

Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzası Zonguldak Kömürlerinin Jeokimyasal Özellikleri

Geochemical Features of the of Zonguldak Hardcoal Basin Seams

İbrahim BUZKAN (*)

ÖZET

Kömürlerin jeokimyasal özellikleri, kömürlerin sınıflandırılmasında ve teknolojik kullanımlarının değerlendirilmesinde çok önemli bir yer tutmaktadır. Bu çalışmada Kuzeybatı Anadolu Taşkömür Havzası Zonguldak Bölgesi Kozlu Formasyonu kömürlerinin organik ve inorganik özellikleri incelenmektedir. Organik jeokimyasal olarak, bölge kömlir damarlarındaki elementer C, H, N, O ve S dağılımları, inorganik jeokimyasal olarak da kömlir küllerindeki SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , P_2O_5 ve SO_3 dağılımları ile kömlir küllerinin yumuşama, ergime ve akma dereceleri belirlenmiştir.

Zonguldak kömürlerinin organik ve inorganik jeokimyasal bileşenlerinin belirlendiği bu çalışma ile bölge kömürlerinin gelecekte, teknolojideki kullanımlarının değerlendirilmesinde daha da verimli bir yaklaşım getirilmesi amaçlanmaktadır.

ABSTRACT

The geochemical properties of coals have great importance in the coal classification and in the technological evaluation of their usage. In this study, organic and inorganic geochemical properties have been investigated for the coals belonging to Kozlu Formation of Zonguldak Region in the Northwestern Anatolia Hardcoal Basin. In terms of organic geochemical constituents, in the coal ashes, the distribution of elementary C, H, N, O and S, in terms of inorganic geochemical constituents, the distribution of SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , TiO_2 , CaO , MgO , K_2O , Na_2O , P_2O_5 and SO_3 have been determined in the regional coal seams. In addition; the softening, hemispherical and fluid temperatures of the coal ashes have been measured.

With this study, which determines the organic and inorganic geochemical constituents of Zonguldak coals, it has been aimed to provide a more effective approach in the technological evaluation of the usage of the regional coals in the future.

(*)Yrd.Doc.Dr. İbrahim BUZKAN, H.U.Zong.MÜh.Fak., Zonguldak

1. GIRIS

Kuzeybatı Anadolu Taskömlir Havzası, Karadeniz sahilinde Ereğli-Inebolu arasında yaklaşık 160 km doğu-batı yönlünde yayılım göstermektedir. Amasra'nın doğusundan geçen bir hatla ikiye ayrılan havzada; batıda Kandilli, Çatakderesi, Süzekderesi, Zonguldak ve Amasra, doğuda ise Gecgöllu-Kalaycı, Pelitovası, Azdavay, Maksut, Karafasıl, Kozluveren, Dognuç ve Söğütözü Karbonifer oluşumları yer almaktadır (1).

Havza otokton ve paralik olarak oluşmuş olup benzer paleontolojik, palinolojik, petrografik ve petrolojik seviyeler içerdiğinden Avrupa havzaları grubuna dahil edilmektedir (2,3).

Alp orojenik kuşağının, Alpin kanadının Türkiye Üzerindeki uzantısında yer alan Kuzeybatı Anadolu Taskömlir Havzası, Pontidlerin batı kesimindedir. Havza, Hersiniyen ve Alp orojenik hareketlerinden etkilenmiş olduğundan, jeolojik açıdan çok karışık bir durum göstermektedir. Havzada Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı kaya birimleri bulunmaktadır. Hersiniyen ve Erken Kimmerik orojenik hareketlerle, Ust Jura öncesi tektonik evrimini tamamlayan havza, ileri derecede kıvrımlı ve kırıklı bir yapı kazanmıştır. Havza, Ust Jura sonrası yakınsayan Avrasya ve Anadolu kıtaları arasında yer almaktadır. Bu sırada da kuzey-güney yönlü sıkışma tektoniğine bağlı olarak doğu-batı doğrultu eksenli kıvrımlar ve kırılmalar gelişmiştir. Havzada, sıkışma tektoniğinin son evrelerinde bindirme fayları oluştuğu görülmektedir (4).

Havzanın kaya birimleri; temel birimler, kömlirli birimler ve brtÜ birimleri olmak üzere Üç grup altında toplanmaktadır. Temel birimler genelde kristalen seri, kumtası ve kirettaşlarından oluşmaktadır. Kömlirli birimler; Namuriyen (Alacaagzı Formasyonu), Vestfaliyen A (Kılıç ve Kozlu Formasyonu), Vestfaliyen B-C-D (Karadon Formasyonu) ve Vestfaliyen E-Stefaniyen (Çapakdere Formasyonu) yaşlı olup litolojik olarak kömlir, kiltası, silttası, seyl, kumtası ve konglomera ardalanmasından oluşmaktadır. Bunların Üzerine Permiyen, Jura, Kretase ve Tersiyer yaşlı tortul kayalardan oluşan brtÜ formasyonları gelmektedir (1,5,6).

Bu çalışmada, Kuzeybatı Anadolu Taskömlir Havzasının en verimli ve kaliteli (koklasır nitelikli) kömlir damarlarını içeren, Zonguldak Karboniferi Kozlu Formasyonu kömlir damarlarının jeokimyasal özellikleri araştırılmaktadır. Kozlu Formasyonunun içerdiği 27 adet kömlir damarı; Gökcan (Kürtserif)*, Akalın (Hacıpetro)*, Çay Taban, Çay, II Nolu Damar, I Nolu Damar, Acılık, Nasıföglü (Lui)*, Özkan (Leonidas)*, Sulu, Hacımemis, Acun (Neomi)*, Kurul (Milopera)*, Dibek (Lükica)*, Messöglü, Acenta, Tasbaca, Domuzcu, Tb.

* Damarın eski adı.

Akdag (Tb. Karamanyan)", Akdag (Karamanyan)*, BUyUk, KUÇUk, Atalay (Stefan)*, Kesmeli, Yigit (Papas)" ve Kartal (Agop)* çalışmaya konu olmuştur.

2. ARAŞTIRMA YÖNTEMİ

Bu çalışma kapsamında, Zonguldak Karboniferi Kozlu Formasyonunda bulunan 27 adet kömlir damarından, toplam olarak 584 adet örnekleme yapılmıştır. Örnekler çalışan damarlardaki ayaklar boyunca 50 m'de bir, çalışmayan ince damarlarda ise formasyon stampına dik galerilerden alınmıştır. Her ayaktan en az 3 adet, en fazla 16 adet örnekleme yapılmış olup sonuçları o ayağa ait bir grup değeri olarak verilmiştir. Damarlardan TS 2942 yöntemine göre oluk örnekleme yapılmıştır. Damardan alınan tUvenan kömlir örnekleri 1.45 */c>³ yoğunlukta, karbon tetraklorit-ksilen (CCI4-C6H4-(CH3>2) karışımında yUzdUrUlmüştür. örneklerin ylızen kısımlarında jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiştir (7).

Laboratuvarda örneklerin analize hazırlanmasında ASTM D 2013 yöntemi kullanılmıştır. Analize hazırlanan örneklerde TS 690 yöntemine göre nem, TS 330 yöntemine göre de kul tayini yapılmıştır (7,8).

3. ZONGULDAK KÖMÜRLERİNİN ORGANİK JEOKİMYASI

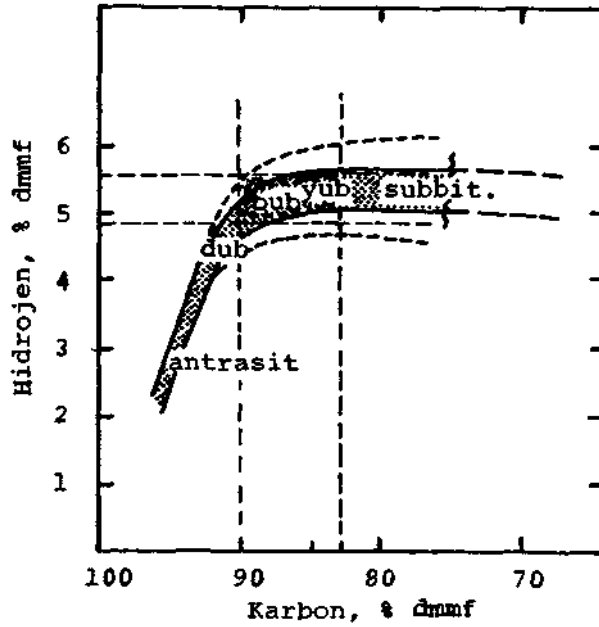
Kömürlerin en önemli organik elementer bileşenleri karbon, hidrojen, azot, oksijen ve kükürttür. Bu çalışma kapsamında bölgedeki 27 adet kömlir damarından hazırlanan örnek grublarında; C, H, N ve O analizleri TÜBİTAK Marmara Araştırma Enstitüsünde, Leco CHN-600 model organik elementer analiz cihazı ve Carlo Erba'da (italya) EA 1108 model organik elementer analiz cihazı ile yapılmıştır.

Kömlirlerde kllklirt yanma sırasında küle ve havaya karıştığından önemli bir bileşen olmaktadır. Kömürlerdeki toplam kUktirt; sUlfat kUkUrtU, piritik kükürt ve organik kükürtün toplamından oluşmaktadır. Burada tüm damarlarda toplam kükürt TS 363 yöntemindeki eska ile belirlenmiştir. Sülfat kükürtü, piritik kükürt ve organik kükürt ise ASTM D 2492 yöntemi ile belirlenmiştir.

Zonguldak Kozlu Formasyonu kömür damarlarında kuru mineral maddesiz bazdaki organik elementer bileşenlerden; karbon içeriği %82.80 (Kesmeli) ile %90.31 (Acılık), hidrojen içeriği %4.65 (Akalın) ile %5.76 (Küçük), azot içeriği (küllü kömürde) %0.88 (Kurul) ile %1.94 (Sulu), oksijen içeriği %2.90 (Acılık) ile %9.29 (Büyük), H/C atomsal oranı 0.62 (Akalın) ile 0.80 (Küçük, Yigit), O/C atomsal oranı ise 0.02 (Acılık) ile 0.09 (Kesmeli) arasında değişmektedir. Bu formasyondaki piritik kükürt içeriği %0.020

(Büyük-Unudulmuş) ile %0.186 (Hacımemis), sülfat kükürtü içeriği %0.046 (Gökcan) ile %0.222 (Messoglu), organik kükürt içeriği %0.102 (Hacımemis) ile %0.592 (Acun), toplam kükürt içeriği ise %0.350 (Hacımemis) ile %0.760 (Büyük) arasında değişmektedir (Çizelge 1, Çizelge 2, Çizelge 3).

Bölge kömürleri kuru mineral maddesiz bazdaki elementer karbon ve hidrojen içeriklerine göre Şeyler diyagramına yerleştirildiğinde; Gökcan, Akalın, Cay Tb., Cay, II Nolu Damar, I Nolu Damar, Acılık, Nasıfoğlu, Özkan, Sulu, Hacımemis, Acun, Kurul ve Dibek damarlarının orta ucuculu bitümlü kömür, Messoglu, Acenta, Tasbaca, Domuzcu, Unudulmuş, Tb. Akdag, Akdag, Büyük, Küçük, Atalay, Kesmeli, Yiğit ve Kartal damarları ise yüksek ucuculu bitümlü kömür tanımına uymaktadırlar (Sekil 1).



Sekil 1. Şeyler elementer karbon ve hidrojen içeriğinin değişimi diyagramında Zonguldak Kozlu Formasyonu kömürleri (dmmf).

Kuru mineral maddesiz bazdaki Zonguldak kömürleri H/C ve O/C atomik oranlarına göre kömürleşme serisinde yer aldıklarında da bitümlü kömür sınıfında buldukları görülmektedir (Sekil 2).

Cizelge 1. Zonguldak Kömür Formasyonu kömür damarlarının organik elementer bileşimleri (1.45 %/es³ yoğunlukta yüzen kömürde)

Damar Adı	Kul (d)	% C	% H	% N	% O	% S
Kartal (Agop)*	5.46	80.28	5.27	1.67	6.76	0.56
Yığıt (Papas)*	4.74	80.83	5.39	1.42	6.89	0.73
Kesmeli	7.29	76.76	5.05	1.38	9.12	0.40
Atalay (Stefan)*	7.00	78.24	5.13	1.29	7.97	0.37
Küçük	9.53	77.67	5.21	1.23	5.80	0.56
Büyük	4.96	78.81	5.02	1.16	9.29	0.76
Akdağ (Karaman)*	5.60	79.27	5.07	1.38	8.24	0.44
Tb.Akdağ (Tb.Kara)*	8.33	80.11	5.09	1.10	4.90	0.47
Unudulmuş	5.25	81.53	5.14	1.49	6.05	0.54
Domuzcu	7.80	80.28	5.03	1.42	4.99	0.48
Teşbaca	4.45	81.84	5.05	1.33	6.38	0.74
Acenta	4.23	81.96	4.96	1.55	6.67	0.63
Mesifoğlu	11.33	76.31	4.95	1.30	5.59	0.52
Dibek (Lokça)*	6.09	83.24	4.87	1.08	4.22	0.50
Kurul (Milepero)*	6.87	80.29	4.73	0.88	6.59	0.64
Acun (Neoma)*	11.12	76.99	4.54	1.62	5.01	0.72
Hacımemiş	7.24	83.61	4.82	1.01	2.97	0.35
Sulu	6.39	79.41	4.93	1.94	6.84	0.49
Özkan (Leonidas)*	5.14	82.31	4.70	1.18	5.97	0.70
Nasıfoğlu (Lui)*	6.25	83.23	5.14	1.69	3.14	0.55
Acılık	7.65	83.60	4.50	1.21	7.68	0.56
I.Nolu Damar	8.95	81.56	4.67	1.19	3.15	0.48
II.Nolu Damar	7.53	82.45	4.58	1.27	7.65	0.52
Çay	6.58	82.77	4.72	1.10	3.99	0.44
Çay Taban	6.91	82.93	4.81	0.99	3.90	0.46
Akalın(Hacıpetro)*	6.04	84.51	4.37	1.08	3.47	0.53
Gökcan (Kurtserif)*	7.10	83.62	4.41	1.03	3.46	0.38

* Damarın eski adı
(d) Kuru kömür

Cizelge 2 Zonguldak Kömür Formasyonu kömür damarlarının kuru mineral maddesi kömürdeki organik elementer bileşimleri ve H/C, O/C oranları (1.45 %/es³ yoğunlukta yüzen kömürde).

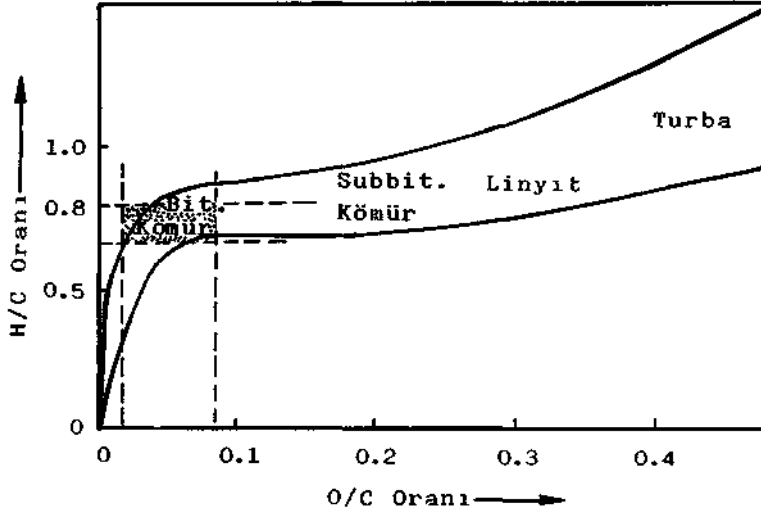
Damar Adı	Kul (d)	% C (dmf)	% H (dmf)	% N (dmf)	% O (dmf)	% S (dmf)
Kartal (Agop)*	5.46	84.92	5.57	7.15	0.78	0.06
Yığıt (Papas)*	4.74	84.85	5.67	7.23	0.80	0.06
Kesmeli	7.29	82.80	5.45	9.88	0.78	0.09
Atalay (Stefan)*	7.00	84.13	5.52	8.57	0.78	0.08
Küçük	9.53	85.85	5.76	6.41	0.80	0.06
Büyük	4.96	82.92	5.28	9.77	0.76	0.09
Akdağ (Karaman)*	5.60	83.97	5.37	8.73	0.76	0.08
Tb.Akdağ (Tb.Kara)*	8.33	87.39	5.55	5.34	0.76	0.05
Unudulmuş	5.25	86.05	5.42	6.38	0.75	0.05
Domuzcu	7.80	87.07	5.45	5.41	0.75	0.06
Teşbaca	4.45	85.65	5.29	6.88	0.74	0.06
Acenta	4.23	85.58	5.18	6.96	0.72	0.06
Mesifoğlu	11.33	86.06	5.98	6.30	0.77	0.05
Dibek (Lokça)*	6.09	88.64	5.18	4.49	0.70	0.04
Kurul (Milepero)*	6.87	86.81	5.08	7.07	0.70	0.06
Acun (Neoma)*	11.12	86.62	5.11	5.64	0.70	0.05
Hacımemiş	7.24	90.13	5.20	3.20	0.69	0.03
Sulu	6.39	84.83	5.26	7.30	0.74	0.06
Özkan (Leonidas)*	5.14	86.77	4.95	6.29	0.68	0.05
Nasıfoğlu (Lui)*	6.25	88.78	5.48	3.34	0.73	0.03
Acılık	7.65	90.31	4.87	2.90	0.64	0.02
I.Nolu Damar	8.95	89.58	5.13	3.45	0.68	0.03
II.Nolu Damar	7.53	89.16	4.95	3.94	0.66	0.03
Çay	6.58	88.60	5.05	4.27	0.68	0.03
Çay Taban	6.91	89.08	5.17	4.17	0.69	0.03
Akalın(Hacıpetro)*	6.04	89.94	4.65	3.69	0.62	0.03
Gökcan (Kurtserif)*	7.10	90.01	4.75	3.72	0.63	0.03

* Damarın eski adı
(d) Kuru kömür
(dmf) Kuru mineral maddesi kömürde

Cizelge 3. Zonguldak Kömür Formasyonu kömür damarlarının kükürt dağılımı (1.45 %/es³ yoğunlukta yüzen kömürde, % ağırlık).

Damarın Adı	O.G No	Piritik S	Sülfat S	Organik S	Toplam S
Kartal (Agop)*	24	0.108	0.074	0.378	0.560
Yığıt (Papas)*	7	0.141	0.133	0.476	0.730
Kesmeli	31	0.052	0.072	0.276	0.400
Atalay (Stefan)*	33	0.026	0.096	0.242	0.366
Küçük	27	0.065	0.102	0.392	0.559
Büyük	35	0.020	0.218	0.522	0.760
Akdağ (Karaman)*	19/15	0.036	0.110	0.294	0.440
Tb.Akdağ (Tb.Karaman)*	5	0.022	0.128	0.320	0.470
Unudulmuş	3	0.020	0.084	0.436	0.540
Domuzcu	17/23	0.078	0.097	0.305	0.480
Teşbaca	6	0.136	0.052	0.552	0.740
Acenta	30	0.032	0.133	0.465	0.630
Mesifoğlu	14	0.028	0.222	0.270	0.520
Dibek (Lokça)*	13	0.156	0.087	0.257	0.500
Kurul (Milepero)*	28/29	0.082	0.078	0.480	0.640
Acun (Neoma)*	8/9	0.028	0.100	0.592	0.720
Hacımemiş	4	0.186	0.062	0.102	0.350
Sulu	20/22	0.115	0.124	0.251	0.490
Özkan (Leonidas)*	34	0.076	0.086	0.540	0.702
Nasıfoğlu (Lui)*	12/19	0.038	0.118	0.394	0.550
Acılık	25	0.124	0.133	0.303	0.560
I.Nolu Damar	2	0.024	0.092	0.365	0.481
II.Nolu Damar	1	0.038	0.090	0.392	0.520
Çay	26	0.084	0.053	0.323	0.460
Çay Taban	18	0.032	0.108	0.320	0.460
Akalın (Hacıpetro)*	11	0.026	0.109	0.395	0.530
Gökcan (Kurtserif)*	32	0.030	0.046	0.304	0.380

* Damarın eski adı



Sekil 2. Kömürleşme serisinde H/C ve O/C atomik oranlarına göre Zonguldak Kozlu Formasyonu kömürleri (dmmf).

4. ZONGULDAK KÖMÜRLERİNİN İNORGANİK JEOKİMYASI

Kömürlerin içerdikleri mineral maddeler; bağlı ve bağlı olmayan mineral maddeler olarak ikiye ayrılırlar. Bağlı mineral maddeler, kömürü oluşturan bitkilerin gelişmeleri sırasında bünyelerine aldıkları mineral maddelerdir. Bu maddeler biyokimyasal olup, kömüre sağlamlık kazandırır ve kömürü kullanıma hazırlamada bünyesinden ayrılmazlar. Bağlı olmayan mineral maddeler ise oluşum ortamına dışarıdan, mekanik olarak gelmişlerdir, kömür hazırlama işlemi sırasında bazıları ayrılabilirler. Organik kömür maddesi ile bağlı olan mineral madde genelde çok az miktardadır (8, 9, 10, U).

Genel olarak kömürdeki mineral maddenin kökeni su şeklinde sıralanabilmektedir;

- Bitkisel malzemenin içerdiği mineral madde,
- Çökme havzasına sedimanların birikimi süresince gelmiş veya yıkanmış tortullar,
- Kömür oluşumu sırasında veya önce, organik madde ile kontaktaki sudan çökelen tuzlar,
- Oluşum süresinde kömürün eklemeleri ve kırıkları boyunca hareket eden çözeltilerden çökelen kristalin maddeler,

- Yukarıda bahsedilen maddeler arasında birbirine tesil eden elemanların bozunma ürünleri,
- Genellikle kömürleşme tamamlandıktan sonra kömürde veya yan kayaçta ortaya çıkan mineral maddeler (10, 11, 12, 13, 14, 15).

Kömürlerdeki mineral maddenin kökeni es olumsuz (sinjenetik) ve ard olumsuz (epijenetik) olup kil, karbonat, sülfür ve silis mineralinden oluşmaktadır.

Kömürde mineral madde, yanmadan sonra arta kalan kül olarak ortaya çıkmaktadır. Kömürlerdeki bu inorganik bileşenlerin %95'den fazlasını Al_2O_3 , SiO_2 , Fe_2O_3 , CaO ve MgO kapsamaktadır. Geriye kalan %5'i ise, Na_2O , K_2O , P_2O_5 , TiO_2 ve SO_3 oluşturmaktadır (10, 11, 12).

Kömürlerde Al_2O_3 , SiO_2 , CaO ve Fe_2O_3 belirli sınırlar içinde bulunmaktadır (11);

Oksit	Minimum	Maksimum
Al_2O_3	0	40
SiO_2	15	70
CaO	0	55
Fe_2O_3	0	60

Genellikle yüksek mineral madde (Kül) içeriği SiO_2 ve Al_2O_3 miktarlarındaki fazlalığı göstermektedir. Diğer taraftan, külün bileşimi kömürde artan kil ve yan kayaçların bileşimine benzemektedir. Kömür damarındaki külün bileşimi hem yanıl ve hem de düşey olarak değişebilmektedir. Bitümlü kömür kullerindeki SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 miktarı linyitlerden çok fazla, CaO miktarı ise linyitlerden daha azdır (11).

Bu çalışma kapsamında, Zonguldak Kozlu Formasyonu kömür küllerinin ASTM D 3682-78 yöntemine göre kimyasal analizleri yapılmıştır. Bölge kömürlerinde bolluk sırasına göre; en fazla SiO_2 (%36.08-61.66) olup bunu Al_2O_3 (%19.63-34.60) ve Fe_2O_3 (%3.71-18.17) takip etmektedir. Bunları da CaO (%1.77-11.95), MgO (%0.70-3.78), K_2O (%1.45-3.80), Na_2O (%0.37-0.92), TiO_2 (%0.60-2.71), P_2O_5 (%0.08-0.96) ve SO_3 (%1.32-10.70) izlemektedir (Çizelge 4).

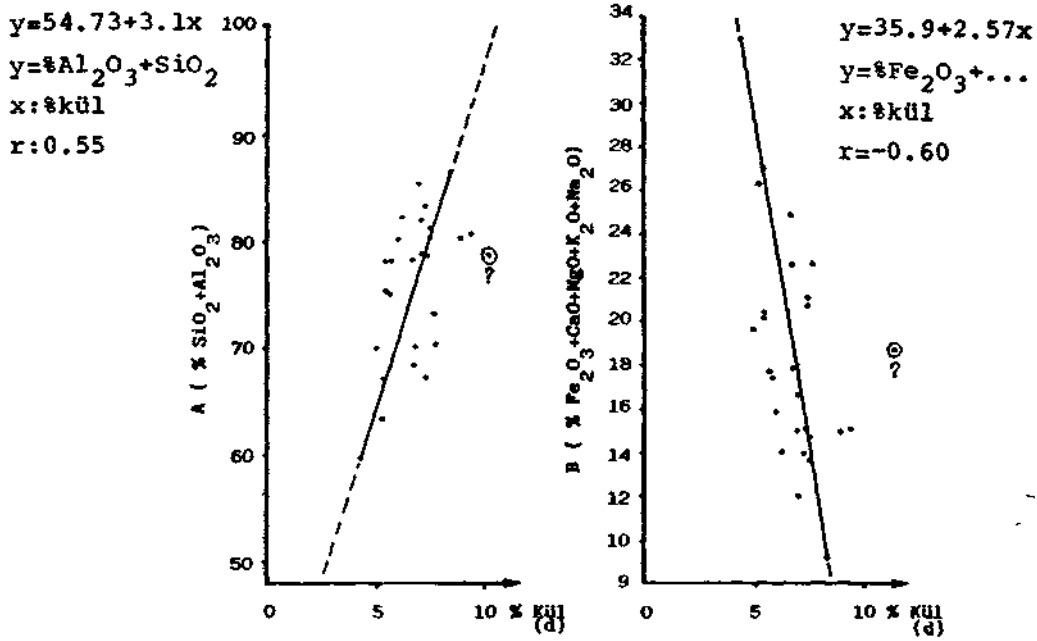
Bölge kömür küllerinin kimyasal bileşimleri ile kül yüzdeleri arasında doğrusal bir ilişki olduğu görülmektedir. Kül miktarı ile $SiO_2+Al_2O_3$ yüzdesi artmakta, $Fe_2O_3+CaO+MgO+K_2O+Na_2O$ yüzdesi ise azalmaktadır (Sekil 3).

Bölge kömür damarlarının içerdiği küllerin yüzdesi ile kimyasal bileşenlerini oluşturan SiO_2 ve Al_2O_3 toplamının Fe_2O_3 , CaO , MgO , Na_2O ve K_2O toplamına oranı arasında da kabaca artan bir ilişki olduğu belirlenmektedir. Kömür külünün yüzde miktarı artarken sözü edilen kimyasal bileşenlerin oramda artmaktadır (Sekil 4).

Çizelge 4. Zonguldak Kozlu Formasyonu kömür damarları kül-
lerinin kimyasal bileşimleri (1.45 g/cm³ yoğunlukta, % ağırlık).

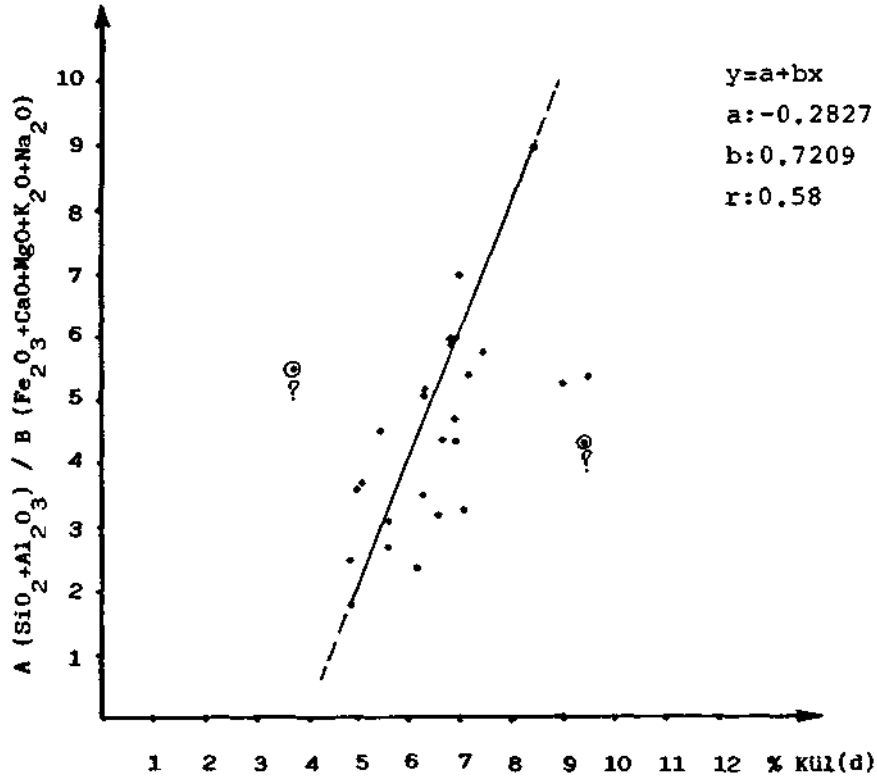
Damar Adı	SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	TiO ₂	CaO	MgO	K ₂ O	Na ₂ O	P ₂ O ₅	SO ₃	Totlam
Kartal (Agop)*	44.50	30.85	11.66	1.10	3.13	2.37	2.74	0.40	0.25	2.6	99.60
Yiğit (Papaz)*	50.78	27.36	8.54	0.92	3.00	1.90	3.12	0.78	0.27	2.77	99.44
Kesmeli Atalay (Stefan)*	50.34	32.10	6.77	1.20	2.64	2.10	1.93	0.48	0.57	1.40	99.53
Kuşuk	61.66	23.63	4.79	0.80	2.40	1.53	2.70	0.68	0.23	1.32	99.74
Buyuk Akdaş (Karamanyan)*	57.80	22.90	7.20	1.13	2.80	1.32	2.90	0.74	0.30	2.60	99.69
1b. Akdağ (Karaman.)*	45.90	24.28	7.02	1.54	7.20	3.57	1.47	0.40	0.11	8.15	99.64
Unudulmuş	47.11	31.61	5.70	1.11	4.83	1.47	2.57	0.60	0.96	3.82	99.78
Demuzcu	52.84	33.48	3.71	1.46	2.25	0.70	2.31	0.57	0.16	2.22	99.70
Tasbaca	51.19	29.85	6.33	1.04	2.53	2.00	3.22	0.70	0.14	2.70	99.70
Acenta	47.73	29.55	8.15	1.28	4.00	2.23	2.66	0.60	0.45	3.31	99.96
Messoşlu Dibeğ (Lukça)*	48.28	26.46	10.27	0.76	4.19	2.00	3.07	0.66	0.15	4.05	99.86
Kurul (Millepero)*	47.17	19.63	13.79	0.60	7.10	3.00	2.60	0.65	0.13	5.32	99.99
Acun (Neonu)*	52.50	26.15	9.70	0.89	1.77	3.10	3.14	0.78	0.14	1.40	99.77
Hacimemiş	37.93	25.10	9.50	0.86	11.95	2.10	2.14	0.53	0.69	8.75	99.55
Sulu Özkan (Leonidas)*	49.00	29.20	8.22	0.92	3.20	2.51	3.23	0.72	0.27	2.81	99.98
Nasıfoşlu (Lui)*	40.05	27.00	8.50	1.02	5.40	3.23	3.00	0.68	0.26	10.70	99.84
Acılık	53.35	29.60	6.30	1.14	2.30	1.10	3.38	0.82	0.11	3.82	99.92
I. Nolu Dam.	45.30	33.20	9.06	0.81	4.36	1.40	1.45	0.37	0.21	3.77	99.93
II. Nolu Dam.	39.90	29.86	12.25	0.97	6.17	1.98	1.70	0.40	0.13	6.27	99.63
Çay	40.95	27.23	13.10	0.76	5.93	3.45	2.25	0.55	0.19	5.48	99.89
Çay Taban	48.28	25.30	8.84	1.10	5.65	1.65	3.80	0.92	0.34	3.95	99.73
Akalın (Hacıpetro)*	51.75	27.97	7.59	1.63	3.90	1.00	1.96	0.45	0.25	3.05	99.55
Gökcan (Kurtşeyfi)*	50.17	29.87	5.93	2.71	2.98	1.20	2.96	0.70	0.19	3.22	99.93
	46.98	32.68	7.31	1.43	4.55	1.80	1.54	0.40	0.13	3.12	99.94
	44.00	26.18	9.85	1.14	6.30	3.78	1.98	0.50	0.21	5.62	99.86
	36.08	23.30	18.17	0.85	7.78	2.60	3.54	0.85	0.11	6.65	99.93
	47.20	34.60	6.57	1.40	2.74	2.20	2.96	0.70	0.08	1.50	99.95

* Damarın eski adı



Sekil 3. Zonguldak Kozlu Formasyonu kömürlerinde % kül miktarı ile SiO₂+Al₂O₃ ve Fe₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O yüzdesi arasındaki ilişki.

Zonguldak Kozlu Formasyonu kömür kullerindeki iz elementlerde Cu, Zn, Ni, Pb, Cr, Mn, Co, Cd ve Ag log normal dağılım göstermektedirler. Bölge kömür kullerindeki bu iz bileşenlerden; Cu içeriği 150-475 ppm, Zn içeriği 190-2500 ppm, Ni içeriği 225-2125 ppm, Pb içeriği 150-375 ppm, Cr içeriği 110-2940 ppm, Mn içeriği 230-2700 ppm, Co içeriği 150-330 ppm, Cd içeriği 40-70 ppm, Ag içeriği de 5-10-15 ppm arasında bulunmaktadır. Belirlenen iz elementlerin bazı damarlarda diğerlerinden önemli derecede fazla, bazılarında ise az oldukları gözlenmektedir. Buradan Cu, Zn, Ni, Co, Cr ve Mn gibi iz elementlerin bölge kömür damarlarını ayırtlayıcı bir kriter olabileceği görülmektedir (16).



Sekil 4. Zonguldak Kozlu Formasyonu kömürlerinde % ktl miktarı ile $SiO_2 + Al_2O_3$ 'in $Fe_2O_3 + CaO + MgO + K_2O + Na_2O$ 'e oranı arasındaki ilişki.

5. ZONGULDAK KÖMÜR KÜLLERİNİN ERGİME DERECEŚİ

Kömür kullunun kimyasal bileşimi ile ergime derecesi de değişmektedir. Kömür kullunun ergime derecesi, kömürün ekonomik kullanımını açısından önemli olmaktadır. Genel olarak, $Al_2O_3 + MgO$ miktarı fazlalığı ergime derecesini yükseltirken, $K_2O + Na_2O + CaO + SiO_2 + Fe_2O_3$ miktarındaki artış kullun ergime derecesini düşürmektedir (12).

Bölge kömür küllerinin ergime dereceleri ASTM D 1857 yöntemine göre belirlenmiştir. Yalnız burada altın ve nikel tel yerine standart seğir konileri kullanılmıştır, incelenen kömür küllerindeki yumuşama dereceleri 1085 °C ile 1380 °C, ergime dereceleri 1125 °C ile 1425 °C, akma dereceleri

de 1215 °C ile 1480 °C arasında değişmektedir. Kömür küllerindeki yumuşama, ergime ve akma derecelerinin en düşük işkalın ve en yüksekte Kesmeli damar küllerinde olduğu görülmektedir (Çizelge 5) .

Çizelge 5. Zonguldak Kozlu Formasyonu kömür damarlarında ortalama kül ergime dereceleri (°C, + 10 °C) .

Damar Adı	Yumuşama (Softening Temperature)	Ergime (Hemispherical Temperature)	Akma (Fluid Temperature)
Kartal (Agop)*	1215	1280	1320
Yiğit (Papaz)*	1195	1240	1320
Kesmeli	1380	1425	1480
Atalay (Stefan)*	1320	1360	1380
Küçük	1260	1320	1340
Büyük	1125	1170	1240
Akdag (Karamanyan)*	1360	1380	1445
Tb. Akdag (Tb. Kara.)*	1280	1320	1400
Unudulmuş	1240	1280	1320
Domuzcu	1240	1300	1360
Taşbaca	1150	1170	1240
Acenta	1125	1170	1240
Messoglu	1240	1260	1340
Dibek (Lükiça)*	1195	1215	1240
Kurul (Milepero)*	1300	1340	1380
Acun (Neonu.)*	1215	1240	1340
Hacımemiş	1320	1360	1425
Sulu	1300	1340	1445
Özkan (Leonidas)*	1150	1195	1280
Nasıfoğlu (Luif	1150	1215	1260
Acılık	1340	1360	1425
I. Nolu Damar	1280	1360	1425
II. Nolu Damar	1215	1280	1320
Çay	1125	1170	1240
Çay Taban	1150	1195	1260
Akalın (Hacıpetro)*	1085	1125	1215
Gökcan (Kürtşeriff	1360	1380	J 1425

Damarın eski adı

6. SONUÇLAR

Kuzeybatı Anadolu Taskömlir Havzası Zonguldak Bölgesi Kozlu Formasyonunda bulunan 27 adet kömtir damarının kuru mineral maddesiz bazda içerdikleri elementer: Karbon içeriği en az %2.80 ile Kesmeli, en çok da %90.31 ile Acılık damarlarında; hidrojen içeriği en az %4.65 ile Akalın, en çok da %5.76 ile KUÇUK damarlarında; azot içeriği (kuru mineral maddeli) %0.88 ile Kuru, en çok da %1.94 ile Sulu damarlarında; oksijen içeriği ise en az %2.90 ile Acılık, en çok da %9.29 ile BUyUK damarlarında görülmektedir. Kömürlerin H/C atomsal oranı en dUsUK .0.62 ile Akalın, en yüksek de 0.80 ile KUÇUK ve Yiğit damarlarında, O/C atomsal oranı ise en dUsUK 0.02 ile Acılık, en yüksek de 0.09 ile Kesmeli damarlarında bulunmaktadır. Kozlu formasyonundaki pritik kUkUrt içeriği en dUsUK %0.020 ile BUyUK ve Unudulmuş, en fazla da %0.186 ile Hacımemis damarlarında, sUlfat kUkUrtU içeriği en dUsUK %0.046 ile Gökcan, en fazla da %0.222 ile Messoglu damarlarında, organik kUkUrt içeriği en dUsUK %0.102 ile Hacımemis, en fazla da %0.592 ile Acun damarlarında, toplam kUkUrt içeriği ise en dUsUK %0.350 ile Hacımemis, en fazla da %0.160 ile BUyUK damarlarında olduğu belirlenmiştir. Zonguldak Kozlu Formasyonu kömUr damarları belirlenen bu değerlere göre; Şeyler diyagramında yüksek uçuculu ve orta uçuculu bitUmlU kömUr sınıfında, H/C ve O/C atomik oranlarının kömUrleşme serisinde ise bitUmlU kömUr sınıfında yer almaktadırlar.

Bölge kömUr küllerinde jeokimyasal olarak bolluk sırasına göre en fazla SiO₂ bulunmaktadır. Akalın damarı en az SiO₂ (%36.08) içerirken Atalay damarı da en fazla SiO₂ (%61.66) içermektedir. Acenta damarı en az Al₂O₃ (%19.63), Gökcan damarı da en fazla Al₂O₃ (%34.60) içermektedir. Tb. Akdag damarı en az Fe₂O₃ (%3.71), Akalın damarı da en fazla Fe₂O₃ (%18.17) içermektedir. Messoglu damarı en az CaO (%1.77), Dibek damarı da en fazla CaO (%11.95) içermektedir. Tb. Akdag damarı en az MgO (%0.70), Cay Taban damarı da en fazla MgO (%3.78) içermektedir. Sulu damarı en az K₂O (%1.45) ve Na₂O (%0.37), Acılık damarı da en fazla K₂O (%3.80) ve Na₂O (%0.92) içermektedir. Acenta damarı en az TiO₂ (%0.60), II. Nolu Damar da en fazla TiO₂ (%2.71) içermektedir. Gökcan damarı en az P₂O₅ (%0.08), Akdag damarı da en fazla P₂O₅ (%0.96) içermektedir. Atalay damarı en az SO₃ (%1.32), Acun damarı da en fazla SO₃ (%10.70) içermektedir. Bölge kömUrlerindeki kül miktarı ile SiO₂+Al₂O₃ yUzdesi artmakta ve Fe₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O yUzdesi ise azalmaktadır. Bu kömUr külleri ile SiO₂+Al₂O₃'in Fe₂O₃+CaO+MgO+K₂O+Na₂O'e oranı arasında kabaca artan bir ilişki belirlenmiştir.

Kozlu formasyonu kömUr küllerinin yumuşama, ergime ve akma derecelerinin sırası ile en dUsUK 1085 °C, 1125 °C, 1215 °C olarak Akalın damarında; en yüksek de 1380 °C, 1425 °C, 1480 °C olarak Kesmeli damarında olduğu gözlenmiştir.

KAYNAKLAR:

1. ÖZKOÇAK, O., KONYALI, Y., SENTURK, I., Kuzeybatı Anadolu Taskömlr Havzasına Genel Bakış. Türkiye 1. Kömlr Kong., Zonguldak, 1978, s.167-190.
2. KEREY, I.E., Facies and Tectonic Setting of the Upper Carboniferous Rocks of Northwestern Turkey. Special Publication of the Geological Society No.17, Blackwell Scientific Publications, Oxford, 1985, pp.123-128.
3. SANER, S., Batı Pontidlerin ve Komşu Havzaların Oluşumlarının Levha Tektoniği Kuramı ile Açıklanması, Kuzeybatı Türkiye. M.T.A. Enst. Dergisi 93/94, Ankara, 1980, s.1-20.
4. GÖK, M.S., Kuzey Anadolu TaskömUr Havzası. T.J.K. Bülteni, c.13, s.1, Ankara, 1970, s.120-139.
5. M.T.A. ENST., Zonguldak ve Dolayının Genelleştirilmiş Kolon Kesiti. M.T.A. Enst. Batı Karadeniz Bbl. Mild. Zonguldak, 1984.
6. ERGİN, M., ŞENOL, M., Zonguldak Kömlr Havzasındaki Karbonifer Yaşlı Cbkellerin Sedimantolojik Özellikleri ve Bu özelliklerin Kömlr Arama-İsletme Süreçleri içindeki önemi. Türkiye 4. Kömür Kong., Zonguldak, 1984.
7. T.S.E., ilgili Analiz Yöntemleri.
8. A.S.T.M., Gaseous Fuels; Coal and Coke. Part 26, 1978.
9. BERKOWITZ, N., An Introduction to Coal Technology. Academic Press, New York, 1979.
10. BOUSKA, V., Geochemistry of Coal. Coal Science and Technology 1., Elsevier Scientific Publishing Company, New York, 1981.
11. LOWRY, H.H., Chemistry of Coal Utilization. John Wiley and Sons Inc., Vol. 1, New York, 1945.
12. NAKOMAN, E., KömUr. M.T.A. Enst. Yayını, Eğitim Serisi No.8, Ankara, 1971.
13. LOWRY, H.H., Chemistry of Coal Utilization. Supp. National Research Council Committee, John Wiley and Sons Inc., New York, 1963.
14. MEYERS, R.A., Coal Structure. Academic Press, New York, 1982.
15. MURCHISON, D., WESTOLL, S., Coal and Coal-Bearing Strata. Elsevier, New York, 1968.

16. BUZKAN, I., The Importance of the Distribution of Trace Elements in the Coals of Karadon Region of North-western Anatolia Hardcoal Basin. M.E.T.U. Journal of Pure and Applied Sciences, Vol.21, No.1-3, Ankara, Apr-Dec. 1988, pp.541-554.