 9. Zonguldak-Merkez Lavvarı tuvenan kömürünün farklı yoğunluk fraksiyonlarındaki küllere ait oksit analizlerinin kümülatif küle göre değerlendirilmesi (Tane iriliği=5 - 0.5 mm)

Kümülatif Kül (%)	Kümülatif Kömür Külünde				
	Al ₂ O ₃ (%)	SiO ₂ (%)	CaO (%)	MgO (%)	Baziklik Oranı
3.54	28.22	45.68	5.93	5.73	0.16
4.85	26.91	49.03	5.89	4.45	0.14
5.86	22.68	55.07	6.09	3.70	0.13
6.65	20.67	58.42	5.98	3.28	0.12
7.53	21.39	57.81	6.10	3.19	0.12
8.85	21.64	58.24	5.90	3.07	0.11
10.89	22.37	57.76	5.69	3.06	0.11
13.05	22.24	58.54	5.23	2.98	0.10
46.01	19.94	62.36	2.15	4.00	0.07

Çizelge 9' da, kümülatif yüzen kömür külünde olarak verilen oksit bileşimleri incelendiğinde, Al_2O_3 ve MgO oranlarında, yüksek küllü kömürlere doğru meydana gelen düşüş daha rahat görülmekte, Al_2O_3 oranı % 28.22'den % 19.94'e, MgO oranı ise % 5.73'den % 4.00'e düşmektedir. CaO oranının ise, genelde % 6 civarında olduğu, ancak çok yüksek küllü (% 46.01) üründe % 2.15'e düştüğü görülmektedir. Baziklik oranına önemli etkisi olan SiO_2 oranının ise ancak çok düşük küllü kömürlere ait küllerde önemli bir düşme gösterdiği, onun dışında fazla bir değişime uğramadığı görülmektedir.

Bu sonuçların ışığı altında, Zonguldak kömürünün farklı kül oranlarına yıkanmasıyla elde edilecek ürün küllerinin baziklik oranları incelendiğinde, Zonguldak'ta halen üretilmekte olan % 13 civarındaki kül oranlarına sahip kömürün külüne ait baziklik oranının 0.1 civarında olduğu, demir-çelik endüstrisinde talep edilen % 8 civarındaki külde ise, bu oranın 0.12 civarında olacağı, dolayısıyla da dikkate değer bir değişim göstermediği görülmektedir.

3. SONUÇLAR

Bu çalışmada gerçekleştirilmiş olan araştırmaların sonuçlarını aşağıdaki şekilde özetlemek mümkündür.

- Gerek koklaşır kömürlerimiz, gerekse de yarı koklaşır Armutçuk kömürleri, kükürt oranı açısından kok üretiminde sorun yaratmayan kömürlerdir, özellikle koklaşır kömürlerimizin farklı kül oranlarında üretilmeleri durumunda dahi kükürt oranlarında hiç bir değişim göstermeyecekleri görülmektedir. Yarı koklaşır Armutçuk kömürlerinde ise, kül oranı artışı ile kükürt oranı bir miktar artış gösterse dahi, bu artış sorun yaratacak seviyeye ulaşmamaktadır.
- Söz konusu kömürlerimizin tümü, alkali oranları açısından, kok üretiminde arzu edilmeyen özelliklere sahiptir.
- Yukarıda anılan yüksek alkali oranlarının, kömürlerin daha düşük seviyelerdeki kül oranlarına yıkanmasıyla dahi düşürülemeyeceği ortaya çıkmaktadır. Ancak, burada gözardı edilmemesi gereken bir durumda, düşük küllü kömürle, yüksek fırına daha az alkali gireceğidir.
- Her üç kömürde de, iri kömür fraksiyonlarında, alkali oranları, ince kömür fraksiyonlarına nazaran daha düşüktür. Bu açıdan iri

kömürlerinde demir-çelik sanayinde değerlendirilmesi yerinde olacaktır.

- kömür küllerinin oksit bileşiminde yapılan incelemeler, ince kömürlere ait küllerin, iri kömür küllerine göre daha fazla asidik karakterli olduğunu göstermektedir.

- Yine ince kömür yoğunluk analizi fraiesiyonlarında yapılmış olan oksit analizleri, ince kömür külünün yıkama yoluyla daha da düşürülmesi durumunda dahi baziklik oranında bir değişim olmayacağı görülmektedir.

Elde edilmiş olan sonuçlar, Zonguldak havzası kömürlerinin alkali oranlarının, bu kömürlerin kok üretiminde kullanımını açısından çok önemli bir problem olduğunu ortaya koymaktadır. Bu problemin de yıkama işlemleriyle giderilmesinin mümkün olmadığı, ancak Zonguldak havzası kömürlerinin düşük alkali içerikli kömürlerle harmanlanarak kullanımının bu problemi çözebileceği ortaya çıkmaktadır.

KAYNAKLAR

1. İJNİŞ, S., Alkalilerin Yüksek Fırın Çalışmasına Zararlı Tesirleri, Ereöli Demir Çelik Fabrikaları, Derleme ve Tercüme, No.1 » 1980
2. FLINT, R.V., Effect of Burden Materials and Practices on Blast Furnace Coke Rate, Blast Furnace and Steel Plant, January, 1962
- 3- BEXLEY, K., GREEN, P.D., THOMAS, K.M., Interaction of Mineral and inorganik Compounds with coal, The Effect on Coking and Swelling Properties, Fuel Vol. 65, January, 1986