

# Zonguldak Kömürlerinin Petrolojik Özellikleri

## Penological Characteristics of Zonguldak Coals

Ali İhsan KARA YİĞİT \*

### ÖZET

Bu çalışma kapsamında, Zonguldak Havzasında yapılan sondajlardan (K-20E, F-3 ve 4, B-8 ve 16, S-18-22, G-25-27) alınan 71 adet kömür örneği üzerinde kimyasal (nem, kül, uçucu madde ve toplam kükürt) ve petrolojik (vitrinit yansımalarının ölçümü, maseral ve mikrolitotip) analizler yapılmış ve elde edilen sonuçlar değerlendirilmiştir.

### ABSTRACT

This study comprises the detail investigation of the chemical (moisture, ash, volatile matter, total sulfur) and petralogical (vitrinite reflectance, macérai and microlithotype) characteristics of the coal samples taken from the boreholes (K-20E, F-3 ve 4, B-8 ve 16, G-18-22, Q-25-27) in Zonguldak Basin.

(\*) Dr., Jeoloji Yük. Müh., H.ü. Jeoloji Müh. Bölümü, Beytepe/Ankara

## 1. BİRİS

Bu çalışma, Kuzevbatı Anadolu Taşkömürlerinin petrolojik özellikleriyle ilgili olarak yürütölmekte olan çalışmaların birinci bölümünü oluşturmakta olup, Zonguldak Havzasında yapılmış olan 13 adet sondajdan derlenen toplam 71 adet kömür örneği üzerinde gerçekleştirilen kimyasal (nem, kül, uçucu madde ve toplam kükürt) ve petrolojik (vitrit yansımalarının ölçümü, maseral ve mikrolitotip) analizlerin sonuçlarını kapsamaktadır.

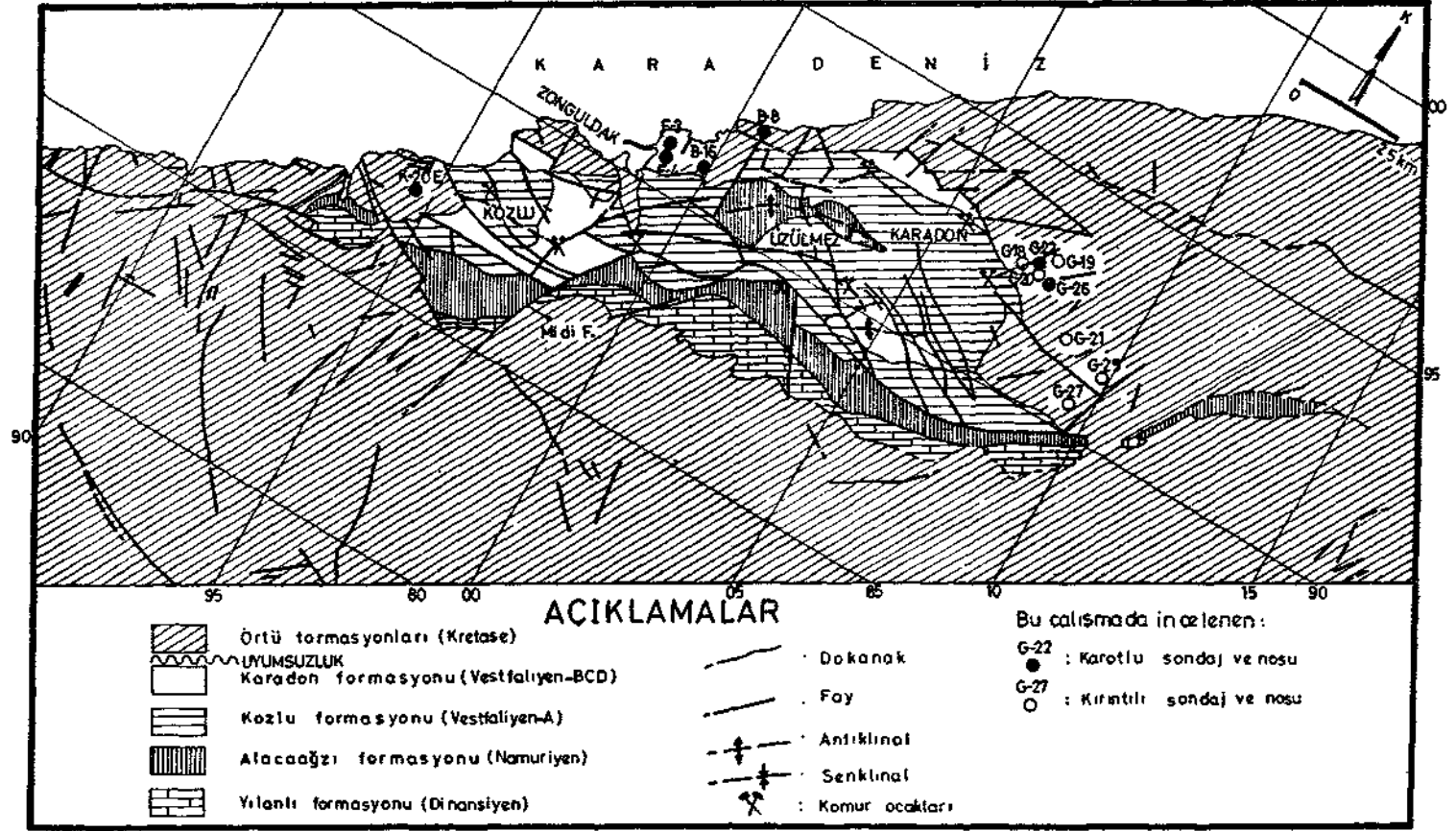
Kuzevbatı Anadolu Taşkömürü Havzası, üst Karbonifer yaşlı birimler içersinde yer almakta ve bu birimler Eređli'den Azdavay'a kadar uzanan sahada Armutçuk, Zonguldak, Amasra, Kurucaşile ve Azdavay çevresinde yüzeylenmektedir. Berek rezervlerinin büyüklüğü ve gerekse koklaşabilir özellik göstermeleri nedeniyle Zonguldak çevresindeki kömürler, diğerlerinden çok daha büyük öneme sahiptir. Zonguldak Havzasının basitleştirilmiş jeoloji haritası ve bu çalışma kapsamında incelenen sondajların konumları, Şekil 1'de verilmiştir. Bu şekilde göröldüğü gibi, Zonguldak Havzasında Dinansiyen yaşlı Yılanlı, Namuriyen yaşlı Alacaagzı, Vestfaliyen-A yaşlı Kozlu, Vestfaliyen-BCD yaşlı Karadon ve Kretase yaşlı örtü formasyonları yüzeylenmektedir. işletilen kömür damarları genellikle Kozlu formasyonu içinde yer almaktadır.

Kuzevbatı Anadolu Taşkömürü Havzasında 1850 yılından günümüze kadar Türk ve yabancı jeologlar tarafından pek çok jeoloji amaçlı çalışmalar yapılmakla birlikte, kömürlerin yapısal, jenez ve sınıflandırılmasıyla ilgili çalışmalar oldukça sınırlıdır. Yapılan çalışmalardan bazıları ise Okay (1939 ve 1944), örsan (1977), Artüz (1971 ve 1974), Toprak (1984), Erdem (1985), Köksoy v.d. (1989) ve Karayigit (1989) tarafından yapılmıştır (1-9).

## 2. İNCELEME RCNTEFLERT

Zonguldak Havzasında yapılan sondajların örneklenmesi, 1984-1987 yılları arasında gerçekleştirilmiştir. Saha çalışmaları sırasında sondajların karotları/kırıntıları yerinde incelenmiş ve bunlardan oluk şeklinde kömür örnekleri alınmış ve alınan örneklerin sondajlara göre dağılışı Çizelge 1'de sunulmuştur, örneklere uygulanan yöntemler, genel anlamda Şekil 2'de verilen iş akım şemasında gösterilmiştir. Bu sekide de göröldüğü gibi, alınan örneklerin tümü yoQunluQu 1.5 g/ml olan karbontetraklorür+toluen karışımında yüzen ve batan fraksiyonlarına ayırılmıştır. Batan fraksiyonlarda çoğunlukla analiz için gerekli miktarda örnek elde edilemediği için örneklerin batan fraksiyonlarının analizleri yapılamamış ve sadece yüzen fraksiyonları analizlerde kullanılmıştır.

örnek hazırlama laboratuvarında -150u'luk elekten geçecek şekilde ikinci kez öğütölen örneklerin nem, kül ve uçucu madde analizleri (10-12)'de verilen standart yöntemlerden yararlanılarak yapılmıştır. Toplam kükürt analizleri ise ISDEMİR'de uygulanan yüksek sıcaklıkta yakma yöntemine göre belirlenmiştir.



Şekil 1; Zonguldak Havzasının basitleştirilmiş jeoloji haritası ve incelenen sondajların konumları (jeoloji haritası T.T.K. Genel Müdürlüğü arşivlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır )

Çizelge 1: Alınan örneklerin sondajlara göre dağılışı

Sondaj No	Örnek No	Derinlik (·)	Sondaj No	örnek No	Derinlik (·)			
Kozlu-20E	2 +	490.95	494.15	Gelik-18	2 †	Ø	680.00	682.70
	7 +	546.95	547.15		3 †	Ø	937.45	937.95
	8 †	567.40	568.00		4 †	Ø	984.45	988.70
	18 †	750.00	751.90		5 †	Ø	1066.00	1067.00
Fener-3	2 †	474.40	474.60		6 †	Ø	1067.00	1068.00
	6 †	536.50	538.30		Gelik-19	2 †	Ø	872.00
	7 †	553.00	553.35	3 †		Ø	1027.00	1028.25
	9 †	571.50	571.60	Gelik-20	1 †	Ø	749.80	750.80
	11 †	608.20	609.20		2 †	Ø	871.30	871.65
	14 †	657.75	659.75		4 †	Ø	1141.90	1142.30
	15 †	660.30	660.80	Gelik-21	2 †	Ø	626.11	628.35
	17 †	677.00	677.50		1 †	Ø	683.65	687.30
	21 †	753.95	755.40	Gelik-22	1 †		397.55	398.30
	23 †	774.55	774.65		2 †	Ø o Ø	466.85	467.15
Fener-4	18 †	525.21	526.21		3 †		588.30	588.75
	21 †	528.85	529.20		4 †	Ø o Ø	615.05	615.85
	23 †	538.05	538.16		5 †	Ø o Ø	622.70	630.70
	26 †	566.50	566.60		6 †	Ø o Ø	651.95	653.00
	30 †	603.91	605.41		7 †		750.25	751.00
	32 †	626.41	627.31		8 †		763.25	764.30
	40 †	676.36	677.11	9 †		764.80	765.40	
	Bağlık-Ø	16 †	689.50	690.10	10 †		914.85	915.00
18 †		697.40	697.75	11 †		917.50	918.05	
20 †		741.50	742.30	12 †		1004.45	1004.75	
22 †		761.00	761.10	Gelik-25	1 †	Ø	801.00	804.35
25 †		804.70	804.80		2 †	Ø	1005.80	1007.10
26 †		806.20	806.70	Gelik-26	3 †		510.15	510.35
27 †		808.70	809.00		8 †	Ø o Ø	527.00	533.95
29 †		822.95	824.05		15 †		598.50	598.60
33 †		858.00	858.15		49 †		1055.80	1056.40
34 †		861.50	861.85		Gelik-27	1 †	Ø	634.50
37 †		913.50	913.85	2 †		Ø	701.45	703.40
40 †		945.50	945.60	3 †		Ø	745.00	747.60
43 †		964.00	964.15	4 †		Ø	1012.85	1015.65
5 †			5 †	Ø		1037.60	1040.00	
Bağlık-16	10 †	529.40	530.60					
	15 †	621.25	623.15					

+ : vestfaliyen-BC yaşlı kömür örnekleri  
\* : Vestfaliyen-A yaşlı kömür örnekleri  
# : Tabii kok ve tabii koklaşmadan etkilenmiş örnekler  
o ; Maseral analizi yapılamamış örnekler  
B : Mikrolitotip analizi yapılamamış örnekler

SONDAJ KAROTLARI / KIRINTILARI

ÖRNEK ALIMI

ÖRNEK HAZIRLAMA  
(UFALAMA+ÖĞÜTME)

- 1mm (ELEME)

YÜZEN - BATAN  
FRAKSİYONLARIN AYIRIMI  
( $d = 1.5 \text{ g/ml}$ )

TAN FRAKSİYON

YÜZEN FRAKSİYON

ÖĞÜTME

-150  $\mu$  (ELEME)

KİMYASAL ANALİZLER

NEM ANALİZİ
KÜL ANALİZİ
UÇUCU MADDE ANALİZİ
TOPLAM KÜKURT ANALİZİ

PARLATMA BRİKETLERİNİN  
YAPIMI

PETROLOJİK ANALİZLER

VITRİNİT YANSIMALARININ ÖLÇÜMÜ
MASERAL ANALİZİ
MIKROLİTOTİP ANALİZİ

Şekil 2. iş akım şeması

Örnek hazırlama laboratuvarında 1 mm'lik elekten geçirilmiş» bölücü yardımıyla azaltılmış ve havada kurutulmuş kömür örnekleri, etüvde 50 °C 'da yaklaşık 3 saat süreyle yeniden kurutulmuştur. Kurutulmuş örnekler» içinde boyutları 25x25 mm' lik bir kare alanı oluşturacak özel silindirik kalıplara polysterle birlikte dökülmüş ve parlatma briketleri elde edilmiştir. Parlatma briketleri üzerinde yapılan petrolojik analizler, (12-17)'de verilen yöntemlerden yararlanılarak gerçekleştirilmiştir. Bu sırada Leitz-Wetzlar MPV-II tip orthoplan mikroskop, yağ immersiyonu (n<sup>1</sup>.Slö)» 45\* konumlu polarizatör, 32\* objektif, içersinde 20 grit kare köşegen noktası olan oküler, mavi ışık ve san filtre, nokta sayıcıdan yararlanılmıştır. Maseral ve mineral madde ile mikrolitotip analizleri, parlatma briketleri üzerinde 500 noktada yapılmıştır.

Uygulanan yöntemlerle ilgili bazı bilgiler, anlatımda kolaylık sağlamak amacıyla asaQida analiz sonuçlarıyla birlikte verilmiştir.

### 3. KİMYASAL ANALİZ SONUÇLARI VE YORUMU

Kömürlerin kimyasal analizleri; kömürlerin kalitesini, kömürleşme derecesini, yanıcı ve yanıcı olmayan miktarlarını, satın alma ve satma ile diQer amaçlar için yapılmaktadır. Bu çalışma kapsamında ise kimyasal analizler, kömürlerin petrolojik özellikleriyle karşılaştırabilmek amacıyla yapılmıştır. Analiz sonuçları Çizelge 2'de değişik kömür bazlarına göre özetlenmiştir. Bu çizelgede görüldüğü gibi, havada kurutulmuş kömür bazında nem içeriği 7 0.2-1.2, kül içeriği 7 0.8-21.0 ve toplam kükürt içeriği 7 0.24-1.70 arasında değişmektedir. Ortalama nem içeriği 7 0.6, kül içeriği 7 7.5 ve toplam kükürt içeriği 7 0.56'dır. Belirlenen bu değerler, yıkanmış Zonguldak kömürlerinin analiz sonuçlarına büyük benzerlik göstermektedir. Tabii kok ve koklaşmadan etkilenmiş örneklerde (9) kuru-külsüz bazda 7 7.0 veya kuru, mineral-maddesiz bazda 7 6.4 gibi çok düşük uçucu madde değerleri elde edilmiştir. Kuru, mineral-maddesiz bazdaki uçucu madde içeriğinin minimum ve maksimum delerlerine göre, Zonguldak Havzasında kömürleşme derecesi, A.S.T.M. standardına (12) göre, **yüksek ucuculu bitümlü kömür-antrasit** arasında değişmektedir. Antrasit aşamasındaki kömürleşme derecesi, tabii kok örneklerinde görülmektedir. Kuru, mineral maddesiz bazdaki uçucu madde içeriğinin derinlikle değişimi hakkındaki özet bilgiler, vitrinit yansıması ölçümü sonuçlarıyla birlikte asaQida incelenmiştir.

### 4. FCTROLOJİK ANALİZ SONUÇLARI

#### 4.1. Vitrinit yansıması ölçümü sonuçları ve yorumu

Turbanın, linyit» altbitümlü ve bitümlü kömür aşamalarından geçerek semi-antrasit ve antrasite dönüşmesine "kömürleşme" denilmektedir. Kömürleşme derecesi (rank) ise kömürün kömürleşme dizinindeki pozisyonunu göstermektedir. Bu pozisyonun belirlenmesinde vitrinit yansımaları en çok kullanılan parametrelerden biridir. Vitrinit yansıma değeri ise, parlatılmış bir yüzey üzerine düşürülen normal ışığın yansımasının yüzde olarak ifade edilmesiyle belirlenmektedir.

**Çizelge 2:** kimyasal analiz sonuçlarının değişik kömür bazlarındaki dağılışı (örnek sayısı=71).

		MINIMUM DEĞER	MAKSİMUM DEĞER	ARİTMETİK ORTALAMA
Nem, %	0	0.2	1.2	0.6
Kul, %	0	0.8	21.0	7.5
Uçucu madde, %	0	6.6	36.3	27.4
Bağlı karbon, %	0	3.0	88.1	64.5
Toplam kül, %	0	0.24	1.70	0.56
Kul, %	00	0.8	21.1	7.6
Uçucu madde, %	00	6.6	36.5	27.5
Bağlı karbon, %	00	55.6	88.6	64.9
Uçucu madde, %	000	7.0	38.4	29.8
Bağlı karbon, %	000	33.3	93.0	70.2
Uçucu madde, %	0000	6.4	38.0	29.2
Bağlı karbon, %	0000	0	93.6	70.8

0 : Havada kurutulmuş kömürde  
00 : Kuru kömürde  
000 : Kuru-külsüz kömürde  
0000 : Kuru, mineral-maddesiz kömürde

Çalışma kapsamında anlam karışıklığı yaratmamak için A.S.T.M. standardını esas alan Avrupa Ekonomik Topluluğu (E.C.E.) kömür sınıflaması kullanılmış (Çizelge 3) ve bu sınıflamaya göre incelenen kömürlerin kömürleşme dereceleri bulunmuştur.

**Çizelge 3:** A.S.T.M. standardına göre Avrupa Ekonomik Topluluğu (E.C.E.) kömür sınıflaması (18)

<u>Maksimum uçucu madde</u> <u>Yansıması (%)</u>	<u>Kömürleşme derecesi</u>
0.3-0.4	Linyit
0.4-0.6	Altbitümlü kömür
0.6-0.7	Yüksek uçuculu-C bitümlü kömür
0.7-0.8	Yüksek uçuculu-B bitümlü kömür
0.8-1.1	Yüksek uçuculu-A bitümlü kömür
1.1-1.4	Orta uçuculu-B bitümlü kömür
1.4-1.7	Orta uçuculu-A bitümlü kömür
1.7-2.2	Düşük uçuculu bitümlü kömür
2.2-2.8	Semî-antrasit
>2.8	Antrasit

Kömürleşme derecesinin belirlenmesi amacıyla vitrinit yansımaları, vitrinit-A (telokollinit) maserali üzerinde ölçülmektedir (14, 19). Bu çalışma kapsamında her bir parlatma briketinde genellikle vitrinit-A maserali üzerinde 50 farklı noktada random ( $R_r$ ), maksimum ( $R_{mak}$ ) ve görünen minimum ( $R'_{min}$ ) vitrinit yansıma değerleri ölçülmüştür. Daha sonra bunlardan aritmetik ortalama, ortalamanın standart hatası ( $S_x$ ) ve standart sapması ( $s_d$ ) hesaplanmıştır. Ortalama vitrinit yansıma değerleri;  $\%R_r$ ,  $X_{Rmak}$  ve  $Y_{JR}$ 'min simgeleriyle gösterilmiştir.

Vitrinit yansımalarıyla ilgili olcum sonuçları, Çizelge 4 ve 5'de özetlenmiştir. Çizelge 4'de görüldüğü gibi, incelenen örneklerde  $X_{Rmak}$ , 0.81-1.42 arasında değişmektedir. Buna göre kömürlerin kömürleşme derecesi, **yüksek ucuculu-A bitümlü kömür-orta ucuculu-A bitümlü kömür** (Çizelge 5)  $X_{Rmak}$  ise, 1.44-5.21 arasında değişmektedir. Buna göre kömürlerin kömürleşme derecesi, orta ucuculu-A bitümlü kömür-aftjtrasit aşamasındadır. Belirlenen bu kömürleşme dereceleri, uçucu maddeden saptanan (yüksek ucuculu bitümlü kömür-antrasit) kömürleşme derecesiyle uyumluluk göstermektedir.

Karotlu K-20E, F-3 ve 4, B-8 ve 16 nolu sondajlarda kuru, mineral-maddesiz bazda uçucu madde içeriğinin genellikle 7.31'den büyük olduğu ve artan derinlikle düzenli bir değişim göstermediği bulunmuştur. Buna karşın,  $7.R_{mak}$ 'ın 0.80-1.10 arasında değiştiği ve artan derinlikle artış gösterdiği saptanmıştır.

Çizelge 4: Vitrinit yansıma sonuçlarının dağılışı (örnek sayısı=67).

	MINIMUM DEĞER	MAKSİMUM DEĞER	ARİTMETİK ORTALAMA
7. $R_r$	0.76	1.32	1.03
$S_x$	0.001	0.008	0.005
$s_d$	0.01	0.06	0.03
7. $R_{mak}$	0.81	1.42	1.08
$S_x$	0.001	0.008	0.003
$s_d$	0.01	0.06	0.02
7. $R'_{min}$	0.71	1.22	0.96
$S_x$	0.001	0.01	0.005
$s_d$	0.01	0.08	0.03

$7JR_r$  : Ortalama random vitrinit yansıması, yüzde  
 $7.R_{mak}$  : Ortalama maksimum vitrinit yansıması, yüzde  
 $7.R'_{min}$ : Ortalama görünen minimum vitrinit yansıması, yüzde  
 $S_x$  s Standart hata  
 $s_d$  : Standart sapma



**Çizelge 5:** Tabii kok ve tabii koklaşmadan etkilenmiş örneklerde ölçülen vitrinit yansıma sonuçlarının dağılışı (9).

		ÖRSEK NO					
		6-22/2*	6-22/4	B-22/5	6-22/6a	G-22/6b	G-26/8
<b>% Rr</b>		<b>4.05</b>	<b>3.10</b>	<b>3.96</b>	<b>2.06</b>	<b>1.33</b>	<b>4.69</b>
<b>Sx</b>		<b>0.07</b>	<b>0.03</b>	<b>0.0B</b>	<b>0.02</b>	<b>0.01</b>	<b>0.03</b>
<b>sd</b>		<b>0.50</b>	<b>0.20</b>	<b>0.60</b>	<b>0.12</b>	<b>0.09</b>	<b>0.07</b>
<b>% R mak</b>		<b>4.62</b>	<b>3.24</b>	<b>4.52</b>	<b>2.38</b>	<b>1.44</b>	<b>5.21</b>
<b>Sx</b>		<b>0.04</b>	<b>0.03</b>	<b>0.04</b>	<b>0.04</b>	<b>0.01</b>	<b>0.06</b>
<b>sd</b>		<b>0.30</b>	<b>0.20</b>	<b>0.30</b>	<b>0.20</b>	<b>0.10</b>	<b>0.15</b>
<b>7. R'min</b>		<b>3.61</b>	<b>2.88</b>	<b>3.66</b>	<b>1.64</b>	<b>1.25</b>	<b>4.25</b>
<b>Sx</b>		<b>0.06</b>	<b>0.03</b>	<b>0.07</b>	<b>0.03</b>	<b>0.OOB</b>	<b>0.20</b>
<b>sd</b>		<b>0.42</b>	<b>0.20</b>	<b>0.47</b>	<b>0.17</b>	<b>0.06</b>	<b>0.52</b>

\*: 6-22 Sondaj No; 2: Örnek No

Kırıntılı 6-18, 19, 20, 21, 25 ve 27 nolu sondajlarda kuru, mineral^maddesiz bazda uçucu madde içeriği X31-22 arasında olup, derinlikle değişimi sondajlardaki örnek sayılarının az olması nedeniyle belirle-nememektedir. Buna karşın maksimum vitrinit yansıması 1.06-1.42 arasın-da olup, S-18 ve 27 nolu sondajlarda artan derinlikle zayıf artış gös-termektedir.

Tabii koklaşmanın gorulduğu 6-22 ve 26 nolu sondajlarda uçucu madde ve XRmak değerleri büyük değişiklikler göstermektedir. Bunlar aşağıda özetlenmiştir:

-6-22 nolu sondajda tabii koklaşmadan etkilenmemiş (normal) kömürlerin kuru, mineral-maddesiz bazda uçucu madde içeriği '%.31.2-23.2 arasında olup, artan derinlikle çok zayıf azalma göstermektedir. Tabu kok örneklerinin uçucu madde içeriği ise 7. 6.4-15.6 arasındadır. Bu sondajda tabii koklaşmadan etkilenmemiş kömürlerde 7.Rmak, 1.07-1.31 arasında olup, artan derinlikle artış göstermektedir.

-G-26 nolu sondajda tabii koklaşmadan etkilenmemiş örneklerin uçucu madde içeriği 7.30.9-23.6 arasında olup, artan derinlikle çok zayıf azalma göstermektedir. Tabii kok örneğinin uçucu madde içeriği ise X25.4 olarak bulunmuştur (bu örnekte hem tabii kok hem de çok az oksitlenmiş vitrinit bulunduğundan uçucu madde içeriği yüksek olarak saptanmıştır). Tabii koklaşmadan etkilenmemiş örneklerde **VJRmak** 1.12-1.30 arasında olup, artan derinliğe bağlı olarak artmaktadır.

incelenen sondajlardaki maksimum vitrinit yansımaları, uçucu madde sonuçları göz önüne alınarak değerlendirilecek olursa; K-20E, F-3 ve 4, B-B ve 16 nolu sondajlarda kömürlerin kömürleşme dereceleri genellikle **yüksek uçuculu-A bitümlü kömür**; 6-18, 19, 20, 21, 22, 25, 26 ve 27 nolu sondajlarda normal kömürlerin kömürleşme derecesi genellikle **orta ucu-çulu-B bitümlü kömür** aşamasındadır. Buna göre, Zonguldak havzası içersinde Karadon Bölgesindeki normal kömürlerin kömürleşme derecesinin, bu

bölgedeki magmatik sokulumlar nedeniyle artırıldığı ortaya çıkmaktadır. Bu nedenden dolayı, Zonguldak havzasındaki koklaşma özelliğinin Kozlu Bölgesinden Karadon Bölgesine doğru arttığı düşünülmektedir.

Örnek sayısı az olmakla birlikte, maksimum vitrinit yansımalarının derinlikle artışının regresyon analizinden elde edilen yansıma gradyanı (100 metredeki maksimum vitrinit yansımadaki artış; 20); K-20E, F-3 ve 4, B-8, B-18, 6-22 ve 8-27 nolu sondajlarda ortalama 0.057.Rmak/100m olarak hesaplanmıştır. Bu durumda Nakoman (1971)'de belirtilen "havzada, kömür ihtiva eden tabakalar yaşlandıkça uçucu madde oranı buna paralel olarak artmaktadır. Buna göre, Hilt kanununu Kuzeybatı Anadolu Karbonifer Havzalarına tatbik etmek imkansızdır" şeklindeki iddia, geçerliliğini kaybetmektedir.

#### 4.2. Maseral analizi sonuçları ve yorumu

Bilindiği gibi kömür, homojen bir madde olmayıp, değişik bileşenlerden oluşmaktadır. Kayaçlar (inorganik) nasıl minerallerden oluşmuşsa kömürde (organik), maserallerden meydana gelmiştir. "Maseral" kelimesi, latince de "yumuşatma" anlamını taşımaktadır (19). Çizelge 6 'da bitümlü kömürlerin/taşkömürünün maseral grupları, maseralleri altmaseralleri ve maseral türleri verilmiştir (14, 19).

**Çizelge 6:** Bitümlü kömürlerin maseral grupları, maseralleri, altmaseralleri ve maseral türleri (14,19)

Grup	Maseral	Altmaseral	Maseral Türü
	Telinit		
Vitrinit	Kollinit	Telokollinit/Vitrinit-A Desmokollinit/Vitrinit-B Jelokollinit Korpokollinit (Psöydovitrinit/Vitrinit-C) Vitrodetrinit	
Liptinit/ Eksinit	Sporinit Kütinit Resinit Alginit Fluorinit Eksudatinit Liptodetrinit		Megasporinit Krasisporinit Tenyosporinit Mikrosporinit
Inertinit	Fusinit Semifusinit Makrinit tiikrinit Sklerotinit înertodetrinit	Pirofusinit Degradofusinit	

İncelenen kömürlerin maseral ve mineral madde bileşenlerinin yüzde değerleri, Çizelge 7'de özetlenmiştir.

**Çizelge 7:** Maseral ve mineral bileşenlerinin dağılışı (örnek sayısı=66).

	(33ZLENEN ÖRNEK SAYISI	MINİMUM DEĞER (%)	MAKSİMUM DEĞER (%)	ARİTMETİK ORTALAMA (%)
Telinit	11	1	3	0
Vitrinit-A	66	3	98	56
Vitrinit-B	55	1	37	8
Vitrodetrinit	21	1	95	6
<b>VİTRİNİT</b>				70
Megasporinit	31	1	4	1
Tenyosporinit	52	1	19	5
Krasipörinit	12	1	1	0
Kütinit	24	1	2	1
Resinit	27	1	3	1
lipdodetrinit	2	1	2	0
<b>LİPTİNİT</b>				8
Füsinit	64	1	31	7
Semifüsinit	50	1	9	2
Makrinit	35	1	13	1
Mikrinit	15	1	4	0
Sklerotinit	2	1	1	0
Inertodetrinit	62	1	25	7
<b>İNERTİNİT</b>				17
Pirit	4	1	1	0
Kil Mineralleri	63	1	21	5
<b>MİNERAL MADDE</b>				5

Ortalama değerlere göre en önemli maseralleri; vitrinit grubunda vitrinit-A, B ve vitrodetrinit; liptinit grubunda tenyosporinit; inertinit grubunda füsinit, semifüsinit ve inertodetrinit; mineral madde de kil mineralleri oluşturmaktadır.

Telinitin hücre içleri genellikle kil mineralleri ve az oranda resinitle doldurulmuş olarak görülmektedir. Bri renkli vitrinit-A'da, yani kömürleşme derecesi düşük örneklerde "patchy texture" özelliği olarak tanımlanan (21) zayıf renk değişimi görülmektedir. Renk açıldıkça, renk değişimi kaybolmakta ve vitrinit-A homojen bir görünüm kazanmaktadır. Bazı örneklerde büzülme çatlakları ve deQisik yönlerçe gelişmiş kırılma çatlakları/tektonik çatlaklar görülmektedir. Vitrinit-B; klarit, düroklarit, klarodurit gibi mikrolitotiplerin bağlayıcı maddesi olarak görülmektedir, incelenen örneklerde renkleri vitrinit-A'dan daha koyudur, Korpokollinit ve psöyduvitrinit, örneklerde hacimce yüzde oluşturamamaktadır. Vitrodetrinit, tabii koklaşmanın goruldugu sondajlardan alınan bazı örneklerin en önemli maseralidir. Vitrodetrinit, kırılmış vitrinit parçaları şeklinde görülmektedir.

Sporinit, incelenen kömürlerin en önemli liptinit grubu maseralıdır. Paleozoyik yaşlı kömürler için karakteristik olan megasporinit, incelenen tüm kömür örneklerinde görülmektedir. İncelenen bazı örneklerde boyları 0.7 mm'ye ulaşmakta ve renkleri kömürleşme derecesine bağlı olarak siyah-gri arasında değişmektedir. İç yapısında üç değişik özellik (masif, hücreli ve zonlu) görülmüştür. Tenyosporinit ve Krasporinit, megasporinite göre çok küçük boyutlara sahiptir. Sporinit içindeki boşluğun etrafındaki duvar/kabuk inceyse tenyosporinit, diğere göre daha kalınsa krasporinit şeklinde isimlendirilerek analizi yapılmıştır. Kutinit, tek taraflı dişli veya dişsiz yapılarıyla kolayca ayrılabilir. Resinit, genellikle telinitin hücre boşluklarında ve bazen ayrı taneler şeklinde görülür. Paleozoyik yaşlı resinitler için karakteristik olan zonlu resinitler, incelenen kömür örneklerinde de görülmektedir. Megasporinit, kutinit ve resinitten oluşmuş eksudatinit maseraline rastlanmakla birlikte, eksudatinit ve fluorinit incelenen örneklerde hacimce yüzde oluşturamamaktadır. Alginite, rastlanılmamıştır. Liptodetrinite ise örneklerde az oranda rastlanmaktadır.

Inertinit, incelenen örneklerde vitrinitten sonra en yaygın oranda gözlenen maseral grubudur. Füsinit, en fazla karşılaşılan inertinit grubunun üyesidir. Rengi, sarımsı beyaz-beyazdır. Hücre içleri genellikle boştur. Semifüsinit, makrinit, mikrinit, sklerotinit ve inertodetrinite incelenen kömür örneklerinde rastlanmaktadır. Mikrinit, vitrinit içinde saçılmış durumda, vitrinitin hücre boşluklarında ve mikrinit tanelerinin kümelenmesinden oluşmuş bandlar halinde görülmektedir.

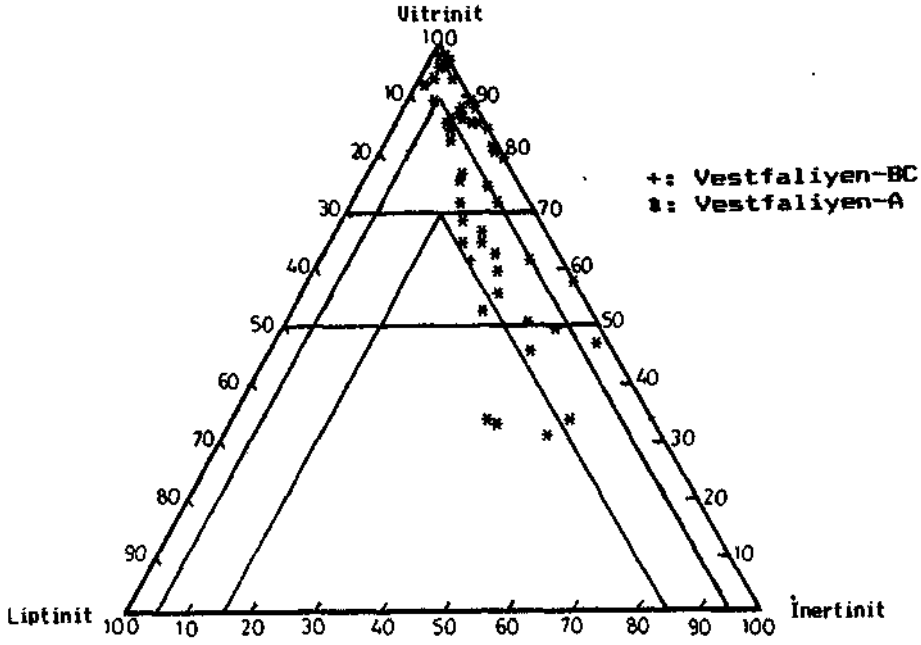
incelenen örneklerde birincil (kömürle çağdaş/sinjenetik) oluşmuş kil mineralleri ve pirit görülmektedir. Kömürlerin kırık ve çatlaklarında ikincil oluşmuş karbonat minerallerine de rastlanmaktadır. Bu ikincil oluşumların maseral ve mineral madde analizi sırasında sayım\*lan, sınıflamalarda kullanılmadığı için, yapılmamıştır.

Mineral-maddesiz bazda vitrinit, liptinit ve inertinitin hacimce yüzdeleri, analiz sonuçlarından hesaplanmış ve hesaplanan değerler üçgen diyagram üzerinde gösterilmiştir (Sekil 3). Anlatımda kolaylık sağlamak amacıyla üçgen diyagram, aşağıda belirtilen kriterler (22) esas alınarak bölümlenmiştir. Esas alınan kriterler ise;

	Düşük	Orta	Yüksek
Vitrinit	< 7. 50	7. 50-70	> 7. 70
Liptinit	< 7. 5	7. 5-15	> 7. 15
İnertinit	< 7. 5	7. 5-15	> 7. 15

şeklindedir.

Sekil 3'de verilen diyagrama göre, maseral grupları geniş bir alana dağılmaktadırlar, örneklerin çoğunda vitrinit içeriği orta-yüksek, liptinit düşük-orta ve inertinit orta-yüksektir. Belirlenen bu oranlar, üzülmüş-(Zonguldak) Bölgesinde işletilen kömürlerin maseral bileşimlerine büyük benzerlik göstermektedir (9). Diğer taraftan, Vestfaliyen-BC yaşlı iki, örneğe ait noktalar, Vestfaliyen-A yaşlı örneklerle ait noktalarla uyumluluk göstermektedir.



Sekil 3: Maserall gruplarının üçgen diyagramdaki konumları

#### 4.3. Mikrolitotip analizi sonuçları ve yorumu

Kömürü oluşturan maserall grupları veya maseraller, mikroskopta gözlenebilecek büyüklükte bandlar oluşturmaktadır. Bu mikroskopik ölçekteki bandlara mikrolitotip ismi verilmektedir. Ancak, bunların mikrolitotip olarak isimlendirilmesi için band genişliğinin 50 mikrondan daha fazla olması gerekmektedir (14, 19). Çizelge 8'de bitümlü kömürlerin/taşkömürünün mikrolitotipleri, maserall grup ve *mineral* maddeleri, (14)'den yeniden düzenlenerek sunulmuştur.

İncelenen örneklerin mikrolitotip analiz sonuçları, Çizelge 9'da özetlenmiştir. Bu çizelgede verilen ortalama değerlere göre incelenen kömürlerin en önemli mikrolitotipi vitrittir. Diğer önemli mikrolitotipleri; sırasıyla inertit, klarit, vitrinertit, düroklarit, klarodurit ve karbarjillit oluşturmaktadır'.

Çizelge 8: Bitümlü kömürlerin mikrolitotipleri, maseral grupları ve mineral maddeleri (14'den)

Mikrolitotip	Maseral Grupları ve Mineraller
Vitrit	Vitrinit > 95 %.
Liptit	Liptinit > 95 %.
Inertit	Inertinit > 95 %.
Klarit	Vitrinit + Liptinit > 95 %.
Dürit	Liptinit + Inertinit > 95 %.
Vitrinertit	Vitrinit + Inertinit > 95 %.
Trimaserits	Vitrinit, Liptinit, Inertinit > 5 %.
Duraklarit	Vitrinit > Inertinit, Liptinit
Klarodurit	Inertinit > Vitrinit, Liptinit
Vitrinertoliptit	Liptinit > Vitrinit, Inertinit
Karbominerit:	
Karbarjillit	Kömür + Kil min. (< 20-60 vol %)
Karbankerit	Kömür + Karbonat min. (< 20-60 vol %)
Karbosilisit	Kömür + Kuvars (< 20-60 vol %)
Karbopirit	Kömür + Pirit (< 5-20 vol %)
Karbopoliminerit	Kömür + Mineraller (< 20-60 vol %)
Minerit:	
Kil mineralleri	Kömür + Kil min. (> 60 vol %)
Pirit	Kömür + Pirit (> 20 vol %)
Karbonat min.	Kömür + Karbonat min. (> 60 vol %)
Kuvars	Kömür + Kuvars (> 60 vol %)
Mineral madde	Kömür + Tüm mineraller (> 60 vol %)

\* s Organik kısmı oluşturan maseraller

\*\* : Alt sınır, pirit içeriğine bağlı olarak 7. 5 alınabilir.

Çizelge 9: Mikrolitotip bileşenlerinin dağılışı (örnek sayısı=47)

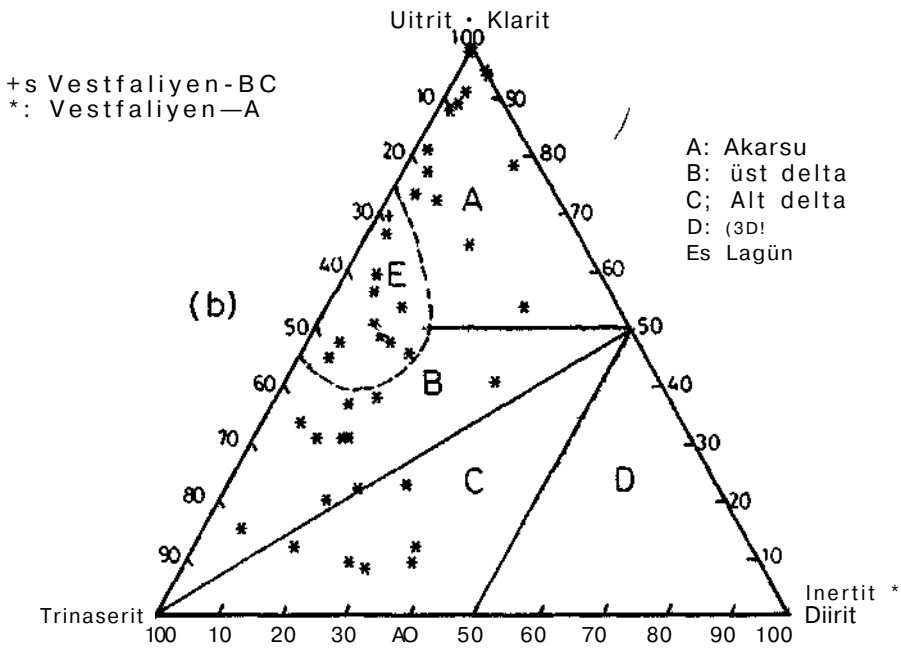
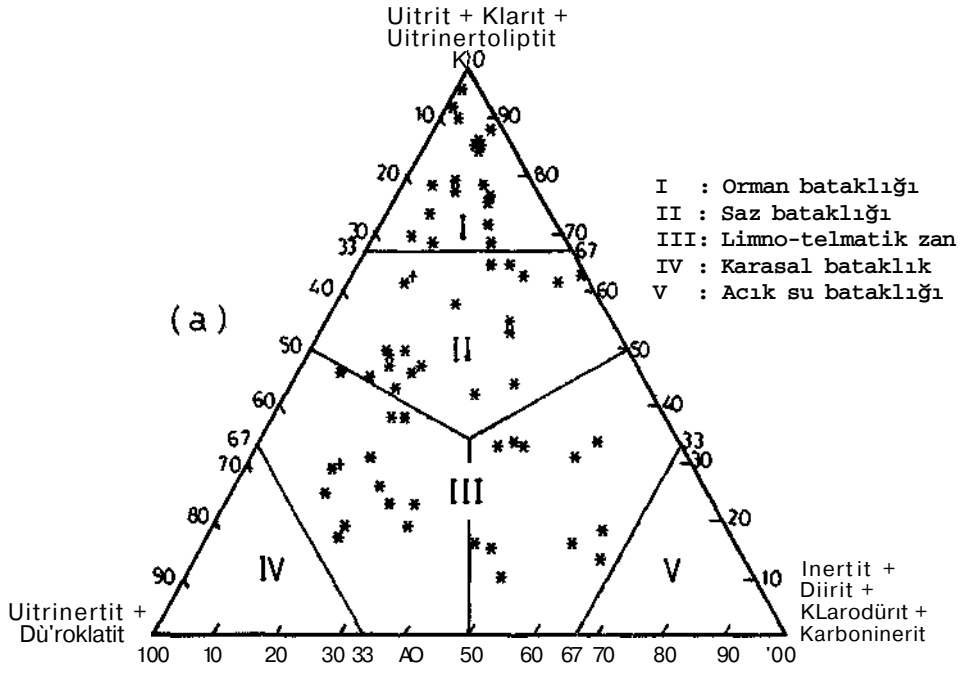
	GÖZLENEN ÖRNEK SAYISI	MİNİMUM DEĞER (%)	MAKSİMUM DEĞER (%)	ARİTMETİK ORTALAMA (%)
Vitrit	47	4	95	35
Liptit	1	1	1	0
İnertit	43	2	22	6
Klarit	41	1	42	10
Sporinitçe zengin dürit	20	1	17	3
Sporinitçe fakir dürit	13	1	7	1
Vitrinertit	46	1	53	10
Düroklarit	42	1	56	22
Klarodurit	34	1	30	6
Vitrinertoliptit	20	1	10	1
Karbopirit	5	1	2	0
Karbarjillit	45	1	32	6
Kil mineralleri	4	2	5	0
Pirit	1	2	2	0

incelenen kömürlerin mikrolitotip bileşenlerinin ortamsal yorumlamalarında kullanılmak üzere, mikrolitotip bileşenleri Sekil 4'de verilen üçgen diyagramları üzerinde gösterilmiştir. Bu diyagramlarda örnekler büyük bir dağılım göstermektedir. Diğer taraftan, maserâl analiz sonuçlarına benzer şekilde, Vestfaliyen-BC yaşlı örneklerle ait noktalar, Vestfaliye-A yaşlı örneklerle ait noktalarla uyumludur. İncelenen örnekler, Sekil 4.a'ya göre, orman ve saz bataklığı ile limno-telmatik zon içersinde yer almaktadır. Şekil 4.b'ye göre ise akarsu, lagün ve üst-alt delta ortamında oluşmuşlardır. Sekil 4.b'den belirlenen kömür damarlarının çökelme ortamları, saha gözlemlerinden elde edilen ortamsal yorumlamalarla benzerlik ve farklılık göstermektedir. Sondajlardaki kömür damarları, genellikle akarsuların taşkın düzlüklerinde oluşmuştur (9'dan). Akarsular ise, üst delta ve üst delta gerisinde görülmektedir. Buna göre, petrolojik çalışmalardan elde edilen akarsu ve üst delta ortamları, saha gözlemlerine benzerlik gösterirken, lagün ve alt delta ortamı şeklindeki belirlemeler farklılık göstermektedir.

## 5. GENEL SONUÇLAR

Bu çalışma kapsamında, Zonguldak Havzasında yapılan sondajlarda kesilen kömür damarlarının petrolojik özellikleri incelenmiştir. Sonuçta:

- a) incelenen normal kömürlerin kömürleşme derecesinin A.S.T.M. standartlarında **yüksek uçuculu-A bitümlü kömür-orta uçuculu-A bitümlü kömür** aşamasında olduğu belirlenmiştir. Belirlenen bu kömürleşme derecesinin Kozlu Bölgesinden Karadon Bölgesine doğru arttığı, saptanmış ve bu artışın Karadon Bölgesinde görülen magmatik sokulumlarla ilişkili olduğu görülmüştür.
- b) incelenen kömürlerin en önemli maserâl gruplarını, çok önemliden az önemliye doğru, vitrinit, inertinit ve liptinit oluşturmaktadır. Maserâl grupları arasında belirlenen oranların üzülmaz Bölgesinde işletilen Vestfaliyen-A yaşlı kömürlerin maserâl gruplarına büyük benzerlik gösterdiği saptanmıştır.
- c) incelenen kömürlerin en önemli mikrolitotipini vitrit, diğer önemli mikrolitotipleri ise sırasıyla inertit, klarit, vitrinerit, düroklerit, klarodürit ve karbarjillit oluşturmaktadır. Mikrolitotip bileşenlerinden incelenen kömürlerin akarsu, lagün ve üst-alt delta ortamında oluştuğu belirlenmiştir. Belirlenen bu çökelme ortamları, saha gözlemlerinden elde edilen ortamsal yorumlamalarla benzerlik ve farklılık göstermektedir. Söyleki, sondajlardaki kömür damarları, genellikle akarsuların taşkın düzlüklerinde oluşmuştur. Akarsular ise, üst delta ve üst delta gerisinde görülmektedir. Buna göre, petrolojik çalışmalardan elde edilen akarsu ve üst delta ortamları, saha gözlemlerine benzerlik gösterirken, lagün ve alt delta ortamı şeklindeki belirlemeler farklılık göstermektedir.



Sekil 4: Mikrojitotip bileşenlerinin üçgen diyagramlardaki konumları: a) bataklık ortamlarına, b) çökeltme ortamlarına göre konumlarını göstermektedir (Sekil 4.a'da verilen diyagram 6'dan, Sekil 4.b'de verilen diyagram 23'den alınmıştır).



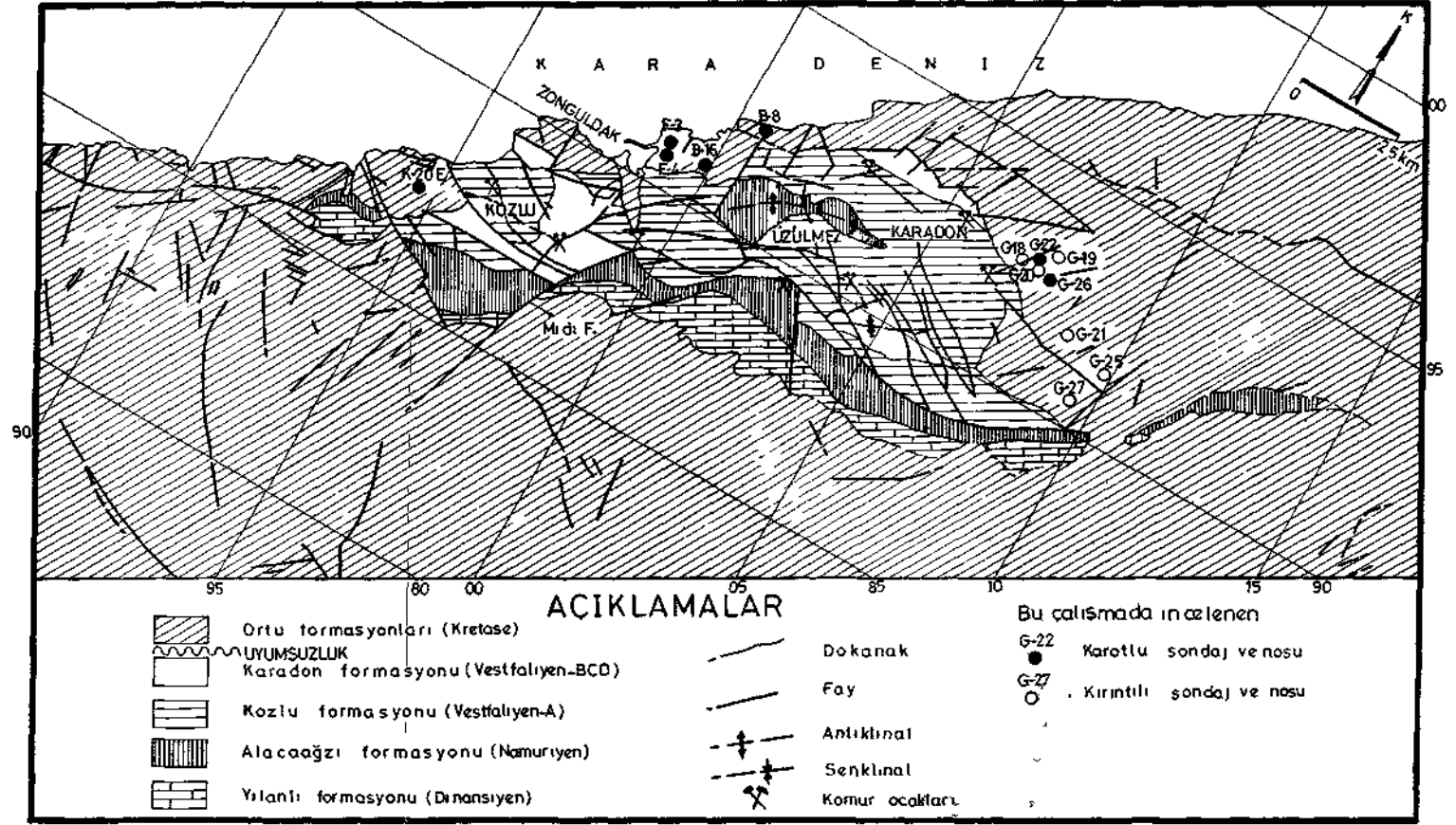
## 6. TEŞEKKÜR

Bu çalışma, yazarın doktora tezinin bir bölümünü kapsamaktadır. Bu vesileyle yazar, tez danışmanı Prof, Dr. Mümin Köksoy'a; TBAS-719 nolu proje kapsamında maddi destek sağlayan TÜBİTAK Temel Bilimler Araştırma Grubuna; Saha ve yeraltı çalışmalarındaki yardımlarından dolayı M.T.A. ve T.T.K. Şenel Müdürlüklerine; kimyasal analiz desteği sağladığı için İSDEMİR Kok ve Yan ürünleri Laboratuvar Müdürlüğüne; çalışmalardaki yardımlarından dolayı Araş. Gör. Yasin Akdag'a (H.u.) en içten teşekkürlerini sunar.

## 7. KAYNAKLAR

1. Okay, I.A.C., Petrographische und chemischtechnologische unterchung der Türkischen Steinkohle von Zonguldak, I.ü., Fen Fakültesi Mec. Vol. 4, 1939, 3-4 s.
2. Okay, I.A.C, Mikroskopische, qualitative-petrographische Untersuchung der kohle aus dem Flöz **Çay** der Kozlu-Stufe von Zonguldak, M.T.A. Mec. 1/31, 1944.
3. Arslan, M., Analyse macerale de onze veines de houille de secteur Caradon du bassin de Zonguldak, Diplome d'études, L'Université de Sciences et Techniques de Lille, France, 1977, 82 p., (unpublished).
4. Artüz, S., Zonguldak-Asma ve Dilaver Bölümlerindeki (Vestfaliyen A) Hacımemiş kömür damarı numunelerinin petrografi incelemesi, I.ü., Fen Fakültesi Monografileri, 21, 1971, 30s.
5. Artüz, S., Zonguldak-Kozlu Bölümündeki (Vestfaliyen A) Hacıpetro kömür damarının petrografi incelemesi, I.ü., Fen Fakültesi Monografileri, 24, 1974, 31s.
6. Toprak, S., Pétrographie characterizations of coals in the Kozlu and Kılıç formations (Westphalian A), Zonguldak-Turkey, M.Sc. Thesis, The Pittsburgh University, 1984, 78p., (unpublished.).
7. Erdem, ü., Kozlu (Zonguldak) Bölgesinin zaman-sıcaklık-derinlik ilişkilerinin incelenmesi, Yüksek Müh. Tezi, H.ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Beytepe, Ankara, 1985, **This.**, (yayınlanmamış).
8. Köksoy, M., Karayigit, A.I., Demirel, I.H., Çelik, M., Akdag, Y. ve Taşçı, A., Asma-Gelik işletme Müdürlükleri ve Armutçuk Müessesesinde işletilen kömürlerin petrografik özellikleri, H. ü. Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Projesi, Proje Kodu JE0-8B/13, Beytepe-Ankara, 1989, Cilt I ve II, (yayınlanmamış).
9. Karayigit, A.I., Zonguldak ve Amasra kömürlerinin petrografik özellikleri, Doktora Tezi, H. ü., Fen Bilimleri Enstitüsü, Beytepe, Ankara, 1989, 315s., (yayınlanmamış).
10. Rees, O.W., Chemistry, uses, and limitations of coal analyses, Illinois State Geological Survey, Report of Investigations, 220, 1966, 55p.

11. Nakoman, E., Komur, M.T.A. Eğitim serisi, Ankara, B, 1971, 348 s.
12. A.S.T.M., Annual book of A.S.T.M. standards, Gaseous Fuels; Coal and Coke, 1916 Race Street, Philadelphia, PA 19103, 05.05, 19B3, 520p.
13. I.C.C.P., Internationales lexikon für kohlenpetrologie, Centre National de la Recherche Scientifique 15, Quai Anatole-France, Paris, 1963.
14. I.C.C.P., Internationales lexikon für kohlenpetrologie, Centre National de la Recherche Scientifique 15, Quai Anatole-France, Paris, 1971.
15. Davis, A., The reflectance of coal, Analytical methods for coal and coal products, J.R. Clerance (Ed.), Academic Press, London, Vol. 1, 1978, pp. 27-81.
16. BB-22020., Kohlenartenanalyse an kohlenmischungen durch reflexionsmessungen an vitrimten, Bezug der Bergbau-Betriebsblätter durch Steinkohlenbergbauverein, Blatt 6, 1971, pp.1-15.
17. Ting, F.T.C., Uniaxial and biaxial vitrinite reflectance models and their relationship to palaeotectonics, Organic Maturation Studies and Fossil Fuel Exploration, J. Brooks (Ed.), Academic Press, London, 1981, pp. 379-392.
- IB. Uribe, C.A. and Perez, F.H., Proposal for coal classification, Fuel, Vol. 64, 1985, pp. 147-150.
19. Stach, E., Mackowsky, M.-TH., Teichmüller, M., Taylor, S.H., Chandra, D. and Teichmüller, R., Stach's textbook of coal petrology, Sebruder Borntraeger, Berlin, 1982, 535 p.
20. Cameron, A.R., Comparison of reflectance data for various macerals from coals of the Kootenay Group, Southeastern British Columbia, 1984 Symposium on the Geology of Rocky Mountain Coal, R.L. Houghton and E.N. Clausen (Eds.), Proceedings of a Symposium Held in Bismark, North Dakota, Publication 84-1, 1984, pp. 61-75.
21. Jones, J.M., Davis, A., Cook, A.C., Murchison, D.B. and Scott, E., Provincialism and correlations between some properties of vitrites, Int. Journal of Coal Geology, Vol. 3, 1984, pp. 15-331.
22. Merritt, R.D., Petrology of Tertiary and Cretaceous coals of southern Alaska, Int. Journal of Coal Geology, Vol. 9, 1987, pp. 129-156.
23. Smyth, M., Hydrocarbon generation in the fly lake-Brolga area of the Cooper Basin, APEA, 1979, pp. 1-7.



Şekil 1: Zonguldak Havzasının basitleştirilmiş jeoloji haritası ve incelenen sondajların konumları (jeoloji haritası TTK. Genel Müdürlüğü arşivlerinden yararlanılarak hazırlanmıştır)

