

# GÜNEY AFRİKA, PERMİYEN YAŞLI WITBANK KÖMÜR TABAKALARININ SEDİMANTOLOJİ VE JEOKİMYASI\*

B. CAIRNCROS

R. I HART

J.P. WILLIS

Çeviren: Ertem TUNÇ ALI MTA Genel Müdürlüğü, Enerji Dairesi, ANKARA

**ÖZ :** Witbank kömür sahasında, kömür içeren Vryheid Formasyonunda yapılan sedimantolojik araştırmalar, Kömür/turba yatağının hem denizel, hemde denizel olmayan paleoyatadanma olaylarıyla ilgili olduğunu göstermiştir, Turba yığılmasının son aşamasında bataklık denizel transgresyonla su basmasına uğramış, torba (kömür) üzerine çamur ve silt depolanmıştır. Üste gelen bu çökeller tipik denizel özelliktedir ve glaukonide birlikte denizel iz (icho) fosiller bir arada bulunur. Benzer stratigrafik durumlar, havzanın herhangi bir yerinde, torba bataklığının denizel, olmayan fluyval sistemler tarafından kaplanmasıdır ki 'buralarda iri kum ve çakıllar turba üzerinde yataklanmıştır. Bölgedeki 2, 4, 5 nolu kömür damarlarının jeokimyasal analizleri.. Nötron aktivasyon analiz cihazı (INAA) ve X-Ray floresans spektrometrisi ile gerçekleştirilmiştir. Bu analizler, kömür jeokimyasının, sedimantolojik yorumların tamamlayıcısı olduğunu gösterir. Bor, Mor, lityum ve brom gibi denizel çökeller içinde daha fazla yoğunlaşma eğiliminde olan elementler, denizel tabakalar tarafından örtülen kömürlerin üst kısımlarında, denizel olmayan fluyval ardışıklar tarafından örtülen kömürlere göre daha fazla yoğunluk gösterir.

Bu açıklama, adı geçen elementlerin radyoaktiviteyi arttırdığını göstermez. Çok değişkenli diskriminant analizler kullanılarak, kömür tabakalarının iz element bileşimleri, bu tabakaların daha iyi tanınmasındaki yollar sağlamış olur. Spesifik bir sahadaki her bir kömür daman parçası ona ait bir iz element bileşime dayanılarak, tanımlanmasına izin verir., Eğer, kömür sahasında bilinmeyen alanlar araştırılacak olursa» paleoyatadanmanın» stratigrafik dizilimine ilişkin bilgilerle birlikte, sayısal jeokimya analizleri kömürlerin daha çabuk tanınmasına yardımcı olur,

## GİRİŞ VE METODLAR

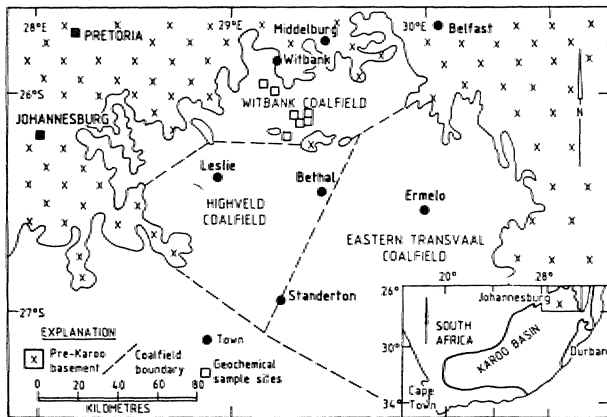
Güney Afrika'da. Johannesburg^ yaklaşık 100 km kadar doğusunda bulunan Witbank kömür sahasında birkaç yıldan beri. kömür (Şekil 1) ve komşu kayalar için sedimantolojik çalışmalar düzenlenmiştir., Bu kömür sahası, Cumhuriyetin toplam, kömür rezervlerinin 1/5 ini kapsar ve en büyük yatak olması, nedeniyle ilin enerji, ve ihraç rezervini sağlar.

Kömür içeren birimler Alt Permian yaşlıdır ve Htostratigrafik özelliklerine göre Ecca Grubunun Vryheid Formasyonu olarak ayırtlanmıştır, Kumtaş» konglomera» silttaş» şeyi ve diamiktit'ten oluşan istif içerisinde 6 adet kömür daman vardır. Tüm formasyonun kalınlığı 200 m. yi nadiren aşar. Kömür Dam arlan tabanda (1), tavanda (6) olmak üzere numaralandırılmıştır ve bölgede 2, 4, 5 nolu damarlar işletilmektedir (Şekil 2).

\* "International Journal of Coal. Geology" Dergisinin. Aralık 1990 da yayımlanan Vol: 16 No: 4 te 309-323'ncü sayfalar arasında yer alan makaleden çevrilmiştir.

Çeşitli disiplinlerin çalışmalarına ek olarak sedimantoloji ve jeokimya çalışmaları, çökel kayalar ve bunlarla birlikte bulunan kömürlerin yataklarına ortamlarının yorumlanması üzerine toplanmıştır. Elde edilen veriler, somadan yataklanma ortamlarının oynadığı rolün tayin edilmesi ile, ilk olarak kömür damarının yayılım ve kalınlığı, ikinci olarak kömür kalitesinin tanımlanmasında kullanılmıştır.

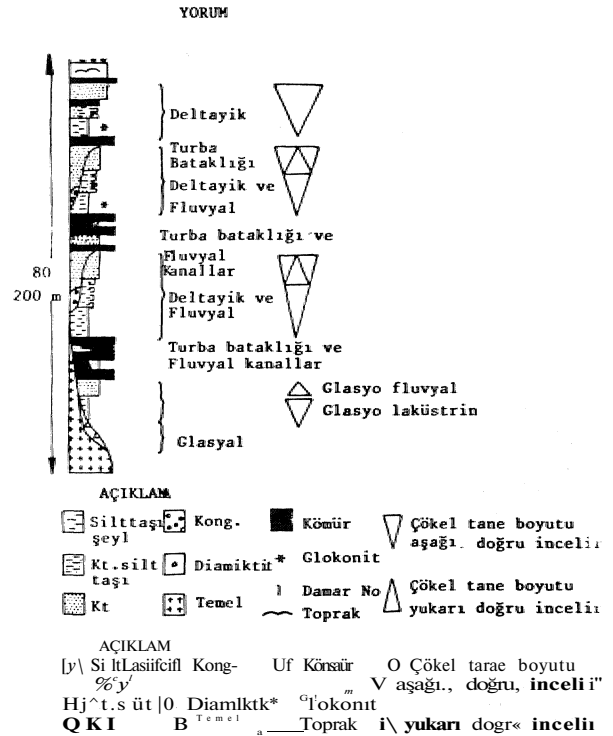
Bu çalışmaların uygulanması, kömür formasyonları ve bununla birlikte bulunan komşu kayaların orijinlerinin anlaşılmasında çok önemli rol oynamıştır. Özellikle kömürün kapsadığı esas ve tali elementler (demir, alüminyum, silis, kalsiyum, fosfor, sodyum, potasyum) ve bunların kömürün yanma özelliğine olan etkileri, yapılan araştırmaların temelini oluşturmuştur. Kömürdeki iz element bileşimlerine olan ilgi, özellikle çevre kirlenmesi probleminin büyümesiyle birlikte büyük oranda artmış ve bu nedenle kömürün orijininin, yorumlanmasında son zamanlarda iz element jeokimyası kullanılmaya başlanmıştır. Kömürü oluşturan belli başlı elementlerle iz element kapsamları, yalnızca kömürün yakılmasında değil, diğer fiziksel özellikleri olan sertlik, kırılabilirlik, cüruf ve fusion ısısını da etkiler. Bütün bunlar kömürün ister ısı kaynağı olarak yakıt üretiminde, ister cevherden metal üretiminde redüktan olarak kullanılsın, performansını etkiler. Bu konuda uzmanlaşmış bir çok kişi, çökeller içinde oluşan spesifik iz element konsantrasyonlarının yataklanma sırasındaki ortamların açıklanmasında kullanılabileceğini göstermişlerdir. Çökeller içindeki spesifik iz element konsantrasyonlarının depolanma sırasın-



Şekil 1 Witbank Kömür sahasının yeri ve jeokimyasal örnek yerleri.

daki ortamı işaret etmek için kullanılabileceği, bu konuda çalışan uzmanlar tarafından deneysel olarak gösterilmiştir. Bu düşüncenin dayanağı; bor, klor, lityum, kükürt ve vanadyum gibi bazı elementlerin, denizel kökenli çökellerde taüsu çökellere göre daha fazla konsantre olmalarıdır. Bu olaylar kömür madencilği endüstrisinde pratik uygulama olanağına sahiptir. Örneğin bazı kömür damarlarının üzerini örten denizel tabakalarda denizel olmayan tabakalara göre daha fazla kükürt içeriğine sahiptir. Bu elemental-jeoloji ilişkisi, düşük kükürlü kömür araştırmalarında, arama aracı gibi görev yapabilir.

Geçen 20 yılda hem yüksek akışkanlı nükleer reaktörler ve hemde bununla ilgili nükleer detektör sistemlerin büyümesinde, bugün var olan potansiyel, iz element analitik tekniği aletsel nötron aktivasyon analizi (INAA) ve daha duyarlı olan kesin, iz element analitik tekniklerin ortaya çıkarılmasında büyük gelişmeler olmuştur. Bu, kömür gibi kar-



Şekil 2 Witbank kömür sahasındaki Vryheid Formasyonunun litolojilerini, Kömür damarları ve depolanma ortamının yorumunu gösteren, stratigrafik kolon. Örnekler discrimant fonksiyon analizinde kullanılmak üzere 1, 2, 4 ve 5 nolu damarlardan türetilmiştir (Şekil 4-6). Denizel transgresyonlar, 2,4 ve 5 nolu kömür damarlarının üzerindeki şeyli ve silttaşı ile temsil edilir.

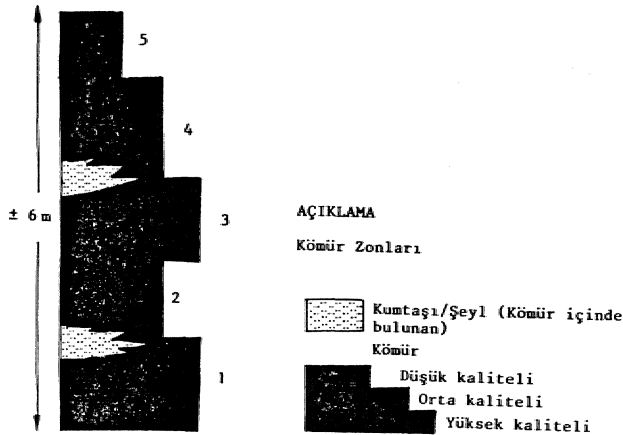
maşık matrikslerin analizi,, kolayca uygulanabilen INAA ile yapılır. Bununla birlikte, karbon matriksiyle onun homojen olmayan doğası» fiziksel ve kimyasal yapısı, örnek hazırlama ve örnek alımındaki hatalar için INAA'ya ek olarak daha çok iz element tekniği, önemli problemleri ortaya çıkarır.

Genellikle INAA için yalnızca 0,2 g kömür örneği alınır.. Kömürün çok fazla heterojen olmasından dolayı bütün kömür çalışmalarının böyle küçük bir örnek ile temsil edilmesi oldukça güçtür. Bu sebepten, güvenilir örnek eldesi için 3-4 kg lık oluk örneği derlenir. Bu örnek 20-40 mesh boyutuna getirilir. Daha sonra 50 g lık yanlanmış örnek 300 mesh boyutuna getirilerek bunun 0,2 g'ı INAA analizi için alınır.

Karbon matriksi, nötron akımına karşı saydamdır. Onun bu özelliği, kömür içinde çok sayıda elementin analizine olanak sağlar

Jeolojik malzemelerdeki esas, tali ve iz element, determinasyonunda, daha çok aletsel tekniklerin uygulandığı X-Ray floresans spektrometri (XRFS) yöntemi kullanılır. XRFS ile külsüz kömürde 32 element konsantrasyonu tanımlanmıştır. Külsüz olmanın avantajı; kömür öncelikle analiz edilmekte ve uçucu maddenin hiçbiri kaybolmamaktadır, böylece aynı maddeler hem INAA hem. XRFS yöntemleriyle analiz edilmektedir.

Her iki analiz yönteminin kullanılmasının 3 nedeni vardır. Birincisi; bazı elementler (Si, Al, Ti,



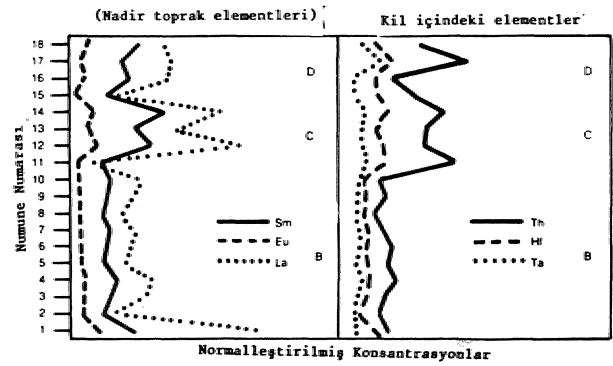
Şekil 3 Witbank kömür sahasındaki 2 nolu damann tipik kömür profili. Düşük kaliteli = % 25' kül, Orta. Kalite = % 25 kül, Yüksek kalite = % 10 kül

Ca, Mg, P, V, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Y, Zr, Ba, Pb) XRFS ile kesinlikle, INAA ile ise daha az tanımlanabilmektedir. Doğada nadir olarak bulunan, diğer elementler U, Hf, Ta, Co, Cs, Br, Sb ve As konsantrasyonlarının oluşumu, XRFS nin ayırma limitlerinin altında olduğundan, INAA ile daha kesin tanımlanabilir. İkincisi; bazı iz-element oranları (Zr/Hf ve Ni/Co), kömürün metamorfizması, yatahanma ve orijinleri hakkında önemli ipuçları verebilmektedir.. Her iki yöntemlede gerekli aynnulan elde etmek olanaklıdır, Üçüncüsü; her iki teknikle yapılan Co, As, La, Th, Br, Se ve U analizleri farklı araştırmalar ve düzeltmelerin karşılaştırılmasına olanak vermekte ve böylece her zaman çok iyi kalitede sonuçlar sağlamaktadır.

#### YATAKLANMA ORTAMLARI

Tropikal ve nispeten ılık koşullarda oluşmuş kuzey yarım küresinin Karbonifer kömürleri, düşük ısıda buzul sonrası paleoklimatik bir rejimde oluşmuş güney yarımküre Fermiyen kömürlerinden farklıdır. Bu iki bölge kömürlerinin tipleme (derece, rank, v,h.) farklıdır.

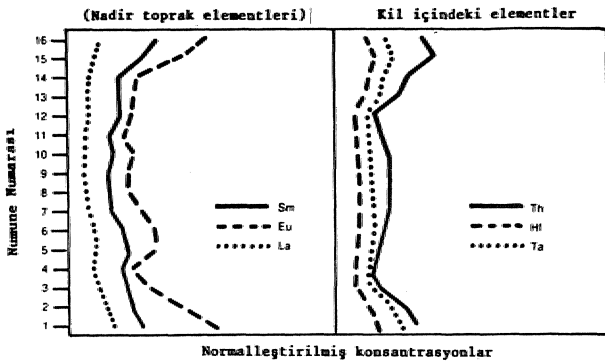
Kömürleşme sürecinde Gondwana kıtasının geniş alanları kontinental buz tabakası ile örtülmüştür. En alttaki 1 ve 2 nolu damarlar ve bunlarla birlikte bulunan çökeller (Şekil 2), kuzeye doğru



Şekil 4 2 nolu damann tabanından (Ömek No: 1) tavanına kadar (Ömek No: 18) olan iz elementler dağılımı. Damannla şeyilli kısmın temsil edildiği 10 ve 15 nolu örnekler arasındaki değer artışı dikkat çekicidir.. Düşey eksenindeki örneklerin (Şekil: 5 ve 6 da var olan) hebirisi damann tabanından, tavanına kadar, Şekil 3 deki tipik kesitte gösterildiği gibi, ortalama 30 cm lik kömür ve/veya kömür olmayan örnekleriyle temsil edilir.

çekilen glasyeilerle aynı zamanda birikmişlerdir. Yüzen buzul tablalarının kanıtı olan, varlaşmış buzul gölü şeylleri ve damla taşlarını basenin kuzeyine doğru bulmak olanaklıdır. Buna ek olarak kömür petrografisi ve paleontolojisi bataklığın oluşumu sırasında buzul sonrası soğuk iklimin olduğunu gösterir.

Buzul tablalarının ileri doğru hareketinin taban topografyasını, etkilediği, bu topografya üzerinde de Vryheid Formasyonunun depolanmış olduğu, söylenebilir. Düzgün olmayan bu topografya en alttaki kömür damarı ve çökellerin dağılımını çok fazla etkilemiştir. Nehirler, vadilerin aşağılarında kanallar açmış, kuzeyin, kaynak sahalarından akan taşındıkları kum ve iri taneli çakıllar bu alanlarda depolanmış böylece oluşan, sığ-yatay uzanımlı geniş platformlarda turbalar birikmiştir. Klastik sedimanlar havzanın kuzey kanadında yer alan çoğunlukla granitik kayalardan türemiştir. Bu nehirler böylece daha sonra kömür sahasında bulunan ve arkozik litolojiye dönüşen yüksek feldspat kapsayan çökelleri taşımıştır. Turba, yığılması, bataklıkları parçalara ayıran nehirler tarafından sık sık kesilmiştir. Turba yatağıyla birlikte oluşan nehir kanalı ve kıyı ötesi sellenmelerin birbirine etkisi, 1 ve 2 nolu kömür damarlarının dağılımını ve kalitesini doğrudan etkilemiştir. Bu eş zamanlı nehir kanallarıdaki kum ve killeri, bataklıklarda kötü derecelenme ve kötü kaliteli kömürün sebebidir. Kömür damarlarının hem organik hem inorganik birleşmelerinde oluşan, iz elementler bu fluyval işlemler nedeniyle kömürün kimyasal yapısını etkilemiştir. 1 ve 2 nolu kömür damarlarının glasyo-fluyval kumtaşı ve glasyal orijinli sediment kayaç topluluklarıyla birlikte bulunmasına karşın 3., 4. ve 5.



Şekil 5 Şekil 4 de gösterildiği gibi benzer elemental eğriler. Ancak profilde kırıntılı (kömürsüz) arakatıklar yoktur.

6 nolu kömür damarlarının üstünde Şekil 2 de gösterildiği gibi deltayık ve fluyval yatatanmalar birlikte bulunur. 4 ve 5 nolu damarların üzerinde bulunan çamurtaşı ve silttaşı birimlerinin glokonu içermesi (Şekil 2), bu birimlerin depolanma sırasında denizel bir ortamın varlığını düşündürmektedir.

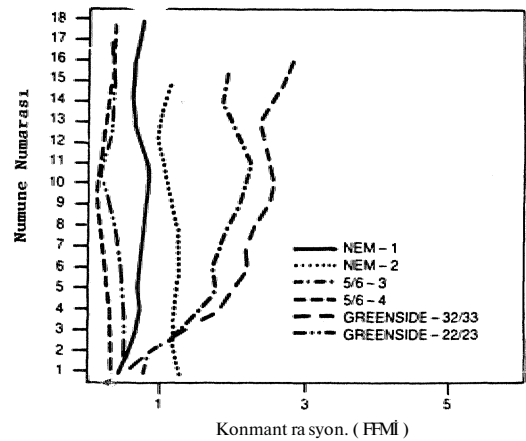
Buna ek olarak iz element toplulukları denizel ilişkiyi gösterir. Ayrıca Rhuzocorallüm, Skolifhos, Siphonicus ve Cruziana'da denizel oluşum için elde edilen, fazladan delillerdir.

Kömür sahasının, başka kısımlarında, kuzeyde havzanın merkezine yakın olan yerlerde olduğu gibi, denizel, olmayan fluyval kumtaşı doğrudan 3» 4. ve nolu damarların üzerine gelir. Denizel, arplit ağdalanmasının bulunduğu sahalarda tabakalar tipik olarak arkozik, çok kaba taneli, çakıllı ve kötü boylanmalıdır.

## 2 NOLU KÖMÜR DAMARI

2 nolu kömür damarı, sahasında işletilen damardır. Bu damarın 1 den 5'e kadar olan ortalama zon kalitesi Tablo 1 de gösterilmiş ve damarın sabit karbon, uçucu ve kalorifik değerleri ASTM kömür sınıflandırmasına göre yüksek uçuculu (B) taşkömür derecesinde olabileceğini göstermiştir. Witbank kömür sahasındaki 2 nolu esas, tali ve iz elementleri Tablo 2 de listelenmiştir.

Tablo 2 deki veriler; maden ocağından alınan örnekler, Kazma makinasıyla kömür aynasından alınan örnekler ve buna ek olarak Şekil 1 de gösterilen diğer lokasyonlardan alınan örneklerden, derlenmiştir.



Şekil 6 Altı ayrı mevkiden, 2 nolu damarın içindeki brom dağılımı. Bu altı ayrı mevkii Şekil 1 de gösterilmiştir.

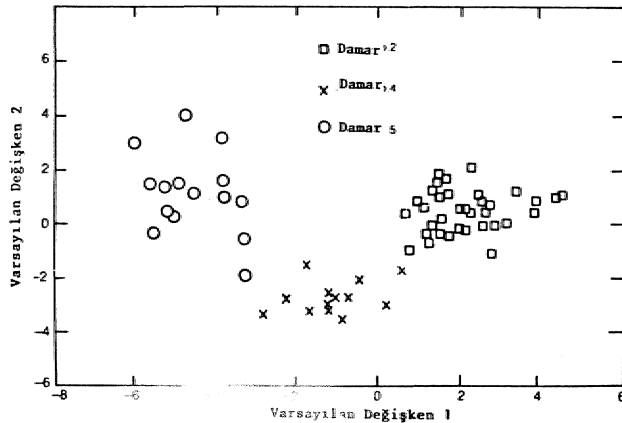
Tablo 1 Witbank kömür sahasındaki 2 nolu kömür damarının ortalama kaliteleri

2 Nolu Kömür Damarı	Ortalama Kalınlık (m)	Nem %	Kül %	Uçucu madde %	Sabit C	Kalorifik Değer (MJ/kg)
Zon 5 (Tavan)	1.00	1.7	26.6	18.4	53.3	20.2
Zon 4	1.90	2.3	19.2	20.4	58.1	25.5
Zon 3	0.80	2.1	8.3	27.7	61.9	30.6
Zon 2	1.20	1.9	18.3	21.3	58.6	26.6
Zon 1 (Taban)	1.20	1.9	9.1	33.8	55.2	30.8

Kömür sahası boyunca Cu, Ga, Se, Zr, Hf gibi bazı elementler küçük değişimler gösterirken Zn, Ge, Br, Cr, Co gibi diğerleri, ise çok büyük derecede değişim gösterirler.

2 nolu damarın tanımlanan 5 esas bandının kalitesini gösteren bilgiler Tablo 1 dedir. Bu iç bölünmeye ait bilgiler başka bir çalışmadan alınmıştır ve damarın genel stratigrafik bölümleri. (Şekil 3) de şematize edilmiştir. Genellikle damar, düşük kaliteli bir zon tarafından, örtülmüş yüksek kaliteli bir taban bandı kapsar. Bu üst üste bulunuş sırası,, ikinci yüksek kaliteli, düşük küllü birimin yukarıya doğru düşük kaliteli kömür tarafından örtülmesi gibi kömürün en üst düzeyine ulaşmaya kadar devam eder. Kömür tabakasının üst bölümündeki düşey bozuşma, turba oluşum sürecinin son aşaması sırasında biriken, turbaya, üstte uzanan, transgresif silt ve kil karışımının etkisini yansıtır.,

Damardaki kömür kalitesinin değişimi, altta uzanan düzgün olmayan, topografya ile birlikte,, farklı sıkışma, havza duraylılığı, su tablasının değişmesi de dahil olmak üzere birden, fazla faktörün birbirine etkisi ve kombinasyonunun, ne-



Şekil 7 Witbank kömür sahasındaki 2, 4 ve 5 nolu damarlara ait kömür örneklerinin MDA'si.

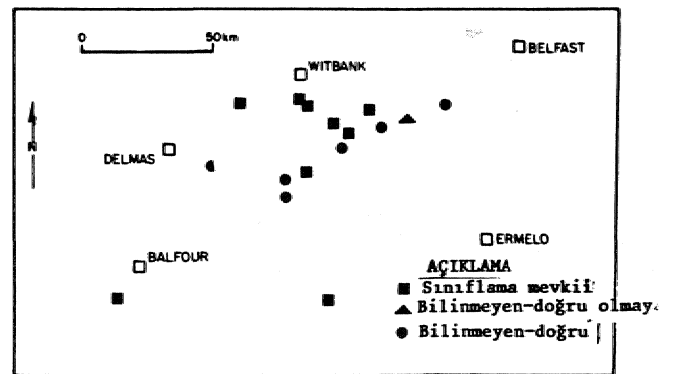
den olduğunu düşündürür.,

Damarın stratigrafisi iz element analizleriyle ortaya çıkarılmıştır. 2 nolu damarın içindeki iz element dağılımı kömür tarafından, örtülen klastik materyalin varlığına veya yokluğuna bağlıdır.

Şekil 4 de gösterildiği gibi bir kesitte, 10 dan 15'e kadar olan örnek numaralan damarın şeylli kısmındadır ve bu kısımdaki yükselme nadir toprak elementlerine (REE) karşılık gelir. Buna karşın, şeyi veya kumtaşının olmadığı kömür damarının (REE) lerindeki küçük değişimler (Şekil 5) de gösterilmiştir.

Şekil 5'in damar kesitinde, var olmayan ayraçlar ve (REE) örnekleri, taban, ve tavan hariç önemli değişiklik göstermez (Örnek 1 den 4'e ve 14 den 16'ya). Taban ve tavandaki bu artışlar, geçişli dokanaklar, düşen ve yükselen kömür bloklarındaki ara tabakalara karşılık gelir.

Brom (Br), organik özelliklere sahiptir ve konsantrasyonda genellikle düzgün ve dar bir sıralanma gösterir. Bununla birlikte yataklanma ortamının kimyasmdaki değişikliklere karşı duyarlıdır. Brom, genellikle tatlı suya göre deniz suyunda daha fazla bulunmasından dolayı denizden.



Şekil 8 Discriminant fonksiyon analizi kullanarak sınıflaması test edilen kömür damarları yerleri.

Tablo 2 **Witbank** kömür sahasındaki 2 nolu **damarın** işletildiği tarihteki esas ve iz elementleri

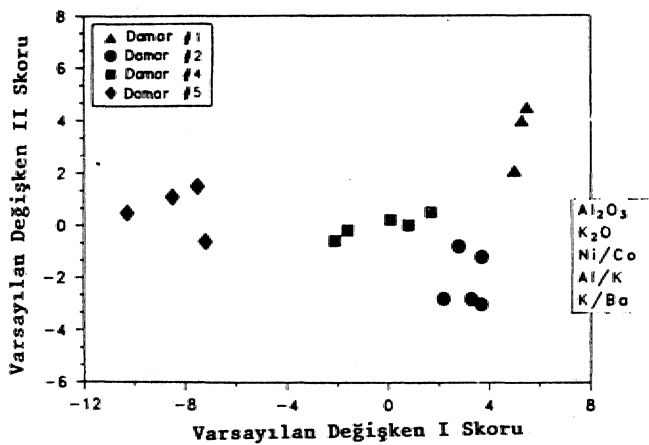
WL %	Min.	Max.	Ortalama	n	Metod
SiO <sub>2</sub>	2.7	20.0	10.3	41	XRF
TiO <sub>2</sub>	0.14	0.54	0.32	41	XRF
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3.7	10.6	6.7	41	XRF
FeO	0.38	3.8	1.1	41	XRF
MnO	0.00	0.02	0.01	41	XRF
MgO	0.03	0.82	0.30	41	XRF
CaO	0.07	4.8	1.4	41	XRF
Na <sub>2</sub> O	0.00	0.12	0.02	41	XRF
K <sub>2</sub> O	0.03	0.38	0.13	41	XRF
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.00	0.66	0.21	41	XRF
S	0.51	1.7	0.96	41	XRF
OrgM	64.0	88.0	79.0	41	
<i>ppm</i>					
As	1.3	12.0	4.6	41	INAA
Ba	91.0	763.0	358.0	41	XRF
Bi	<0.9	1.7	1.3	2	XRF
Br	<0.13	2.7	0.8	21	INAA
Co	2.0	31.0	7.9	41	INAA
Cr	1-2	60.0	28.0	41	XRF
Cs	0.33	3.1	1.4	18	INAA
Cu	5.0	20.0	9.7	41	XRF
Ga	3.6	22.0	11.0	41	XRF
Ge	<0.5	22.0	2.1	37	XRF
Hf	1.2	3.0	2.3	18	INAA
Nb	1.2	15.0	7.9	41	XRF
Ni	4.1	56.0	17.0	41	XRF
Pb	<1.7	20.0	10.0	37	XRF
Rb	1.3	23.0	7.5	41	XRF
Sb	0.24	1.9	0.47	18	INAA
Se	2.3	12.0	6.5	41	INAA
Se	<0.4	1.8	0.9	29	XRF
ST	50.0	871.0	363.0	41	XRF
Ta	0.35	2.4	0.87	18	INAA
Th	4.6	38.0	15.0	41	INAA
U	1.2	9.3	4.0	41	INAA
V	"/	81.0	27.0	41	XRF
W	<2.1	6.3	3.9	11	XRF
Y	5.8	30.0	17.0	41	XRF
Zn	1.0	41.0	10.0	41	XRF
Zr	34.0	170.0	96.0	41	XRF
La*	9.7	63.0	26.0	18	INAA
Ce*	22.0	83.0	47.0	18	XRF
Nd*	9.6	38.0	20.0	18	XRF
Sm*	1.9	10.0	3.9	18	INAA
Eu*	0.26	1.1	0.58	18	INAA
Tb*	0.25	1.1	0.55	18	INAA

\*REEs

Tablo 3 "Taramlam.ası yapılacak örneklerden"  
"Learning samples"<sup>11</sup> türemiş sınıflama  
fonksiyonu kullanılarak» bilinmeyen kö-  
mür daman örneklerinin sınıflaması  
Şekil 9 da gösterilmiştir.

Kömür damarları içindeki sınıflama oranı

Mevkii/damar	Damar1	Damar2	Damaı4	Damar5
1/Damar 2	0	98	* 2	0
2/Damar2	100	0	0	0
2/Damar4	0	1	99	0
2/Damar5.	0	0	0	100
3/Damar2	0	97	3	0
3/Damar2	99	1	0	0
3/Damar4	0	2	100	0
3/Damar4	0	0	100	0
4/Damar2	0	95	5	0
5/Damar2	0	100	0	0
5/Damar2	0	97	3	0
6/Damar 1A	0	2	98	0
6/Damar 2 A	0	1	99	0
6/Damar 2	99	1	0	0
6/Damar 2	0	17	83	0
6/Damar 4L	0	89	11	0
6/Damar 4U	0	0	100	0



Şekil 9 Witbank ve Highveld kömür sahasındaki  
(yıkılmış örnekler) kömür damarları  
üzerindeki Discriminant Fonksiyon Ana-  
lizi.

türeyen çökellerde zenginleşir, Deniz suyundaki  
ortalama Br konsantrasyonu 67 000 ppb, nehir suy-  
unda 20 ppb dir.. 2 nolu damann üzerindeki Br  
içeriğinin nispeten yüksek olması» bu damann üst  
kısımının hızla deniz transgresyonuna uğradığı  
şeklindeki sedimantolojik yorumlan destekleyici  
delil sağlar.

Şekil 6, 2 nolu damar içindeki Br dağılımını  
gösterir. Eğrilerden ikisi, tabandan tavana doğru  
Be değerindeki artışı gösterir., Turba yığılma za-  
manında, bataklik İdmyasmdaki düşey değişime  
karşılık, esasında batakliğin erken evresinde denizel  
olmayan, asidik ortamlar hüküm sürmüş bunu  
izleyen evrede damann. tavanına yakın kısım-  
larında transgresif havza suları ve daha çok deniz  
(yüksek pH) etkili olmuştur. Diğer sahalarda Br  
konsantrasyonu kalıntıları değişmemiştir (Şekil 6).  
Bu son anlatılan örnek yerlerinin üzerinde uzanan  
tabakalar denizel olmayan kumtaşlar olarak yo-  
rumlanmıştır.

Denizel transgresyon sonrası, bu özel kumtaşla-  
nın etkisiyle altta uzanan turba, denizel, transgre-  
sif havza sularından korunmuş, böylece bu fluvyal  
kumtaşlar altında bulunan kömürün Br kapsamın-  
daki küçük değişimin, nedeni olmuştur..

#### MULHARIANT DISCRIMINANT ANALYSIS

<sup>11</sup> Çok değişkenli ayırma, analizi<sup>11</sup>

Kömürün sınıflandırılması ve özelliklerinin  
ayırılması için kullanılan. MDA, iz element jeoki-  
myasının daha ileri uygulamasıdır., Tek tek damar-  
ların tanımlanması bu tekniğe açık bir örnektir.  
Anlaşıldığına göre, tek bir jeokimyasal parametre  
yokken, Witbank'in her damarının sınıflaması bi-  
linmeyen, örnekleri uygun bir kategori içerisinde sa-  
dece bu metodu ayırtılabilmmiştir, Örneğin, Wit-  
bank, havzasının belli başlı üç damarının (No: 2,, 4  
ve 5) ortalama iz element kapsamları birbirine çok  
yakındır. Bununla beraber bu üç damarın discrimi-  
nant analizi, damarları iyi tanımlanmış gruplara  
ayırmıştır (Şekil 7).

Discriminant fonksiyon analizinde çok  
başarıyla kullanılan elementler Co., Br ve nadir  
toprak elementleridir. Discriminant fonksiyon ana-  
lizinde örnek olarak kullanılan Witbank ve High-  
veld Kömür Sahalarındaki (Şekil 1) kömür damar-  
larının bazı esas ve iz elementleri (Şekil 8) de  
gösterilmiştir. Witbank. ve Highveld kömür saha-

lanndaki 1, 2, 4 ve 5 nolu damarlara ait örnekler dokuz ayrı mevkiiden toplanmıştır (Şekil 8).

Bu örnekler, bilinen damar içinde (correct seam), bilinmeyen örnekleri sınıflamaya yardım, için DFA kullanarak, bir sınıflama fonksiyonu oluşturmak için kullanılmıştır,

"Tanımlanması, yapılacak örnekler" (Learning Samples),, 1, 2» 4 ve 5 nolu damarlardan, bunların kimyasal bileşimlerdeki Al, K, Ni, Co ve Ba elementleri baz alınarak, birbirinden kolayca ayırt, edilmiştir (Şekil 9).. Her ne kadar. Şekil 9 da ve iki damar örnekleri arasında açık bir ayırım olsa da,, bu 2 ve 4 nolu damarları ayırmak oldukça güçtür

Sahada 6 ayn mevkiideki örnekler,, türetilmiş sınıflama fonksiyonunun doğruluğunu, ve uygulanabilirliğini test etmek üzere kullanılmıştır. Bütün bu yerlerin, birinde (No 6), örneklerin biri. yanlış sınıflandırılmıştır (Tablo 3).- Her ne kadar örneklerin ikisi 2. damardan çok 1. damar gibi sınıflandırılmışsada, diğer 5 mevkiideki örneklerin çoğu. doğru, sınıflandırılmıştır. Eğer,, kömür damarının altındaki ve üstündeki istiflenme ve fasiyes birliklerinin dokümantasyonu yapılır» sonra jeolojik, jeokimyasal ve istatistik! veriler birleştirilirse kömür damarlarının tanımlanması daha çabuk yapılabilecektir.

## SONUÇLAR

Sedimentolojik araştırmalar, kömür ve onunla birlikte bulunan çökel kayaçların orijin, dağılım ve oluşumu esaslarının kavranmasını sağlar. Sedimentolojik. ve jeokimyasal verilerin, birleştirilmesi, kömürlerin kategorilendirilmesi ve bileşiminin daha iyi anlaşılmasına yardımcı olur,. Örneğin, kömür bataklığına eşzamanlı fluvyal kanallar çökel taşıma,» böylece kömür içersine giren klastik taneler onun kimyasını değiştirmiştir. Witbank bölgesindeki arkozik kumtaşı, kuzeydoğusundaki nehirlerin, kaynak sahalarının aslında granitik bölgeler olduğunun delilidir. Nitekim damarların mineralojisi, kaynak bölgenin mineralleri ve element bileşimleri, granitik. karanın benzer özelliklerini kuvvetli bir şekilde yansıtmaktadır.,

Spesifik iz elementler kömürlerin hem. organik hem inorganik bileşenlerinde birlikte bulunmuşlardır. Bazı elementlerin denizel çökelleme birlikte bulunma eğilimi, bölgeler için yapılan paleo ortamsal yorumları destekleyici veriler sağlar. Denizel transgresyonların stratigrafik durundan, tipik olarak denizel çökeller içinde yüksek konsantrasyonlar gösteren iz elementler ve sedimentolojik verilerden yorumlanmıştır.,