

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

**KANGAL (SİVAS) KALBURÇAYIRI LİNYİT HAVZASINDAKİ
KÖMÜRLERİN İZ ELEMENT İÇERİKLERİNİN YATAY VE
DÜŞEY YÖNDE İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Kevser KARAMAZI

Anabilim Dalı: Jeoloji Mühendisliği
Programı: Maden Yatakları
Tez Danışmanı: Doç. Dr. Leyla KALENDER

OCAK 2013

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

KANGAL (SİVAS) KALBURÇAYIRI LİNYİT HAVZASINDAKİ KÖMÜRLERİN
İZ ELEMENT İÇERİKLERİNİN YATAY VE DÜŞEY YÖNDE İNCELENMESİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Kevser KARAMAZI

101116107

Tezin Savunulduğu Tarih: 13.02.2013

Tezin Enstitüye Teslim Edildiği Tarih: 22.02.2013

Tez Danışmanı: Doç. Dr. Leyla KALENDER(F.Ü)

Diğer Jüri Üyeleri : Yrd. Doç. Dr. Muharrem AKGÜL(F.Ü)

Yrd. Doç. Dr. Neslihan DURANAY (F.Ü)

OCAK-2013

ÖNSÖZ

“Kangal (Sivas) Kalburçayırı Linyit Havzasındaki Kömürlerin İz Element İçeriklerinin Yatay ve Düşey Yönde İncelenmesi” başlıklı bu çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Maden Yatakları-Jeokimya bilim dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır. Fırat Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından FÜBAP MF 1203 no’lu proje ile desteklenmiştir. Araştırmayı maddi açıdan destekleyen Fırat Üniversitesi Rektörlüğü’ne ve Fırat Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri Birimi (FÜBAP)’ne teşekkür ederim.

Tez hazırlanmasından tezin tamamlanmasına kadar her aşamasında araştırmalarımı yönlendiren, çalışmalarımda destek olan ve bilimsel yardımlarını esirgemeyen danışmanım Sayın Doç.Dr. Leyla KALENDER’ e şükranlarımı sunarım.

Tez konusunun seçimindeki yardımından dolayı öğretim üyelerinden Sayın Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ’a, literatür araştırması sırasında yardımcı olan Sayın Yrd. Doç. Dr. Muharrem AKGÜL’e, tezin tamamlanması esnasında çeşitli yardımlarını gördüğüm Sayın Arş. Görevlisi Mehmet KÖKÜM’e ve bölüm sekreteri Sayın Kazım TATAR’a teşekkürlerimi sunarım.

Tezin özellikle son aşamasında vermiş olduğu destek ve yardımlar için, Sayın Jeoloji Yüksek Mühendisi Fatih ÖZGÜL’e teşekkürlerimi sunarım.

Bu tezin her aşamasında yanımda olan maddi manevi desteğini aldığım aileme en derin sevgi, minnet ve şükranlarımı sunarım.

Kevser KARAMAZI

Elazığ-2013

İÇİNDEKİLER

ÖNSÖZ	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET	V
SUMMARY	VII
ŞEKİLLER LİSTESİ	VIII
TABLolar LİSTESİ	IX
1. GİRİŞ.....	1
1.1. Çalışmanın Konusu ve Amacı.....	1
1.2. Çalışma Yöntem ve Teknikleri.....	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
3. COĞARFI DURUM.....	6
4. KALBURÇAYIRI LİNYİTLERİ	7
4.1. Özellikler.....	7
4.2. Kalburçayırı Linyitlerinin Oluşum Ortamı.....	8
5. BÖLGENİN JEOLojİSİ	9
5.1. Sümbül Formasyonu.....	11
5.1.1. Tanım.....	11
5.1.2. Dağılım.....	11
5.1.3. Litoloji.....	11
5.1.4. Yaş.....	11
5.1.5. Oluşum Ortamları.....	11
5.2. Pınarbaşı Ofiyolitleri	12
5.2.1. Tanım.....	12
5.2.2. Dağılım.....	12
5.2.3. Litoloji.....	12
5.2.4. Yaş.....	12
5.2.5. Oluşum Ortamı	12
5.3. Başören Formasyonu	17
5.3.1. Tanımı	17
5.3.2. Dağılım.....	17
5.3.3. Litoloji.....	17

5.3.4.	Yaş.....	17
5.3.5.	Oluşum Ortamları.....	18
5.4.	Kalburçayır Formasyonu	13
5.4.1.	Tanımı	14
5.4.2.	Dağılım.....	14
5.4.3.	Litoloji.....	14
5.4.4.	Yaş.....	16
5.4.5.	Oluşum Ortamları.....	16
5.5.	Bicir Formasyonu	17
5.5.1.	Tanımı	17
5.5.2.	Dağılım.....	17
5.5.3.	Litoloji.....	177
5.5.4.	Yaş.....	17
5.5.5.	Oluşum Ortamları.....	18
5.6.	Genç Oluşuklar (Bazalt, tüf tüfit, akıntı yapısı gösteren volkanik kayaç)	18
5.6.1.	Tanımı	18
5.6.2.	Dağılım.....	18
5.6.3.	Litoloji.....	19
5.6.4.	Yaş.....	19
5.6.5.	Oluşum Ortamları.....	19
6.	YAPISAL JEOLojİ	20
6.1.	Faylar.....	20
6.2.	Kıvrımlar	21
7.	JEOKİMYA.....	22
7.1.	Kimyasal Verilerin Değerlendirilmesi	22
7.1.1.	Nadir Toprak Elementleri.....	27
7.1.2.	İz Element.....	33
8.	TARTIŞMA	45
9.	SONUÇLAR.....	50
10.	KAYNAKLAR.....	52
	ÖZGEÇMİŞ.....	58

ÖZET

Kangal (Sivas) Kalburçayırı Linyit Havzasındaki Kömürlerin İz Element İçeriklerinin Yatay ve Düşey Yönde İncelenmesi

Bu çalışma, Kangal-Sivas Kalburçayırı linyit havzasındaki kömürlerin yatay ve düşey yönde iz element ve NTE (nadir toprak elementleri) bakımından incelenmesini kapsamaktadır.

Çalışma alanında, yaşlıdan gence doğru Mesozoyik yaşlı Sümül Formasyonu, Karatase yaşlı Pınarbaşı Ofiyolitleri, Neojen Yaşlı Kalburçayırı Formasyonu, Alt Pliyosen yaşlı Bicir Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Genç Oluşuklar yüzeylemektedir. Tektonizmanın etkisi, Kalburçayırının kuzeyinde bulunan yaklaşık K-G doğrultulu fayla görülmektedir. Ayrıca Neojen çökellerde, KB-GD uzanımlı senklinaller ve bu formasyonların yatay veya yataya yakın eğimlerine bağlı olarak küçük ondülasyonlar bulunmaktadır.

İnceleme alanından 40 adet yatay, 10 adet düşey olmak üzere toplam 50 farklı örnek alınmıştır. Örnekler, ACME-Kanada Analitik Laboratuvarlarında ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optic Emmission Spectrometry) yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışma konusunu oluşturan kömürlerden alınan örneklerin, kondritler ve dünya çapındaki diğer linyit ortalamaları ve Türkiye linyit ortalamalarına göre, yüksek oranda NTE içerdiği saptanmıştır. Özellikle yatay örnek noktalarının düşey örnek noktalarına göre 2.77 kat daha fazla NTE içerdiği tespit edilmiştir. Yatay ve düşey örnekler HNTE (Hafif Nadir Toprak Elementleri) (La, Ce, Nd) ve ONTE (Orta Nadir Toprak Elementleri) (Sm, Gd, Tb, Dy) oranla daha fazla zenginleştiği gözlenmektedir. Ayrıca alınan kömür örneklerindeki iz element içerikleri, yatay kömür örnekleri Mo, Zn, Se, Cs, ve Cr bakımından, düşey kömür örnekleri ise Mo, Ni, Sr, Cs, Cr ve Al bakımından ve daha zengin olduğu ve yatay ve düşey kömür örneklerinin her ikisinde de U'un zenginleştiği gözlenmiştir.

Sonuç olarak, çalışma alanında yatay kömür örnekleri ile düşey kömür örneklerinin iz element bakımından zenginleşmiş olmasının sebebinin, kömürlerin olgunlaşma derecesine; metallerin yatay yönde daha fazla zenginleşmesinin ise, oksidik ve dioksidik koşullarda metalce zengin meteorik kökenli suların sirkülasyonlarına bağlı olduğu, yüksek Ni ve Cr değerlerinin, çalışma alanın GD'da bulunan Pınarbaşı Ofiyolitlerinden kaynaklandığı, yüksek U değerlerinin oksidasyon ve pH koşullarına bağlı olarak hızlı

ökeldiği ve yüksek Al değerinin ise Kalburayı Formasyonuna ait killi kireçtaşından kaynaklandığı düşünölmektedir.

Anahtar Kelimeler: NTE, İz element, Kömür, Kalburayı, Sivas

SUMMARY

ASSESSMENT OF THE REE AND TRACE ELEMENTS IN THE HORIZONTAL AND VERTICAL DIRECTIONS IN THE KANGAL (SIVAS) KALBURCAYIRI BASIN COAL SEAM

The purpose of this study is to examine both horizontally and vertically lignite coal's trace elements and Rare-Earth Elements (REE) content within the lignite field in Kangal (Sivas) Kalburçayırı.

In this area; ranging from older to younger, Sömbül Formation (Mesozoic), Pınarbaşı Ophiolites (Cretaceous), Formation of Kalburçayırı (Neocene), Formation of Bicir (Lower Paleocene) and young formations (Pliyo-Kuvaterner) are exposed. The N-S trending fault, located in North of Kalburçayırı, shows that this area is tectonically active. Additionally, Neocene formations include NW-SE trending synclines and small undulations, which are up to horizontal or approximately horizontal layers of these formations.

40 horizontal and 10 vertical coal samples were collected then these samples were analyzed by ICP-OES (inductively Coupled Plasma-Optic Emission Spectrometry) in ACME-Canada analytical laboratories. Compared to global average concentration, our analyses show significantly higher amounts of REE. Moreover, horizontal coal samples include 2,77 times as much REE concentration than vertical coal samples. Low Rare Earth Elements (LREE) in the coal in the studying area is more enriched than Moderate Rare Elements (MREE). Based on trace element content of coal samples in the studying area, horizontal coal samples are enriched by Mo, Zn, Se, Cs and Cr, beside vertical coal samples are enriched by Mo, Ni, Sr, Cs, Cr ve Al. Furthermore, it is observed that both horizontal and vertical coal samples are enriched by U.

As a result, the reason why horizontal and vertical coal samples are enriched by trace element content is depend on coal maturation degree; horizontal coal samples are enriched by metals is controlled by meteoric originated waters; high Ni and Cr concentration in the studying area is caused by Pınarbaşı ophiolits; while high U concentration depends on oxidation and pH conditions' high Al concentration is associated with Kalburçayırı Formation's limestone.

Key Words: REE, Trace Elements, Coal, Kalburçayırı

ŞEKİLLER LİSTESİ

Şekil 3.1. İnceleme alanını yer bulduru har	6
Şekil 4.1. Kalburçayırı linyitlerinin açık ocak işletilmesi	7
Şekil 5.1. Kalburçayırı linyit sahası basitleştirilmiş jeoloji haritası düzeltilmiş	9
Şekil 5.2. Genelleştirilmiş stratigrafik kesit	10
Şekil 5.3. Kalburçayırı Formasyonu Linyit seviyelerindeki sarı killeri bir görünüm. Bakış yönü KB.	15
Şekil 5.4. Kömürlü birim (üst ve alt damar)	16
Şekil 5.5. Bici Formasyonuna ait kireçtaşları	18
Şekil 6.1. Kömürlü seviyedeki faylanma (Bakış yönü-KB).....	20
Şekil 6.2. Graben ve horst yapıları.	21
Şekil 7.1. Düşey yönde alınan örnek noktalar	23
Şekil 7.2. Düşey yönde alınan örneklerden 1 nolu sondaja ait log	24
Şekil 7.3. Düşey yönde alınan örneklerden 2 nolu sondaja ait log	25
Şekil 7.4. Düşey yönde alınan 3. Sondaja ait sondaj loglar	26
Şekil 7.5. Düşey yönde alınan 4. Sondaja ait sondaj loglar	27
Şekil 7.6. Yatay ve düşey örneklerdeki NTE değişimleri.	31
Şekil 7.7. Kalburçayırı kömürlerinin yatay örneklerindeki iz element dağılımlarının dünya ve diğer bazı ülke ortalamaları ile karşılaştırılması.....	33
Şekil 8.1. Kalburçayırı yatay örnek noktalarındaki kömürlerde bulunan U değerlerinin magmatik, sedimanter ve metamorfik kayalar ile kıyaslaması.	47

TABLÖLAR LİSTESİ

Tablo 7.1. Yatay yönde alınan örneklerin koordinatları	22
Tablo 7.2. Düşey yönde alınan örneklerin koordinatları	23
Tablo 7.3. Yatay kömür örneklerindeki NTE içerikleri.....	28
Tablo 7.4. Düşey kömür örneklerinde NTE içerikleri.	29
Tablo 7.5. NTE Çin ve dünyadaki dağılımı	29
Tablo 7.6. Yatay örnek noktalarındaki kömür örneklerinde Pearson korelasyon katsayıları (n=40 örnek).....	30
Tablo 7.7. Sondaj karot örneklerindeki kömürlerde NTE Spearman pearson olabilir korelasyon katsayıları.n= 10 örnek.	31
Tablo 7.8. Yatay örnek noktalarında ortalama iz element içerikleri ile +dünya, +ABD ve +Çin kömürlerindeki element içeriklerinin karşılaştırılması += Ren ve diğ. (1999)'dan alınmıştır.*=ppb; **=% diğerleri ppm olarak verilmiştir.	32
Tablo 7.9. Sondaj noktalarından alınan kömürlerde iz element dağılımı.	34
Tablo 7.10. Yatay kömür örneklerinden ait iz element korelayonu.	35
Tablo 7.11. Düşey sondaj karot örneklerine ait iz element korelasyon katsayıları.	38

1. GİRİŞ

Kangal (Sivas) Kalburçayırı Linyit Havzasındaki Kömürlerin İz Element İçeriklerinin Yatay ve Düşey Yönde İncelenmesi başlıklı çalışma, Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Anabilim Dalında, 2010-2013 yılları arasında yüksek lisans tez çalışması olarak hazırlanmıştır.

1.1. Çalışmanın Konusu ve Amacı

Bu çalışma kapsamında, Sivas Havzası'nın güneyinde yer alan Hamal, Etyemez ve Kalburçayırı kömür sahalarını içeren, limnik depolanma ortamında gelişmiş Kangal kömür sahası kömürlerinde iz element ve NTE (Nadir Toprak Elementleri) jeokimyasal bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir.

Kalburçayırı civarında kalınlıkları yaklaşık 10 m olan iki kömür seviyesi açık işletme yoluyla işletilmekte ve yakınındaki Kangal Termik santralinde kullanılmaktadır. Kangal Havzası'nda Jura-Kretase ve Eosen yaşlı kayaçlar havzanın temel kayaçlarını oluşturur. Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşlı kayaçlar ise Kalburçayırı ve Bicir Formasyonu olarak iki alt kısma ayrılmıştır. Kalburçayırı Formasyonu silttaşı, kiltası, tuf ve marnlarla aralanmalı iki kömür seviyesini içerirken, Bicir Formasyonu; marn ve killi kireçtaşlarından oluşur. Pliyosen-Kuvaterner yaşlı volkanikler ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yüzeyleyen en genç birimlerdir. Kangal Havzası kömürleri, edinilen organik jeokimyasal verilere göre limnik ortamda oluşmuştur (Tuncalı ve Ocakoğlu, 1995).

Ülkemizdeki kömürlerde özellikle petrografi çalışmaları ayrıntılı bir şekilde yapılmakla birlikte (Querol ve diğ., 1999; Toprak, 2009; Karayiğit ve diğ., 1998) kömürlerin çökelim ortam özelliklerini ortaya koyan organik jeokimya çalışmaları son dönemlerde yaygınlaşmıştır (Yalçın ve diğ., 1994; Gürdal ve Yalçın, 1998; Hoşgörmez ve diğ., 2002; İnan, 2007; Korkmaz ve Kara-Gülbay, 2007; Yalçın ve diğ., 2007; Yalçın ve diğ., 2010).

Yukarıda bahsedilen araştırmacılar tarafından, Sivas Kangal Kalburçayırı kömür havzasının oluşumu ve organik jeokimya çalışmaları yapmışlardır. Bu çalışmanın amacı ise, Kalburçayırı kömür havzasını iz element ve NTE açısından incelemek ve kömür oluşumunun yanı sıra iz element ve NTE bakımından zenginleşmeleri ortaya çıkarmaktır.

Çalışmanın amacı, Sivas ili Kangal ilçesi Kalburçayırı köyü bölgesinde yer alan, açık kömür ocağında bulunan kömür seviyelerinden Cr, Th, Sc, Cs, Rb, Li, V, Hf, Ce, La, Zr, Ta, Nb, Dy, Ho, Pb, Sn, Eu, Ga, Te gibi kömür içinde bulunan iz elementleri ve NTE jeokimyasal olarak değişimlerini belirlemek ve bu metallerin çevresel etkilerini ortaya çıkarmaktır.

1.2. Çalışma Yöntem ve Teknikleri

Arazi çalışmalarına başlamadan önce, bölge ile ilgili yapılan çalışmalar incelenmiştir.

Bu çalışma kapsamında alınan örnekler, kömür tabakalarından yatay yönde ve sondajlardan düşey yönde sistematik olarak alındı. Sondaj logları ayrı ayrı değerlendirilecek ve örnek noktaları belirlendi. Örnekler yaklaşık 200-250 gr. alınarak öğütme ve eleme işlemlerinden geçirildikten sonra dağılım profili boyunca iz element ve NTE bakımından dağılımları ve değişimleri karşılaştırılmıştır. Örneklerin iz element ve NTE analizleri, ICP-OES ile yapılmıştır.

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Kurtman (1973), Etüt sahası Sivas havzasının doğu bölümünü içine almaktadır. Bu çalışmada, havzanın jeolojik ve tektonik evriminden bahsedilmektedir. Tersiyer, yine kalker fasiyesinde gelişmiş Paleosen tabakaları ile Üst Kretase üzerinde konkordan olarak başlar. Eosen, volkanik arakatkıları ihtiva edenb fliš fasiyesinde gelişmiştir. Oligosen, jipsli alacalı renkli kumtaşı ve silttaşlarından oluşmuştur. Miosen ise, jipsli alacalı renkli kumtaşları ile kalker ve marn tabakalarının yanal geçişi şeklinde görülmektedir. Neojen, kaba klastiklerle tatlı su kalker tabakalarından oluşmuştur. Etüt sahamızda magmatik kayalar olarak Üst Kretase yaşlı ultrabaziklerle, Eosen yaşlı andezit ve tüfitler mevcuttur. Saha tektonik olarak iki yükselim ile arada kalan bir depresyondan oluşmuştur.

Alpaslan ve Terzioğlu (1996), Bu çalışmada, Sivas - Malatya arasında yer alan Yamadağı'nın güney kesiminde, Arguvan yöresinde yüzeyleyen Üst Miyosen ve Pliyosen yaşlı volkaniklerin jeokimyasal özellikleri karşılaştırmalı olarak incelenerek petrojenez mekanizmaları tartışılmıştır. Ana element verileri, Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin geçiş ve subalkalin karakterde, Pliyosen yaşlı volkaniklerin geçiş ve alkalın karakterde olduğunu göstermektedir, iz element verilerine dayalı değerlendirmeler, Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin geçiş karakterinde, Pliyosen yaşlı volkaniklerin ise alkalın karakterde olduğunu işaret etmektedir. Ana ve iz element jeokimyası verileri ile Doğu Anadolu'nun çarpışma sonrası tektonik evrimi birlikte değerlendirildiğinde; Üst Miyosen yaşlı volkaniklerin manto kökenli eriyiğin kalınlaşan kıtasal kabuk tarafından kontaminasyon uğratıldığı, Pliyosen volkaniklerin ise kabuksal bulaşmaya az veya hiç uğramadan yüzeye çıktığı söylenebilmektedir.

Ocakoğlu (1999), Sivas havzasının doğusunda yer alan Zara ve Bolucan bucakları civarında kırılğan tektonikle açıklanamayan büyük tektonik hatlar ve başka bir dizi sünümlü deformasyon izi gözlenmiştir. Sağlanan stratigrafik ve tektonik veriler evaporitlerdeki sünümlü deformasyonun Geç Miyosen'de havza ölçeğinde ortaya çıkan K-G doğruİtulu sıkışmanın sonucunda ortaya çıktığını; olayın gerçekleşmesinde Oligosen yaşlı Hafik jipslerinin yayılımının anahtar rol oynamış olduğunu, ayrıca Geç Miyosen'de ortaya çıkan bazaltik volkanizmanın da evaporitlerde ağdalılığı azaltıcı bir etmen olarak sürece katkıda bulunmuş olabileceğini göstermektedir.

Şen (2000), Kalburçayın (Kangal, Sivas) Linyit Yatağının Jeolojisi ve Blok Kriging Yöntemi ile Değerlendirmiştir. Bu çalışma, Kalburçayın'(Kangal, Sivas) linyit yatağının jeolojisini ve rezerv incelemesini içermektedir. Isıl değeri 1300-1500 kcal/kg arasında değişen linyitler, Kangal ilçesi, yakınında bulunan termik santralin iki adet ünitesinde kullanılmaktadır. İnceleme alanındaki görünür rezerv miktarını hesaplamak için variogram fonksiyonu belirlenerek modellenmiştir.

Karayığit (2001), Türkiye’de Doğu Anadolu’daki en verimli linyit sahalarından biri olan Sivas Kangal Kalburçayırı linyit havzasında, iki kömür seviyesinden oluşmuş Alt Pliyosen yaşlı bol gastropod içeren Kalburçayırı Formasyonu’nu iz element ve fosil içeriği bakımından incelemiştir.

Şengül (2002), Kangal Termik Santrali uçucu küllerinin çevresel etkilerini incelemek amacıyla uçucu kül içeren kolon hazırlanmıştır. Lice geçen elementderişimleri atomik absorpsiyon spektrofotometresi ile, kolondaki mineralojik değişimler ise X-ışınlar difraktometresi ile belirlenmiştir. Li, Na, K, Rb, Ca, Mg ve Sr elementleri üçe yüksek miktarlarda geçerken, eser elementler aletin seçme sınırının altındadır. Sonuçlardan, Santral uçucu küllerinin kısa ve orta vadede çevre için önemli bir kirleticisi olmadığı belirlenmiştir.

Tercan, Akcan (2005), Linyit rezervlerinin ekonomik ve teknik değerlendirmesinde önemli bir problem linyit kalitesi-rezerv eğrilerinin kestirimi ve bu kestirimlere ilişkin belirsizliğin değerlendirilmesidir. Bu yazı, Kalburçayırı (Kangal-Sivas) linyit sahası üst seviye bu yönde yürütülen örnek bir çalışmayı sunmaktadır. Kalite değişkenleri olarak ısı değeri, kül ve kükürt içeriği dikkate alınmıştır. Belirsizliği değerlendirmek amacıyla üst seviye, her bir kalite değişkeni için yüz kez modellenmiş her bir modelden kalite-rezerv eğrileri kestirilmiştir. Belirsizlik, elde edilen örneklem dağılımının standart sapması ve %95 güven aralığı ile sayısal olarak ölçülmüştür.

Sunkar (2006), Kangal Havzası, Doğu Torosların batı Bölümünde yer alan Uzunyayla Platosu’nun doğu bölümünü oluşturmaktadır. Uzun yayla Neojen Havzası’na karşılık gelen bu alan, morfolojik olarak kendi içerisinde batıda Uzunyayla Havzası, doğuda ise Kangal Havzasında oluşmaktadır. Kangal Havzası’nın (Sivas) Jeomorfolojisini araştırmıştır, ve bu bölge kuzey ve güney bindirme yapıları arasında oluşan Kangal Havzası, jeolojik olarak bir Piggy-Back havzasıdır, sonucuna varmıştır.

Cengiz, ve diğ. (2009), Bu çalışma Sivas-Kangal-Kalburçayırı linyit yatağının rezerv ve dekapaj (örtü tabakası) miktarının Coğrafi Bilgi Sistemleri analiz teknikleri kullanılarak

hesaplanmasını içermektedir. Çalışmada üst seviyeye ilişkin 162 adet sondaj verisi kullanılmıştır. Sondaj verileri, öncelikle CBS verisine dönüştürülmüş, ArcGIS 9.3 programının 3D ve Spatial Analyst modülleri kullanılarak kömür kalınlığı ve örtü tabakası kalınlığına ait kalınlık haritaları yapılmış ve bu haritalardan cut/fill hesaplama yöntemi ile sonuçlara ulaşılmıştır. Çalışma sonucunda bulunan değerler klasik ve jeostatistiksel yöntemler ile belirlenen değerler ile karşılaştırılmıştır.

Erik (2010), kömürleşme süreci ve paleoortam özelliklerinin belirlenmesinde biyomarker verilerinin kullanımı Kangal Kömürleri adlı çalışma kapsamında, Sivas Havzası'nın güneyinde yer alan Hamal, Etyemez ve Kalburçayırı kömür sahalarını içeren, limnik depolanma ortamında gelişmiş Kangal kömür sahası kömürlerinde organik jeokimyasal bir değerlendirme gerçekleştirilmiştir. Kangal kömürlerinde izlenen hopanların tip ve bollukları, bakteriyel faaliyeti ve ayrıca organik maddenin olgunlaşmamış-erken olgun seviyesini veya organik yığılmanın diyajenetik bozunmasını hüminit yansıma ölçümleri ile uyumlu olarak belirtir.

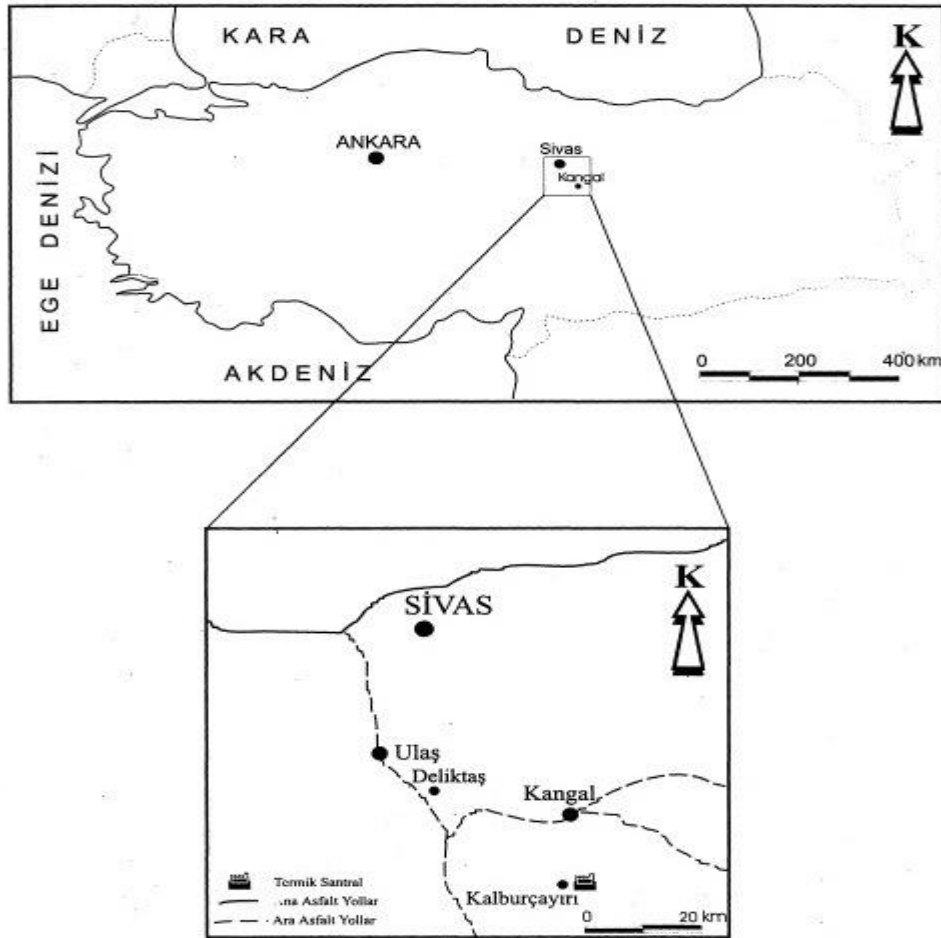
3. COĞARFİ DURUM

İnceleme alanı, Sivas İli Kangal İlçesinin Güneyinde, Mancılık-Hamal-Kırkpınar-Şekerpınar-Etyemez-Turnalı-Mağara köylerinin sınırladığı alanda SİVAS J38-c3 - c4 - d3 ve ELBİSTAN K38-b2 paftalarında yer almaktadır.

Sahadaki en büyük yerleşim yeri olan Hamal Köyü; Kangal İlçesine 29 km. uzaklıktadır. Kangal İlçesi ise, Sivas'a 80 km, Malatya'ya 154 km uzaklıktadır. Sahaya; Malatya-Sivas Karayolundan Kangal'a ayrılan asfalt bir yol ile ulaşılmaktadır (Şekil 3.1).

Çalışma sahası, genellikle sarp olmayan engebeler içeren, yüksek plato görünümünde olup, Güney kısımlar, Kuzey'e göre erozyonlar nedeniyle daha engebelidir.

Bölgenin belli başlı yükseltilerini Temeldağ'a ait tepeler ile bazalt akıntılarının kapladığı platolar oluşturur.



Şekil 3.1. İnceleme alanını yer bulduru haritası

4. KALBURÇAYIRI LİNYİTLERİ

4.1. Özellikler

Sivas Kangal havzasındaki Kalburçayırı linyitleri açık ocak olarak işletilir (Şekil 4.1) ve işletilen kömür 457 MW gücündeki termik santrale verilir.

Formasyon birçok kömür seviyesinden oluşmuştur. Ancak üretilebilir kömürün bulunduğu yerlerde serinin ortalama kalınlığı 30–60 m’dir. Üst seviyenin en ince olduğu yerde kalınlık 1 metre, en kalın olduğu yerde ise 15 metredir. Alt seviyenin en ince olduğu yerde kalınlık 3 metre, en kalın olduğu yerde ise 12 metredir. Ana Ara Kesme kalınlıkları 10.62 m ile 37,7 metre arasında değişmektedir.

İşletme için işletilebilir kömürün kalori değeri, 1200 ± 100 kkal/kg’dır. İşletme sahasında bulunan kömür üst seviyelerde, kalori aralığı 600 kkal/kg ile 1400 kkal/kg arasında değişkenlik gösterirken, alt seviyesi kalori aralığı 900 kkal/kg ile 1500 kkal/kg arasında değişkenlik göstermektedir.



Şekil 4.1. Kalburçayırı linyitlerinin açık ocak işletilmesi

4.2. Kalburçayırı Linyitlerinin Oluşum Ortamı

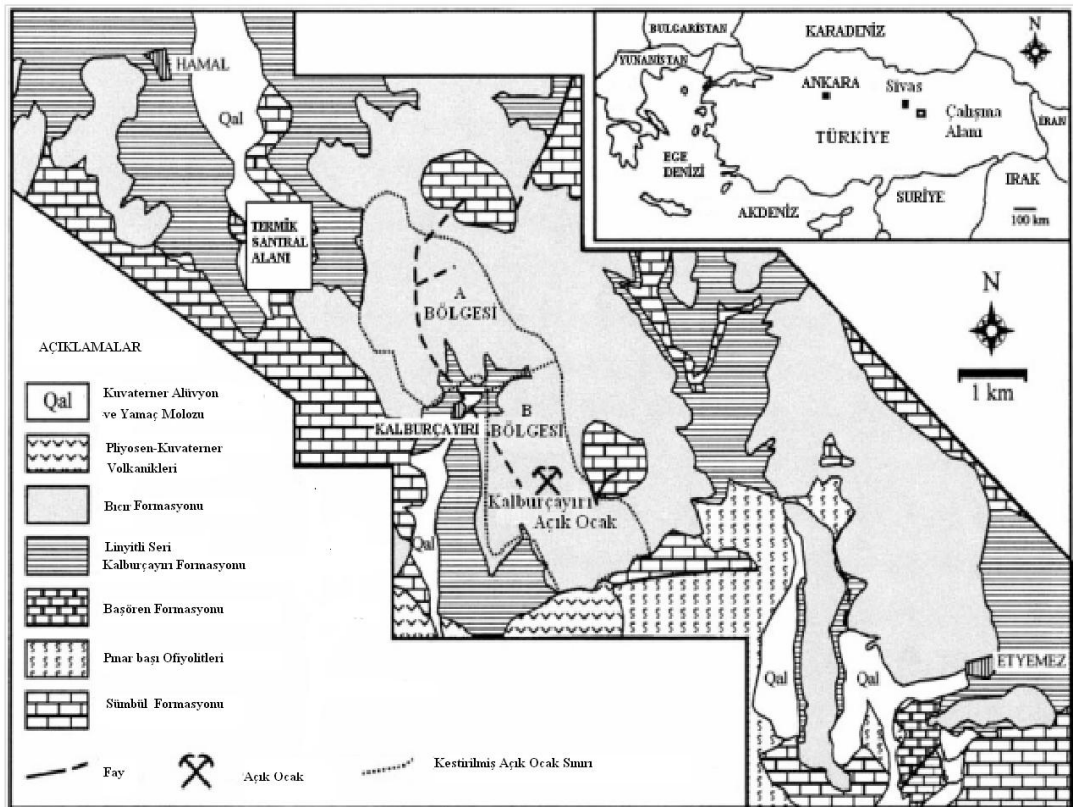
Kangal kömürlerinin içinde bulunduğu Kalburçayırı formasyonunun palinolojik ve jeolojik bulgularına göre bu kömürleri oluşturan paleobataklık otsu ve sazlık-kamış türü bitkilerin geniş alanları kapsadığı, sağlam zeminin bulunduğu alanlarda ağaçların yoğun olarak yer aldığı karışık orman özelliğindedir (Narin ve Kavuşan, 1993).

Kangal kömürlerinin içinde bulunduğu zaman sürecince ılık, subtropikal iklim koşullarının egemen olduğu sonucuna varılmıştır. Bu ortamda su seviyesi genellikle yüksek olup, büyük oranda anoksik şartlar egemen olmuştur. Bu çökelim şartlarını gösteren veriler olarak; ıslak orman fasiyesinde hüminitlerin, karışık bataklıkta ise hümodentritlerin egemen olması, bunlara daha az oranda resinit ve süberinitlerin eşlik etmesi olarak belirtilebilir. Bircok araştırmacı kömürlü istifin akarsu ve volkanik arakatkılı bir limnik çökelim ortamında geliştiği belirtilmiştir.

Petrografik verilere göre, Kangal Kalburçayırı kömürleri oluşumu oldukça yüksek su seviyesi olan gölsel ortamı işaret eder, ve bu da bol miktarda gastropodlar ve ostrakod gelişimine olanak sağlamıştır.

5. BÖLGENİN JEOLJİSİ

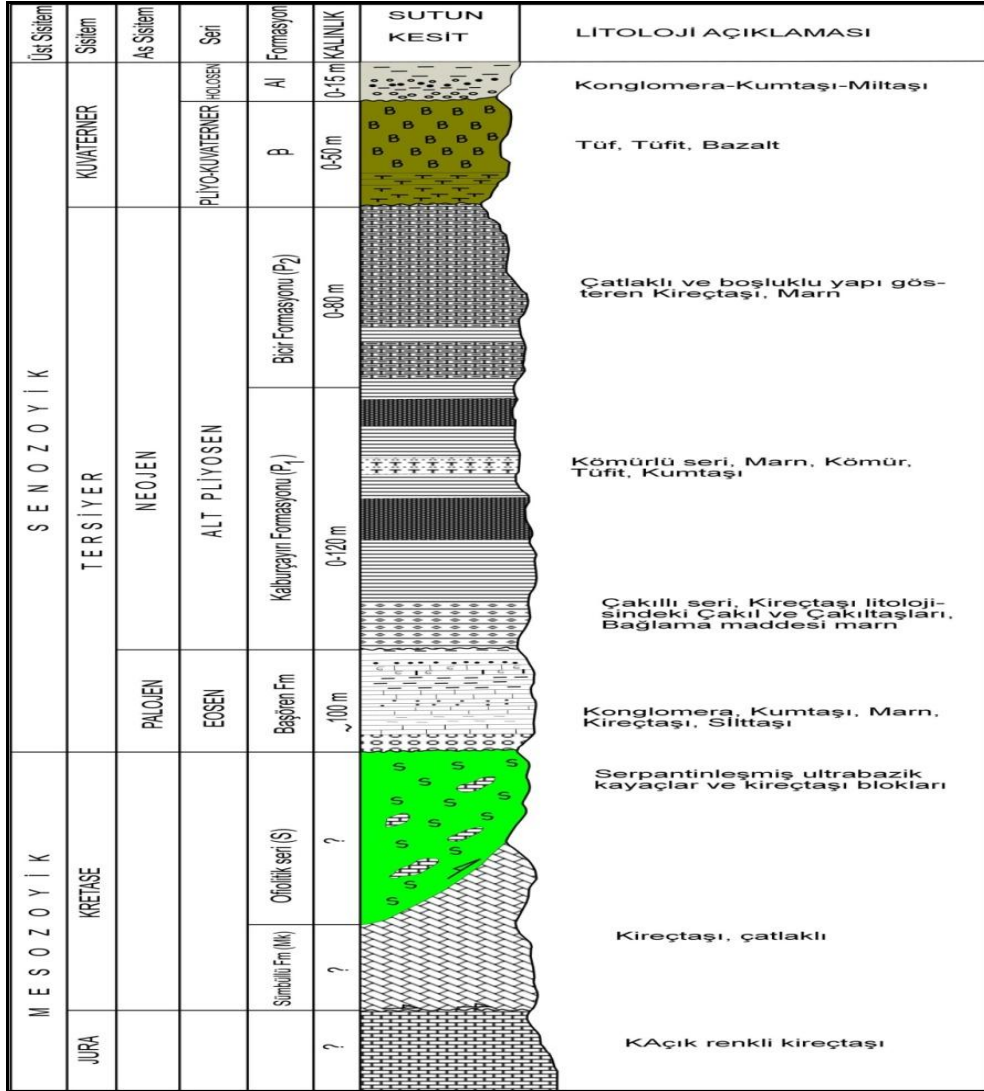
Bölgesel olarak inceleme alanının temelinde Mesozoik yaşı metamorfik kayalar ile serpantinleşmiş ofiyolitik kayalar bulunmaktadır. Yerel olarak bunların üzerine diskordansla Senozoik çökelleri gelmektedir. Senozoik'te Eosen yaşı istiflerle, Pliyosen yaşı karasal oluşuklar arasında da diskordans vardır. Daha genç oluşuklar olarak da bazalt akıntıları, teras çakılları, alüvyonlar ve yamaç molozları gözlenir. Bölgenin jeolojisi Şekil 5.1'de gösterilmiştir.



Şekil 5.1. Kalburçayırı linyit sahası basitleştirilmiş jeoloji haritası düzeltilmiş (Narin ve Kavusan,1993)

Kangal Havzası'nda Jura-Kretase ve Eosen yaşı kayalar havzanın temel kayalarını oluşturur. Üst Miyosen-Alt Pliyosen yaşı kayalar ise Kalburçayırı ve Bicir Formasyonu olarak iki alt kısma ayrılmıştır. Kalburçayırı Formasyonu silttaş, kıltaş, tuf ve marnlarla ardalımalı iki kömür seviyesi içerirken, Bicir Formasyonu; marn ve killi kireçtaşlarından

oluşur. Pliyosen-Kuvaterner yaşlı volkanikler ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yüzeyleyen en genç birimlerdir (Şekil 5.2); (Tuncalı ve Ocakoğlu, 1995).



Şekil 5.2. Genelleştirilmiş stratigrafik kesit (Kangal-Kalburçayırı İşletme Projesi, 2012).

5.1. Smbl Formasyonu

5.1.1. Tanım

İnceleme alanının en yaşı birimidir. Mesozoik kayalar üzerine transgresif olarak çökelmiş olup filiş grmndedirler. Kalınlıkları yaklaşık 100 m. kadardır(Akkuş,1971 ve Kurtman,1973).

5.1.2. Dağılım

Çalışma alanının doğusunda ve Bölgede geniş bir yayılıma sahiptirler. Yrenin yükseltilerini oluştururlar.

5.1.3. Litoloji

Çalışma alanında, genel olarak çok açık gri ve açık sarı renkli kireçtaşlarından meydana gelmektedir (Narin ve diğ. 1986). Rejyonel metamorfizmaya uğramış kireçtaşları mavimsi gri renkleri, bol kırıklı ve yarı kristallenmiş görünümleriyle kolayca izlenebilirler.

5.1.4. Yaş

Bu formasyon Kireçtaşları mavimsi gri renkleri, bol kırıklı ve yarı kristallenmiş görünümleriyle kolayca izlenebilirler. Narin ve Kavuşan (1993) tarafından ierdiğı Nummulites atiricus, Discocyclina sp., Rotalia sp. ve Miliolidae sp. fosillerine dayanılarak formasyonun yaşı Lütesiyen (Orta Eosen) olarak saptanmıştır.

5.1.5. Oluşum Ortamları

Üst Kratese 'de kıta kıta çarpışması sonunda başlayan bindirme ve sıkışma rejimi Miyosen'deki son kıvrımlanma hareketi ile tamamlanmıştır. İnceleme alanının içerisinde yer aldığı havza kıvrımlanma hareketi ile belirmiş bir st Miyosen-Pliyosen havzasıdır. Devam eden K-G doğrultulu sıkışma etkisinde dağ arası havzası özelliğı kazanarak çevresindeki kıvrımlı bindirme dağlarında taşınan malzeme ile doldurulmuştur. Son

tektonik hareketlerle yükselerek Kuvaterner başlarında dış drenaja bağlanmıştır. Bu dönemden sonra alüvyonal süreçlerin etkisinde kalarak günümüzdeki yapısını kazanmıştır.

5.2. Pınarbaşı Ofiyolitleri

5.2.1. Tanım

Sahadaki ofiyolitik kayaçları serpantinleşmiş ultrabazikler oluştururlar (Akkuş, 1971 ve Kurtman,1973).

5.2.2. Dağılım

Pınarbaşı Ofiyolitleri çalışma bölgesinde bölgenin güneyine doğu batı doğrultusunda yer alır. Çalışma bölgesi dışında kalan bölgelerde ise Akkuş (1971) ve Kurtman (1973) tarafından Pınarbaşı ofiyolitleri ve Söğüt Formasyonu ofiyolitik kayaç birimi olarak tanımlanmaktadır.

5.2.3. Litoloji

Sahadaki ofiyolitik kayaçları serpantinleşmiş ultrabazikler oluştururlar. Çoğunlukla yarı metamorfik kireçtaşlarıyla dokanak oluştururlar (Akkuş,1971 ve Kurtman,1973).

5.2.4. Yaş

Akkuş (1971) ve Kurtman (1973) tarafından Pınarbaşı ofiyolitlerinin yaşı Kretase, olarak belirlenmiştir.

5.2.5. Oluşum Ortamı

Neo-Tetis ofiyolitleri okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşmuş ofiyolit tipinde olup, oluşumları ve yerleşmeleri sırasında birbirleriyle uyumlu olaylar dizisini yansıtır. Pınarbaşı (Kayseri), ofiyolitlerinde yürütülen jeokimyasal çalışmalar (Bağcı ve diğ., 2005; Bağcı ve diğ., 2006; Parlak, 1996; Parlak ve diğ., 2000, 2002) üç farklı magma gelişimi ile

Geç Kretase'deki dalma-batma sırasında Neo-Tetis okyanusal kabuğunun oluşumu gerçekleşmiştir.

5.3. Başören Formasyonu

5.3.1. Tanım

Başören formasyonu, konglomera, kumtaşı, kilitaşı ve kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır Narin ve Kavuşan (1993).

5.3.2. Dağılım

Çalışma alanı içinde Başören köyü ve civarında yayılım gösterir.

5.3.3. Litoloji

Konglomera, kumtaşı, marn ve kireçtaşlarından oluşan bu istifte, taban konglomerası özelliğindeki konglomeralar üzerine ince marn arakatmanlı kum taşları ve kireçtaşları gelmektedir.

5.3.4. Yaş

Leo ve diğ. (1978) bu formasyonda saptadıkları fosillere (Nummulites sp, Nummulites striatus, Nummulites brongniarti, AssiHna exponens, Discocyclina sp) dayanarak bunlara Orta-Üst Eosen yaşı vermişlerdir.

5.3.5. Oluşum Ortamı

İnceleme alanımızda geniş yayılıma sahip Neojen öncesi, göl fasiyesindeki çökellerle temsil edilmektedir.

5.4. Kalburçayır Formasyonu

5.4.1. Tanımı

Metamorfik temel üzerine oturduğu normal bir dokanak saptanamamıştır. Ancak yapılan çalışmalarla formasyonun diskordansla temel üzerine oturduğu anlaşılmıştır. Formasyonun üst kısımlarında linyit kömürü oluşmuştur.

Yapılan çalışmalar sonucunda elde edilen verilere göre bu formasyon iki birime ayrılmıştır.

Kalburçayırı Formasyonunun alt kısımlarında çakıl ve çakıl taşlarının varlığı gözlenmiştir. Hamal ve Etyemez ocaklarında bu çakılların yerel olarak çimento ile bağlanıp konglomeratik yapıya dönüştükleri, genel olarak marnlar içinde serbest oldukları görülmektedir.

Çakıllı birimin üzerine konkordan olarak gelen bu birim genel olarak marn ve killi marn litolojisindeki çökellerden oluşur.

5.4.2. Dağılım

Çalışma alanında, Kalburçayırı Formasyonunun Etyemez'den Hamal'a kadar GD-KD doğrultuda yayılım göstermektedir.

5.4.3. Litoloji

Çakıllı Birim, Kalburçayırı Formasyonunun alt kısımlarında çakıl ve çakıl taşlarının varlığı gözlenmiştir. Hamal ve Etyemez ocaklarında bu çakılların yerel olarak çimento ile bağlanıp konglomeratik yapıya dönüştükleri, genel olarak marnlar içinde serbest oldukları görülmektedir.

Çakıllar tabanda 4–5 cm. çapta olup üstlere doğru küçülme ve sayıca azalma gösterir. Elemanlar genel olarak kireçtaşıdır. Bağlama maddesi daha çok marn, kısmen kil şeklindedir. Egemen renk gri, yeşil olup, bazen sarı-kızıl renkler de gözlenmektedir (Şekil 5.3).

Birimin ortalama kalınlığı 10–40 m. arasında değişmekte, yerel olarak 80 m.'yi bulan şişkinliklere de ulaşmaktadır.



Şekil 5.3. Kalburçayırı Formasyonu Linyit seviyelerindeki sarı killi bir görünüm. Bakış yönü KB.

Kömürlü Birim, Çakıllı birimin üzerine konkordan olarak gelen bu birim genel olarak marn ve killi marn litolojisindeki çökellerden oluşur. Kömür ve kömürlü killi içinde bol miktarda gastropod fosilleri vardır. Yerel olarak tüf bantları ile küçük boyutlu elemanlardan oluşan detritik çökelleri de içerir. Alt seviyelerde yeşil renkli olan marnlar üst düzeylere doğru yeşil-gri ve gri-kahve renkli olurlar. Birimden alınabilen ölçülerle formasyonun yatay ve yataya yakın konumlu (8° - 5°) tabakalanma gösterdiği anlaşılmıştır. Kömür tabakaları bu birim içinde oluşmuştur. Bu birim içinde çok sayıda kömür seviyesi var olmakla birlikte işletilebilir nitelikli seviye sayısı sadece ikidir (Şekil 5.4).



Şekil 5.4.Kömürlü birim (üst ve alt damar)

5.4.4. Yaş

Neojen'i oluşturan formasyonlar içerisinde kesin yaş verebilecek bir fosil bulunamamıştır. Bu formasyonlarda litolojik verilere dayanan bir sınıflama yapılmıştır. Çökellerin yaşı palinolojik verilere dayandırılarak Alt Pliosen olarak kabul edilmiştir (Narin ve diğ. 1986).

5.4.5. Oluşum Ortamları

İnceleme alanımızda geniş yayılıma sahip Neojen, göl fasiyesindeki çökellerle temsil edilmektedir. Bu çökeller içerisinde linyit kömürü seviyeleri gözlenmektedir. Kangal Havzası kömürleri, edinilen organik jeokimyasal verilere göre limnik ortamda oluşmuştur. Kangal kömürlerinde izlenen hopanların tip ve bollukları, bakteriyel faaliyeti ve ayrıca organik maddenin olgunlaşmamış-erken olgun seviyesini veya organik yığılmanın diyajenetik bozunmasını hüminit yansıma ölçümleri ile uyumlu olarak belirtir.

5.5. Bicir Formasyonu

5.5.1. Tanımı

İnceleme alanında tipik olarak Bicir Deresi içinde gözlendiğinden bu isim verilmiştir. Bicir formasyonu Kalburçayırı formasyonu gibi yataya yakın konumludur.

5.5.2 Dağılım

İnceleme Alanında, Kalburçayırı formasyonu ustune yatay olarak konumlanmıştır, ve KB-GD doğrultusunda bulunmaktadır.

5.5.3 Litoloji

Narin ve diğ. (1986) tarafından Kalburçayırı Formasyonu üzerine konkordan olarak gelir. İki formasyonu ayırıcı litolojik kılavuz seviye yoktur. Formasyonun temel ile olan dokanakları stratigrafik aşmalıdır. Kömür seviyesinin yayılımını araştırma düşüncesiyle yapılan sondajların bir kısmında Bicir Formasyonundan sonra temel kayaçlarına girilmiştir. Bu durum Bicir Formasyonu'nun bazı yörelerde temel üzerine diskordansla oturduğunu kanıtlar.

Kireçtaşı, marnlı kireçtaşı, marn litolojisindeki formasyon sarımsı beyaz rengiyle kolayca tanınabilir (Şekil 5.5). Formasyonun alt kısımlarında marnlı kireçtaşı, marn litolojisi egemendir. İçerdikleri çatlaklar sondajlarda çamur kaçağına sebep olmuşlardır. Üretilabilir kömürün bulunduğu yerlerde, ortalama kalınlığı 20–50 m. civarında olup, yerel olarak 80 metreye kadar ulaşmaktadır. Bicir formasyonu Kalburçayırı formasyonu gibi yataya yakın konumludur.

5.5.4. Yaş

Neojen'i oluşturan formasyonlar içerisinde kesin yaş verebilecek bir fosil bulunamamıştır. Bu formasyonlarda litolojik verilere dayanan bir sınıflama yapılmıştır. Çökellerin yaşı palinolojik verilere dayandırılarak Alt Pliosen olarak kabul edilmiştir (Narin ve diğ. 1986).



Şekil 5.5. Bicir Formasyonuna ait kireçtaşları

5.5.5. Oluşum Ortamları

İnceleme alanındaki Bicir Formasyonu Neojen, göl fasiyesindeki çökellerle temsil edilmektedir. Ancak bu formasyonda kömürlü birimler yoktur.

5.6. Genç Oluşuklar (Bazalt, tüf tüfit, akıntı yapısı gösteren volkanik kayaç)

5.6.1. Tanımı

Pliyosen sonu veya Kuvaterner başlangıcındaki volkanizmanın ürünleri olan bazalt, tüf ve tüfitlerle, Kuvaterner yaşlı teras çakılları, alüvyonlar ve yamaç molozları bu gruba dahil edilmişlerdir. Bunlar da yaşça iki birime ayrılarak incelenebilir.

5.6.2. Dağılım

Genç Oluşuklar, bazalt akıntıları inceleme alanının batı ve güneybatısında geniş yayılıma sahip genel olarak temel kayaçları üzerine yataklanmıştır. Tüfler ve tüfitler inceleme alanı içindeki bazaltların altında yerel olarak küçük yüzeylemeler şeklinde gözlenebilmektedir.

Daha Genç Oluşuklar, İnceleme alanı içerisinde yalnızca Kalburçayırı köyünün güneydoğusunda Balıklan Dere kenarında görülen teras çakılları oldukça sağlam çimentoludur.

5.6.3. Litoloji

Genç Oluşuklar, renkleri siyahımsı yeşildir. Akıntı yapısı gösteren volkanik kayaç ise fenokristaller ve tipik akıntı yapısı gösteren plajioklas mikrolitleri (albit karakterinde) ve volkanik camdan oluşmaktadır. Bu birimin inceleme alanındaki kalınlığı yaklaşık 50 m. kadardır.

Daha Genç Oluşuklar, Genel olarak Kalburçayırı Formasyonu'nun yüzeylediği yerler yamaç molozları ile örtülüdür. Bu nedenle kömür seviyesinin bu yamaç molozları altındaki devamlılıkları yarmalarla araştırılmıştır. Teras çakılları, alüvyonlar ve yamaç molozları bu birime dahil edilmişlerdir. Alüvyonlar Kazıklı Dere ve buna bağlanan dereler boyunca izlenirler. 0-15 m. civarında kalınlık gösteren alüvyonel topraklar tarıma en uygun alanları oluşturmuşlardır.

5.6.4. Yaş

Pliyo-Kuvaterner yaşında kabul ettiğimiz volkanizma ürünleri bu birim içine dahil edilmişlerdir.

5.6.5. Oluşum Ortamları

Narin ve Kavuşan (1993)'a göre, bölgedeki Volkanik oluşumlar Neojen çökellerinin üzerinde gözlemlendiklerine göre bölgede volkanik faaliyet varsayımıyla Pliyosen sonu veya Kuvaterner'de olmuştur. Volkanik ürünler, batı ve güneybatıdaki yüksek düzlüklerde bazalt, tüf, tüfit litolojisinde izlenirler.

6. YAPISAL JEOLJİ

İnceleme alanında Neojen öncesi ve Neojende dislokasyon zonları gözlenmiştir. Ancak ekonomik olanakları içeren Neojen çökelleri içindeki yapısal öğelere incelemede ağırlık verilmiştir.

6.1. Faylar

Temeli oluşturan metamorfik kireçtaşlarında tabakalanma düzlemleri boyunca faylanmalar mevcuttur. Bunlar genelleşmiş olarak doğu-batı doğrultusunda izlenmektedir. Ofiyolit seri kayaçlarının dokanakları da çoğunlukla faylıdır. Faylar genellikle küçük ve eğim atımlıdır (Şekil 6.1). Atımları 12-16 m. arasında değişmektedir.



Şekil 6.1. Kömürlü seviyedeki faylanma (Bakış yönü-KB)

Bölgede saptanabilen en uzun fay, Kalburçayırı kuzey bölümünde kömürlü alanı yaklaşık kuzey-güney doğrultusunda kesmektedir. Düşen blok doğu bloktur. Fay Kalburçayırı kuzeyinde çatallanmakta ve şekil 6,2'deki gibi horst-graben yapısı gözlenmektedir. Kalburçayırı köyünün güneyinde atımı yaklaşık 14 m.ye ulaşırken,

kuzeyinde 64 m.ye kadar çıkmaktadır. Sahada 4 km. kadar devam ettiği düşünülmektedir. Neojen alanındaki fayların en büyük atımlıdır.



Şekil 6.2. Graben ve horst yapıları.

6.2. Kıvrımlar

Çoğunlukla temeli oluşturan kireçtaşları kıvrımlar içermektedir. Bunlar, kıvrımlar yanında bol sayıda da kırıklı bir yapı gösterirler. Genel olarak Neojen çökelleri Kuzeybatı-Güneydoğu uzanımlı senklinaller içinde bulunurlar. Neojen Formasyonları yatay veya yataya yakın eğime sahiptirler. Buna bağlı olarak küçük ondülasyonlar içerirler.

Bicir Formasyonu fazlaca çatlaklı olup eğim ve doğrultulu ölçümünde güçlük çıkarmaktadır. Kalburçayırı Formasyonu'nun görüldüğü yerler ise yamaç molozları ile kaplıdır. Bu nedenle kömürlü seriyi yansıtılabilecek ölçülerin bulunması hemen hemen olanaksızdır.

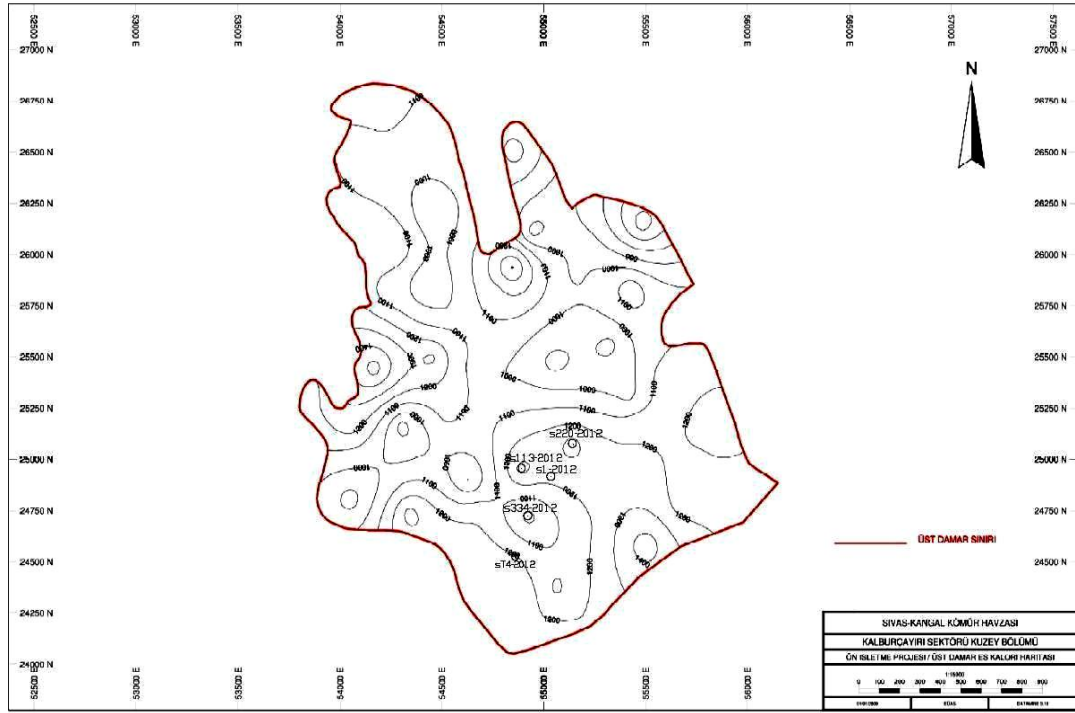
7. JEOKİMYA

7.1. Kimyasal Verilerin Değerlendirilmesi

Çalışma alanında, kömür tabakalarından yatay yönde ve sondajlardan düşey yönde sistematik olarak örnekler alınmıştır. Yatay yönde alınan örnekler kömür tabasında bir hat boyunca (Şekil 4.4) alınmış ve koordinatları kaydedilmiştir (Tablo 7.1). Aynı şekilde 4 ayrı noktada yapılan sondaj noktalarında logları (Şekil 7.2, 7.3, 7.4, 7.5) ayrı ayrı değerlendirilerek belirli derinliklerde ve örnekler alınmıştır (Tablo 7.2). Örnekler yaklaşık 200-250 gr. alınarak öğütme ve eleme işlemlerinden geçirildikten sonra kül haline getirilen kömür örneklerine ICP-OES (Inductively Couple Plasma-Optic Emission Spectrometry) analizleri ile iz element ve NTE içerikleri belirlenmiştir.

Tablo 7.1. Yatay yönde alınan örneklerin koordinatları

YATAY NO	X	Y	YATAY NO	X	Y
A1	354828	4324874	A21	354932	4324640
A2	354838	4324868	A22	354964	4324640
A3	354850	4324863	A23	354853	4324498
A4	354861	4324857	A24	354851	4324501
A5	354864	4324842	A25	354851	4324502
A6	354874	4324834	A26	354850	4324504
A7	354885	4324828	A27	354850	4324506
A8	354898	4324821	A28	354850	4324508
A9	354921	4324792	A29	354850	4324514
A10	354910	4324784	A30	354850	4324519
A11	354903	4324769	A31	354851	4324517
A12	354900	4324751	A32	354849	4324536
A13	354992	4324762	A33	354848	4324543
A14	354989	4324745	A34	354847	4324557
A15	354986	4324726	A35	354847	4324568
A16	354985	4324707	A36	354915	4324673
A17	354982	4324686	A37	354915	4324683
A18	354862	4324628	A38	354914	4324690
A19	354893	4324628	A39	354913	4324701
A20	354913	4324701	A40	354919	4324709



Şekil 7.1. Düşey yönde alınan örnek noktalar

Tablo 7.2. Düşey yönde alınan örneklerin koordinatları

DÜŞEY NO	X	Y
S1	354922.887	4324721.438
S1	354922.887	4324721.438
S2	354861.097	4324519.299
S2	354861.097	4324519.299
S3	355144.758	4325070.129
S3	355144.758	4325070.129
S3	355144.758	4325070.129
S4	354891.535	4324952.781
S4	354891.535	4324952.781
S4	354891.535	4324952.781

SİVAS-KANGAL-KALBURÇAYIRI
SONDAJ NO: 1

Yüseklik m	Derinlik m	İlavesi yeli	Karat %	Litojoloji	Stamp	Açıklamalar	Kimyasal Analiz Sonuçları					
							Lab No.	%				Aşağı Kalori Kcal/Kg
								Nem	Kül	Kükürt	Uçucu Madde	
238	0						1 NOLU SANDIK					
13	2.38							51.34	38.65			1216
0.9	3.68											
0.9	3.77											
135							2 NOLU SANDIK					
	5.12											
0.2	5.92											
0.2	5.5											
0.3	5.8											
0.5	6.3											
0.3	6.61											
112	7.73							49.53	43.89			945
0.4	8.13											
124												
	9.37											
0.2	9.6											
0.2	9.75											
125							3 NOLU SANDIK					
	10.9											
14												
	12.4							53.49	35.82			1241
0.3	12.7											
0.9	13.6						4 NOLU SANDIK					
0.5	14											
0.4	14.4											
181												
	16.2											
0.2	16.8											
0.2	16.6											
0.5	17											
0.3	17.3							43.66	57.05			774
0.4	17.7											
0.4	18.1						8 NOLU SANDIK					
0.5	18.6											
10	28.5											
0.3	28.8											
6.4	35.2											
8.8	44											
0.2	44.2							52.24	36.27			1432
0.7	44.9											
0.9	45.8											
0.1	45.9							46.79	46.72			1186
0.4	46.3						10 NOLU SANDIK					
0.1	46.4							38.15	73.23			0
3.6	50											

Şekil 7.2. Düşey yönde alınan örneklerden 1 nolu sondaja ait logu

SİVAS-KANGAL-KALBURÇAYIRI
SONDAJ NO: 2

Yükseklik	Derinlik	İkelenme yolu	Karat %	Litoloji Stamp	Açıklamalar	Kimyasal Analiz Sonuçları					
						Lab No.	Nem	Kül	%		Aşağı Kalori Kcal/Kg
									Kükürt	Uçucu Madde	
1.1	0					1 NOLU SANDIK	52.3	41.2			1115
1.25	1.1										
0.85	2.35										
0.15	3.2										
0.85	3.35			2 NOLU SANDIK		52.5	44.3			956	
0.10	4.2										
0.10	4.3										
1.05	5.35										
0.15	5.5			3 NOLU SANDIK							
0.67	6.17										
0.8	6.67										
0.23	7.2										
0.5	7.7			4 NOLU SANDIK							
1.1	8.8										
0.25	9.01										
0.15	9.12										
3.25				5 NOLU SANDIK							
0.25	12.41										
0.15	12.66										
0.18	13.25										
0.18	13.43			6 NOLU SANDIK							
5.85											
0.25	23.26										
0.26	23.51										
0.13	23.77			7 NOLU SANDIK							
0.13	23.98										
5.77											
29.67											
5.1				8 NOLU SANDIK	51.2	42.5				1269	
34.77											
1.44	36.21										
0.66	36.87										
0.88	37.35			9 NOLU SANDIK	51.2	42.5				1269	
0.20	37.55										
2.12											
0.18	39.67										
0.18	39.85			10 NOLU SANDIK							
10.15											
50											

Şekil 7.3. Düşey yönde alınan örneklerden 2 nolu sondaja ait logu

SİVAS-KANGAL-KALBURÇAYIRI
SONDAJ NO: 3

Yüklülük	Derinlik	İlerleme geli	Karat %	Litoloji Stamp	Açıklamalar	Kimyasal Analiz Sonuçları					
						SANDIK No.	%				Aşağı Kalori Kcal/Kg
							Nem	Kül	Kükürt	Uçucu Madde	
17	17										
0.05	17.05										
0.03	17.08										
0.03	17.11										
1.44	18.55					4 NOLU SANDIK	46.15		43.43		1180
0.6	19.15										
0.32	19.47										
0.5	19.97										
0.15	20.12										
0.15	20.27										
0.25	20.52										
0.65	21.17										
0.15	21.32					5 NOLU SANDIK	48.68		47.81		974
0.8	22.12										
0.25	22.37										
0.5	22.87										
0.1	23.07										
1.65	24.72										
0.25	24.97										
0.3	25.27										
0.48	25.75										
0.33	26.08										
0.9	26.98										
0.79	27.77										
0.08	27.88										
0.03	27.91					6 NOLU SANDIK	47.53		44.23		976
0.82	28.73										
0.03	28.76										
0.51	29.27										
0.43	29.7										
0.42	30.12										
0.28	30.4										
0.66	31.06										
0.08	31.15										
0.35	31.49										
0.4	31.89					7 NOLU SANDIK					781
2.4	33.29										
0.52	33.81										
0.31	34.12										
8.35						8 NOLU SANDIK					
0.08	42.47										
0.25	42.55										
0.92	43.72										
0.1	43.82					9 NOLU SANDIK	45.13				1387
1.5	45.32										
0.13	45.37										
0.22	45.69										
0.13	45.82										
2.72						10-11 NOLU SANDIK	50.22				1539
0.15	48.54										
0.15	48.69										
5.88											
0.25	54.57										
0.25	54.82										
1.9	56.72										
0.9	57.62										
0.36	57.98										
0.5	58.88										
0.1	58.98										
0.72	59.3										
0.7	60					12 NOLU SANDIK					yanmadı

Şekil 7.4. Düşey yönde alınan 3. Sondaja ait sondaj logları

SİVAS-KANGAL-KALBURÇAYIRI
SONDAJ NO: 4

Yataylık	Derinlik	Derinlik m	Kum %	Litoloji Stamp	Açıklamalar	Kömür Serisi		Kimyasal Analiz Sonuçları			
						Damar Stampı	Derinlik	Lab No.	% Nem	% Kül	Aşağı Kalori Kcal/Kg
20.47	20.47										
0.73	21.2				5. SANDIK						
0.27	21.47										
0.54	21.81										
0.175	21.86										
0.12	21.99										
0.42	22.45										
1.68	24.13										
0.10	24.23										
0.355	24.84								52.5	41.54	977
0.13	25.32				6. SANDIK						
0.38	25.7										
0.54	26.34										
0.28	26.6										
0.5	27.1										
0.45	27.55										
0.93	28.48										
0.15	28.63										
1.42	30.05								51.21	43.98	871
1.4	31.45				7. SANDIK						
0.3	31.75										
0.2	31.95										
0.64	32.79										
0.1	32.89										
0.58	33.27								53.35	37.63	1181
2.87											
0.13	36.34				8. SANDIK						
0.13	36.27										
0.51	36.78										
0.12	36.94										
0.2	37.13										
1.2	38.34										
0.52	38.86								45.32	50.81	895
0.2	39.06										
11.58											
0.12	50.65										
0.75	50.84										
0.15	51.59										
0.15	51.74										
7.3											
0.2	56.84										
0.3	56.94										
0.6	56.84										
0.52	60.36										
5.03					11 VE 12. SANDIK						
0.3	61.39										
0.3	61.49										
5											
0.2	62.49										
0.2	62.69										
1.65											
0.15	64.34										
0.15	64.49										
0.6	65.09								45.57	50.86	981
0.3	65.29										
0.25	65.54										
0.5	65.64										
0.6					13. SANDIK						
0.65	66.44										
0.65	67.09										
1.2											
0.25	68.29										
0.25	68.54										
1.15											
0.55	69.89								63.29	43.07	704
0.55	70.24										
0.2	70.44										
2.56											
73											

Şekil 7.5. Düşey yönde alınan 4. Sondaja ait sondaj loglar

7.1.1. Nadir Toprak Elementleri

40 yatay ve 10 sondaj karotlarından alınan düşey örneklerdeki NTE (Nadir Toprak Elementleri) içerikleri Tablo 7.3 ve Tablo 7.4 da verilmiştir.

Tablo 7.3. Yatay kömür örneklerindeki NTE içerikleri (Tüm değerler ppm olarak verilmiştir.)

Örnek No	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Yb	La
SK1	4.92	0.6	2.2	0.4	0.1	0.3	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	2.6
SK2	22.76	2.8	9.4	1.6	0.4	1.5	0.2	1.2	0.2	0.5	0.5	11.0
SK3	16.84	2.0	7.3	1.1	0.3	0.9	0.2	1.1	0.2	0.5	0.5	8.6
SK4	16.19	2.1	6.8	1.4	0.3	1.1	0.1	1.0	0.2	0.6	0.5	8.3
SK5	4.64	0.6	1.7	0.3	0.1	0.4	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	2.2
SK6	5.98	0.8	2.8	0.6	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.3	0.3	2.9
SK7	5.51	0.6	2.5	0.4	0.1	0.6	0.1	0.4	0.1	0.2	0.2	2.7
SK8	4.60	0.5	2.3	0.4	0.1	0.4	0.1	0.2	0.1	0.1	0.2	2.1
SK9	4.06	0.4	1.3	0.3	0.1	0.3	0.1	0.2	0.1	0.2	0.1	2.0
SK10	9.77	1.3	4.0	0.7	0.2	0.6	0.1	0.7	0.2	0.5	0.4	5.7
SK11	5.99	0.8	2.9	0.5	0.1	0.8	0.1	0.4	0.1	0.3	0.3	3.4
SK12	22.54	2.6	9.5	1.5	0.4	1.5	0.3	1.5	0.3	0.7	0.7	11.6
SK13	6.87	0.8	3.4	0.6	0.2	0.8	0.1	0.6	0.1	0.3	0.3	3.5
SK14	9.43	1.1	3.9	0.8	0.2	1.0	0.1	0.7	0.2	0.3	0.3	5.0
SK15	10.59	1.3	4.7	0.8	0.2	0.9	0.1	0.8	0.2	0.4	0.4	6.1
SK16	5.62	0.7	2.0	0.6	0.1	0.6	0.1	0.7	0.1	0.3	0.2	3.2
SK17	7.65	1.0	3.2	0.7	0.2	0.9	0.1	0.8	0.2	0.4	0.4	4.4
SK18	11.04	1.4	5.3	1.1	0.2	0.8	0.1	0.8	0.2	0.4	0.5	6.1
SK19	12.44	1.4	5.6	1.0	0.3	1.1	0.2	0.9	0.2	0.5	0.4	6.6
SK20	7.74	1.0	3.5	0.9	0.2	0.7	0.1	0.8	0.2	0.4	0.3	4.5
SK21	9.94	1.1	4.3	0.7	0.2	0.8	0.1	0.7	0.2	0.4	0.5	5.4
SK22	7.48	0.9	3.2	0.7	0.2	0.7	0.1	0.7	0.2	0.5	0.4	4.3
SK23	6.17	0.7	3.2	0.5	0.1	0.5	0.1	0.6	0.1	0.4	0.3	3.3
SK24	9.40	1.2	4.2	0.8	0.2	0.8	0.1	0.6	0.1	0.4	0.4	5.0
SK25	20.08	2.4	8.7	1.5	0.3	1.4	0.2	1.1	0.3	0.7	0.6	10.5
SK26	8.21	1.0	3.4	0.6	0.2	0.8	0.1	0.6	0.1	0.4	0.3	4.7
SK27	5.65	0.7	2.5	0.4	0.2	0.6	0.1	0.5	0.1	0.3	0.3	3.1
SK28	9.48	1.1	4.7	0.9	0.3	0.8	0.2	0.7	0.1	0.3	0.4	5.4
SK29	9.91	1.3	4.9	0.7	0.2	0.9	0.1	0.8	0.1	0.4	0.3	5.4
SK30	10.59	1.2	4.6	0.8	0.2	0.7	0.1	0.7	0.1	0.4	0.4	5.2
SK31	9.21	1.2	4.4	0.8	0.2	0.7	0.1	0.8	0.1	0.5	0.3	3.8
SK32	6.98	0.8	2.8	0.5	0.1	0.5	0.1	0.5	0.1	0.3	0.4	5.3
SK33	9.32	1.2	4.6	0.7	0.2	0.7	0.1	0.6	0.1	0.4	0.4	2.9
SK34	5.19	0.6	2.4	0.6	0.1	0.4	0.1	0.4	0.1	0.3	0.2	4.3
SK35	8.27	1.0	3.9	0.6	0.1	0.8	0.1	0.7	0.1	0.4	0.4	4.7
SK36	8.24	1.0	4.2	0.9	0.1	0.9	0.1	0.8	0.1	0.3	0.3	3.3
SK37	5.71	0.8	2.5	0.4	0.1	0.4	0.1	0.6	0.1	0.3	0.3	4.0
SK38	7.13	0.9	3.0	0.7	0.1	0.6	0.1	0.4	0.1	0.3	0.3	5.3
SK39	9.88	1.2	4.8	1.1	0.2	1.0	0.1	0.7	0.2	0.4	0.4	4.0
SK40	7.38	0.8	2.8	0.6	0.1	0.5	0.1	0.7	0.1	0.4	0.4	2.6
Ortalama	9.24	1.12	4.09	0.76	0.18	0.75	0.12	0.68	0.14	0.38	0.35	4,95

Yatay örnek noktalarındaki hafif HNTE (Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) ve ağır ANTE (Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb) ortalamalarının toplam değeri 15.36 ppm ile 7.37 ppm ve Σ NTE içeriği ise 22.76 ppm olarak hesaplanmıştır.

Düşey örnek noktalarındaki hafif HNTE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) ve ağır ANTE (Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Yb) ortalamalarının toplam değeri 30.08 ppm ile 2.87 ppm ve Σ NTE içeriği ise 32.95 olarak hesaplanmıştır.

Düşey örnek NTE içerikleri dünya kömür ortalama değerleri ile karşılaştırıldığında Ce ve Nd zenginleşmeleri görülmektedir.

Tablo 7.4. Düşey kömür örneklerinde NTE içerikleri.

NTE	DS1	DS2	DS3	DS4	DS5	DS6	DS7	DS8	DS9	DS10	Ort NTE
La	7.3	5.7	7.1	9.3	7.2	7.5	5.9	7.1	7.8	7.6	7.25
Ce	14.72	11.02	13.72	18.96	13.17	13.97	11.74	13.69	14.78	14.88	14.06
Pr	1.6	1.4	1.7	2.2	1.7	1.5	1.3	1.5	1.7	1.7	1.6
Nd	6.3	5.2	5.6	8.4	6.0	5.3	5.2	5.2	5.4	5.7	5.83
Sm	0.9	1.0	1.0	1.4	1.1	0.9	0.9	1.4	1.0	1.2	1.08
Eu	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.26
Gd	1.0	0.7	0.9	1.3	1.0	1.0	0.6	1.1	0.9	0.6	0.91
Tb	0.1	<0.1	0.2	0.1	0.1	0.1	<0.1	0.1	0.2	0.1	0.12
Dy	0.9	0.5	0.9	1.1	0.7	0.9	0.7	0.8	1.0	0.9	0.84
Ho	0.1	0.1	0.2	0.2	0.1	0.1	0.1	0.2	0.1	0.2	0.14
Er	0.6	0.3	0.4	0.5	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.41
Yb	0.4	0.4	0.6	0.5	0.4	0.4	0.3	0.5	0.5	0.5	0.45

Tablo 7.5 ve kondrit, Çin ve Dünya kömür ortalamaları. Tüm değerler ppm olarak verilmiştir.* Ren ve Dubler (1999)'den; ** ise Wedepohl (1978).

Tablo 7.5. NTE Çin ve dünyadaki dağılımı

NTE	Ortalama	**Kondrit	**Ort. Şeyl	* Çin Kömür	*Dünya Kömür
La	7.25	0.31	41	26.09	10
Ce	14.07	0.81	83	49.82	11.5
Pr	1.63	0.12	10.1	—	—
Nd	5.83	0.6	38	22.08	4.7
Sm	1.08	0.2	7.5	4.09	1.6
Eu	0.26	0.07	1.61	0.72	0.7
Gd	0.91	—	6.35	—	—
Tb	0.12	0.05	1.23	0.58	0.3
Dy	0.84	0.32	5.5	—	—
Ho	0.14	0.07	1.34	—	—
Er	0.41	0.21	3.75	—	—
Yb	0.45	0.21	3.53	1.78	0.5

Her iki örnek noktasında da hafif nadir toprak elementlerinin zenginleştiği görülmektedir. Toplam nadir toprak element değerlerini; Wang (2008) tarafından yapılan çalışmalarda organik maddeler içindeki toplam NTE aralığı 26,33 ila 590,12 ppm aralığında olarak belirlenmiştir. ABD'deki kömürlerde ortalama NTE içeriği 101 ppm; dünya çapındaki bitümlü kömürlerde 62,1 ppm (Finkelman, 1993) ve antrasitlerde 68,5 ppm (Yudovich ve Ketris, 2005), Çin kömürlerinde ortalama 137,9 ppm (Dai ve diğ. 2007); Türkiyede yapılan bir çalışmaya göre Hırka Formasyonu (Beypazarı-Ankara) bitümlü şeylerinde ortalama 45,46 ppm olarak belirlenmiştir.

Bu çalışmalar dikkate alındığında çalışma konusunu oluşturan kömürlerin yüksek oranda NTE içerdiği saptanmıştır. Özellikle düşey örnekler yatay örnekler göre 1.44 kat daha fazla NTE içerdiği belirlenmiştir. Hannigan ve Basu, (1998), NTE içeriğinin kömürlerin olgunlaşma derecesi ile ilişkili olduğunu ve olgunlaşmanın artması ile NTE içeriklerinin artabileceğini belirtmektedir.

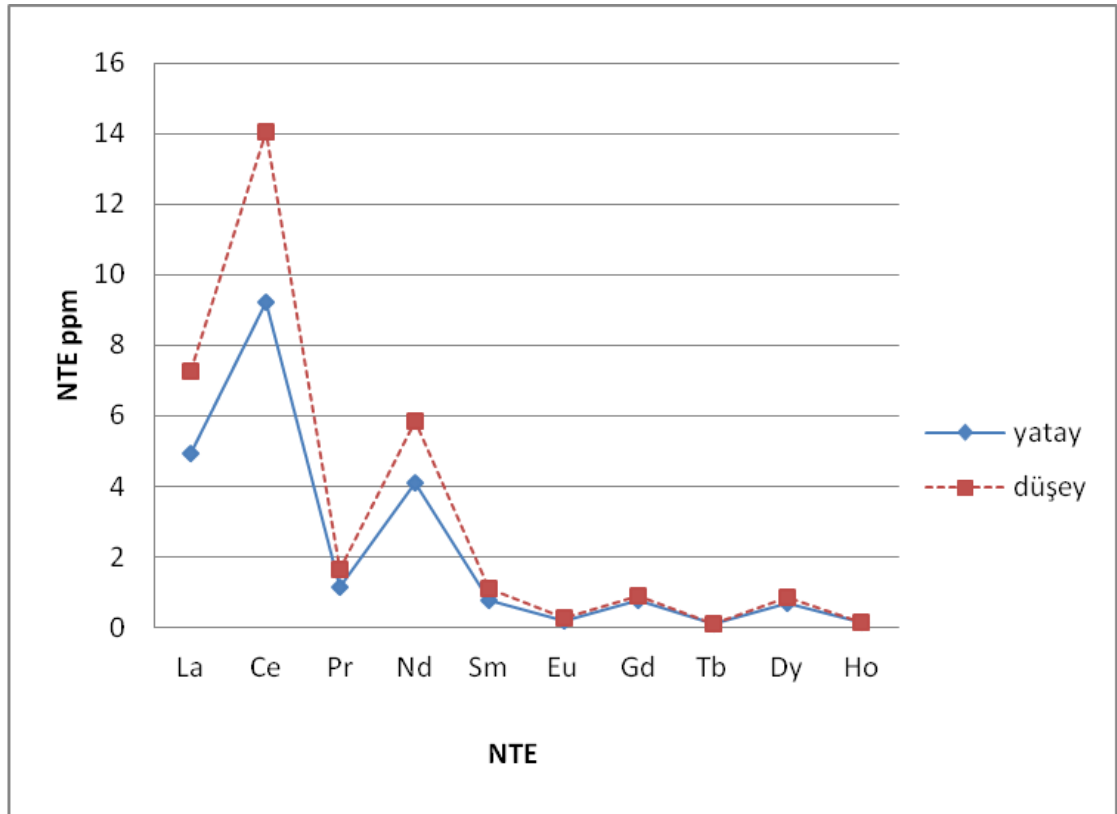
Korelasyon tablolarında HNTE nin birbirleri ile korelasyon ilişkilerinin ONTE ve ANTE göre oldukça iyi olduğu Tablo 7.6 ve Tablo 7.7' de görülmektedir.

Tablo 7.6. Yatay örnek noktalarındaki kömür örneklerinde Pearson korelasyon katsayıları(n=40 örnek)

	Ce											
Ce	1.00	Pr										
Pr	0.99	1.00	Nd									
Nd	0.99	0.98	1.00	Sm								
Sm	0.93	0.94	0.94	1.00	Eu							
Eu	0.89	0.88	0.89	0.85	1.00	Gd						
Gd	0.89	0.88	0.90	0.89	0.84	1.00	Tb					
Tb	0.78	0.73	0.77	0.67	0.76	0.67	1.00	Dy				
Dy	0.90	0.90	0.90	0.88	0.83	0.86	0.71	1.00	Ho			
Ho	0.75	0.74	0.73	0.76	0.71	0.73	0.58	0.75	1.00	Er		
Er	0.83	0.83	0.82	0.80	0.75	0.75	0.57	0.87	0.74	1.00	Yb	
Yb	0.8	0.8	0.9	0.8	0.8	0.8	0.6	0.8	0.7	0.8	1.00	

Tablo 7.7. Sondaj karot örneklerindeki kömürlerde NTE Spearman pearson olabilir korelasyon katsayıları.n= 10 örnek.

	Ce										
Ce	1.00	Pr									
Pr	0.74	1.00	Nd								
Nd	0.68	0.82	1.00	Sm							
Sm	0.29	0.55	0.23	1.00	Eu						
Eu	0.43	0.00	-0.22	0.22	1.00	Gd					
Gd	0.29	0.35	0.39	0.38	0.04	1.00	Tb				
Tb	0.17	0.36	0.00	-0.09	-0.10	-0.18	1.00	Dy			
Dy	0.93	0.71	0.59	0.17	0.40	0.36	0.41	1.00	Ho		
Ho	0.43	0.48	0.22	0.73	0.25	0.22	0.10	0.37	1.00	Er	
Er	0.75	0.65	0.83	0.20	-0.04	0.68	0.00	0.71	0.28	1.00	Yb
Yb	0.54	0.67	0.26	0.61	0.11	0.20	0.60	0.59	0.80	0.35	1.00



Şekil 7.6. Yatay ve düşey örneklerdeki NTE değişimleri.

Hem yatay hem de düşey örneklerle göre değişimleri incelendiğinde HNTE (La, Ce, Nd) ve ONTE (Sm, Gd, Tb, Dy) oranla daha fazla zenginleştiği görülmektedir (Şekil 7.6). Gd/La oranları bunu desteklemektedir. Bu durum bazik bileşimli suların oluşumda etkili olduğunu düşündürmektedir. Elderfield ve diğ. (1990); Gimeno ve diğ., (2000), asidik sularda önemli oranda ONTE zenginleşmelerinin karakteristik olduğunu belirtmektedir.

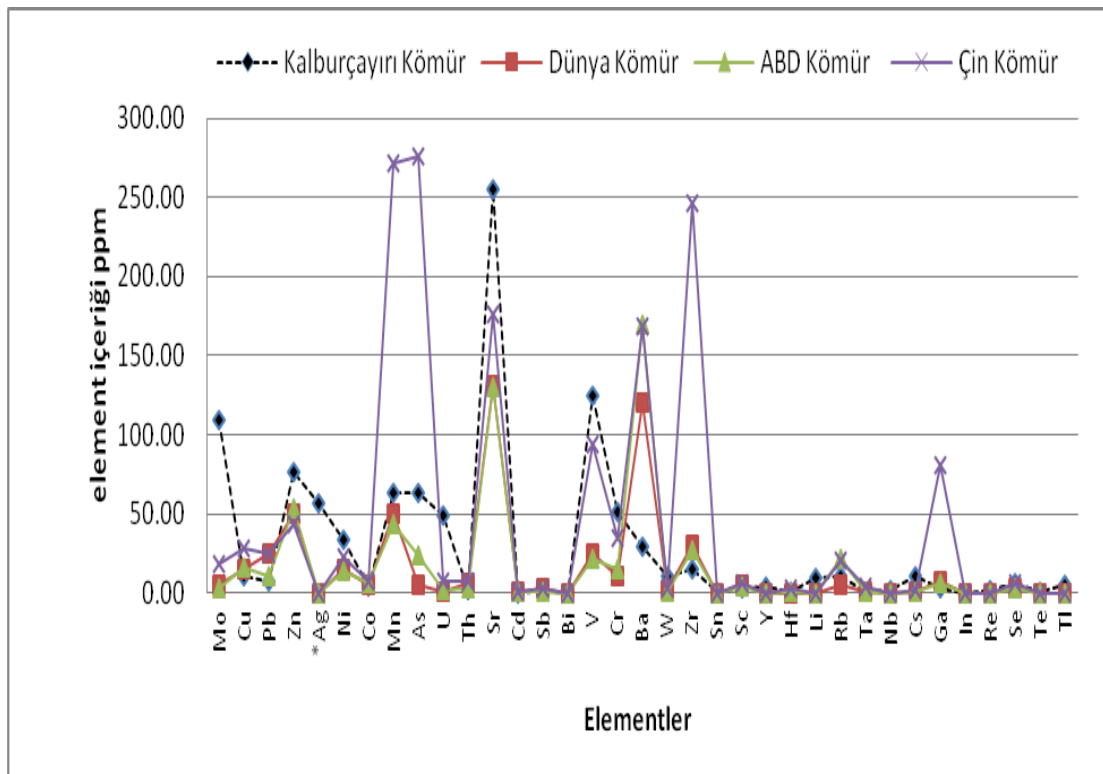
Tablo 7.8.Yatay örnek noktalarında ortalama iz element içerikleri ile +dünya, +ABD ve +Çin kömürlerindeki element içeriklerinin karşılaştırılması += Ren ve diğ. (1999)'dan alınmıştır.*=ppb; **=% diğerleri ppm olarak verilmiştir.

	Kalburçayırı Kömür	+Dünya Kömür	+ABD Kömür	+Çin Kömür
Mo	108.56	5.00	3.30	18.15
Cu	9.68	15.00	16.00	28.22
Pb	5.66	25.00	11.00	24.77
Zn	72.12	50.00	53.00	43.24
*Ag	53.27	—	—	—
Ni	34.85	15.00	14.00	22.62
Co	3.28	5.00	6.10	6.72
Mn	56.74	50.00	43.00	271.22
**Fe	1.00	1.00	1.30	1.21
As	56.22	5.10	24.00	276.61
U	47.99	1.00	2.10	7.52
Th	1.40	6.30	3.20	6.90
Sr	315.19	130.76	130.00	175.96
Cd	0.07	0.30	0.47	0.46
Sb	1.34	3.00	1.20	2.58
Bi	0.11	—	—	—
V	125.06	25.00	22.00	94.11
**Ca	3.90	1.00	0.46	1.31
**P	0.04	—	—	—
Cr	54.67	10.00	15.00	34.87
**Mg	0.38	0.02	0.11	0.42
Ba	32.76	120.00	170.00	169.01
**Ti	0.06	0.01	0.08	0.16
**Al	1.16	1.00	1.50	1.94
**Na	0.03	0.02	0.08	0.08
**K	0.13	0.01	0.18	0.33
W	1.63	2.00	1.00	2.35
Zr	16.24	30.41	27.00	246.75
Sn	0.39	—	—	—
Sc	2.59	5.00	4.20	5.81
**S	4.17	—	—	—
Y	4.18	—	—	—
Hf	0.44	—	0.73	3.26
Li	8.69	—	—	—

Rb	12.28	5.16	21.00	20.68
Ta	0.15	0.30	0.22	3.91
Nb	2.27	—	—	—
Cs	8.34	0.20	1.10	2.21
Ga	3.03	7.00	5.70	81.06
In	0.01	—	—	—
Re	1.26	—	—	—
Se	6.24	3.00	2.80	6.22
Te	0.09	—	—	—
Tl	4.91	—	—	—

7.1.2. İz Element

40 yatay ve 10 sondaj karotlarından alınan düşey örneklerdeki iz element içerikleri Tablo 7.9 de verilmiştir



Şekil 7.7. Kalburçayırı kömürlerinin yatay örneklerindeki iz element dağılımlarının dünya ve diğer bazı ülke ortalamaları ile karşılaştırması.

Tablo 7.9. Sondaj noktalarından alınan kömürlerde iz element dağılımı.

	DYS1	DYS2	DYS3	DYS4	DYS5	DYS6	DYS7	DYS8	DYS9	DYS10	Ortalama	Çin Kömür
Mo	48.50	79.81	48.00	52.97	52.99	52.15	40.27	43.84	44.37	49.70	51.26	18.15
Cu	12.30	9.36	11.94	14.05	11.02	10.35	8.69	10.83	10.90	10.57	11.00	28.22
Pb	7.17	6.33	7.38	7.24	10.44	7.62	5.72	7.46	7.30	6.30	7.30	24.77
Zn	55.3	56.7	59.5	51.6	53.6	55.9	46.4	54.9	74.5	54.1	56.25	43.24
*Ag	48	23	42	50	39	54	46	56	47	45	45.00	–
Ni	38.8	34.8	36.6	37.4	33.5	37.2	30.1	34.0	34.7	34.4	35.15	22.62
Co	4.9	4.5	4.6	5.7	5.1	5.4	3.5	4.0	4.3	4.5	4.65	6.72
Mn	91	73	80	92	92	99	79	70	88	94	85.80	271.22
**Fe	1.07	1.15	1.05	1.36	1.12	1.15	0.82	1.01	1.03	1.06	1.08	1.21
As	23.6	22.5	21.3	22.7	23.3	23.4	16.4	18.4	17.9	20.8	21.03	276.61
U	22.6	29.6	23.0	22.2	21.5	22.8	19.3	19.6	20.9	22.2	22.37	7.52
Th	2.7	2.0	2.5	5.4	2.5	2.6	2.1	2.6	2.9	2.7	2.80	6.90
Sr	631	539	652	566	574	579	832	619	659	634	628.50	175.96
Cd	0.08	0.04	0.08	0.02	0.08	0.10	0.02	0.09	0.10	0.04	0.07	0.46
Sb	1.83	2.21	1.76	2.00	1.89	2.13	1.37	1.52	1.47	1.74	1.79	2.58
Bi	0.09	0.09	0.05	0.11	0.05	0.07	0.04	0.06	0.04	0.05	0.07	–
V	84	105	96	86	88	87	80	86	87	87	88.60	94.11
**Ca	10.34	6.05	8.97	8.15	8.61	9.73	15.27	9.07	9.79	9.75	9.57	1.31
**P	0.067	0.051	0.060	0.077	0.065	0.062	0.063	0.065	0.063	0.067	0.06	–
Cr	48	50	53	55	47	48	48	47	49	48	49.30	34.87
**Mg	0.79	0.86	0.84	0.83	0.77	0.82	0.71	0.79	0.83	0.82	0.81	0.42
Ba	34	32	31	40	36	37	35	34	37	37	35.30	169.01
**Ti	0.107	0.102	0.105	0.139	0.106	0.101	0.085	0.098	0.108	0.106	0.11	0.16
**Al	2.40	2.13	2.08	2.86	2.26	2.60	1.67	2.08	2.31	2.37	2.28	1.94
**Na	0.197	0.203	0.144	0.249	0.200	0.271	0.124	0.139	0.151	0.206	0.19	0.08
**K	0.17	0.17	0.16	0.17	0.17	0.19	0.14	0.15	0.17	0.17	0.17	0.33
W	0.6	0.8	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.6	0.6	0.6	0.60	2.35
Zr	24.8	26.3	27.0	33.4	24.6	23.2	22.3	26.4	27.8	26.2	26.20	246.75
Sn	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.5	0.4	0.4	0.5	0.4	0.47	–
Sc	3.7	3.1	3.4	4.8	3.7	3.6	2.7	3.3	3.6	3.4	3.53	5.81
**S	3.12	3.98	3.67	3.63	3.34	3.36	3.00	3.49	3.37	3.37	3.43	–
Y	4.9	4.1	5.0	5.7	4.7	4.6	3.8	4.5	5.0	5.0	4.73	–
Hf	0.63	0.71	0.65	0.89	0.62	0.57	0.52	0.68	0.65	0.69	0.66	3.26
Li	26.0	17.6	23.6	27.8	21.8	22.8	18.1	23.3	24.5	21.9	22.74	–
Rb	14.0	13.9	13.4	13.5	13.3	13.7	11.4	13.5	14.7	14.3	13.57	20.68
Ta	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.21	3.91
Nb	3.09	2.97	3.21	3.17	3.17	2.96	2.73	2.92	3.48	3.25	3.10	–
Cs	11.0	9.8	10.3	10.8	10.6	10.6	9.6	10.3	11.3	10.6	10.49	2.21
Ga	4.76	4.43	4.35	5.56	4.45	4.88	3.56	4.12	4.49	4.68	4.53	81.06
In	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	–
Re	0.200	0.197	0.186	0.164	0.186	0.169	0.132	0.152	0.158	0.139	0.17	–
Se	6.6	6.7	6.3	6.1	5.9	6.1	5.1	5.9	5.9	6.1	6.07	6.22
Te	0.26	0.11	1.00	0.56	0.42	0.99	1.05	0.44	0.17	0.75	0.58	–
Tl	3.14	3.17	3.17	3.43	3.33	3.23	2.92	3.23	3.10	3.17	3.19	–

Tablo 7.10. Yatay kömür örneklerinden ait iz element korelayonu.

Mo																		
Mo	1.00	Cu																
Cu	-0.17	1.00	Pb															
Pb	0.14	0.70	1.00	Zn														
Zn	0.25	0.64	0.80	1.00	Ag													
Ag	0.03	0.08	0.19	0.16	1.00	Ni												
Ni	0.30	0.43	0.57	0.48	0.12	1.00	Co											
Co	-0.06	0.69	0.61	0.47	0.07	0.75	1.00	Mn										
Mn	-0.01	0.46	0.72	0.61	0.19	0.48	0.52	1.00	Fe									
Fe	0.33	0.61	0.86	0.74	0.12	0.69	0.72	0.68	1.00	As								
As	0.75	-0.22	0.07	0.09	-0.09	0.13	-0.09	-0.06	0.27	1.00	U							
U	0.86	-0.34	0.11	0.18	0.06	0.03	-0.26	0.07	0.28	0.80	1.00	Th						
Th	-0.41	0.68	0.74	0.56	0.12	0.36	0.63	0.77	0.57	-0.42	-0.38	1.00	Sr					
Sr	-0.83	0.12	-0.32	-0.25	-0.06	-0.35	-0.01	-0.21	-0.45	-0.71	-0.82	0.22	1.00	Cd				
Cd	-0.52	0.55	0.51	0.40	0.01	0.29	0.59	0.55	0.40	-0.28	-0.43	0.78	0.32	1.00	Sb			
Sb	-0.12	0.84	0.66	0.65	0.06	0.46	0.59	0.35	0.56	-0.05	-0.28	0.53	0.09	0.44	1.00	Bi		
Bi	-0.11	0.18	0.38	0.36	0.74	0.21	0.18	0.33	0.27	-0.08	-0.02	0.36	-0.04	0.32	0.17	1.00	V	
V	0.58	-0.08	0.13	0.07	0.04	0.27	0.00	-0.02	0.37	0.59	0.62	-0.23	-0.68	-0.15	0.03	0.04	1.00	Ca
Ca	-0.58	0.28	0.06	0.06	0.04	-0.06	0.25	0.53	0.01	-0.61	-0.49	0.60	0.59	0.50	0.07	0.05	-0.49	1.00
La	-0.34	0.57	0.72	0.58	0.18	0.32	0.54	0.87	0.55	-0.37	-0.25	0.95	0.11	0.71	0.41	0.39	-0.27	0.61
Cr	0.25	0.36	0.64	0.50	0.16	0.67	0.49	0.55	0.77	0.28	0.28	0.43	-0.46	0.40	0.44	0.36	0.70	-0.08
Mg	-0.85	0.41	0.02	-0.05	-0.04	0.01	0.32	0.02	-0.14	-0.73	-0.92	0.52	0.88	0.57	0.36	0.08	-0.57	0.55
Ba	-0.11	0.27	0.49	0.32	0.01	0.30	0.39	0.36	0.40	0.14	-0.04	0.54	-0.05	0.64	0.34	0.35	0.21	-0.01
Ti	-0.42	0.67	0.74	0.51	0.12	0.48	0.68	0.70	0.57	-0.39	-0.44	0.95	0.17	0.81	0.58	0.39	-0.13	0.44
Al	-0.43	0.66	0.73	0.54	0.11	0.45	0.66	0.74	0.59	-0.38	-0.39	0.95	0.19	0.84	0.56	0.38	-0.09	0.51
Na	-0.52	0.55	0.44	0.38	0.05	0.24	0.39	0.35	0.11	-0.53	-0.57	0.71	0.34	0.64	0.51	0.34	-0.35	0.31
K	-0.29	0.64	0.81	0.57	0.13	0.54	0.66	0.71	0.64	-0.28	-0.30	0.91	0.04	0.75	0.57	0.43	-0.03	0.31

W	0.77	-0.36	-0.06	0.01	0.05	-0.02	-0.29	-0.11	0.11	0.76	0.86	-0.48	-0.81	-0.38	-0.30	-0.01	0.76	-0.59
Zr	-0.44	0.69	0.66	0.43	0.09	0.49	0.68	0.61	0.56	-0.40	-0.48	0.88	0.23	0.80	0.63	0.32	0.01	0.45
Sn	-0.29	0.79	0.76	0.65	0.18	0.53	0.72	0.62	0.62	-0.36	-0.41	0.88	0.16	0.71	0.72	0.43	-0.09	0.37
Sc	-0.24	0.58	0.78	0.58	0.12	0.51	0.64	0.83	0.71	-0.21	-0.16	0.91	0.00	0.79	0.48	0.35	0.05	0.46
S	0.49	-0.33	-0.39	-0.29	0.08	0.03	-0.30	-0.65	-0.21	0.33	0.32	-0.78	-0.31	-0.79	-0.17	-0.20	0.36	-0.68
Y	0.06	0.35	0.72	0.64	0.20	0.34	0.41	0.92	0.65	0.03	0.23	0.72	-0.30	0.51	0.23	0.37	0.00	0.37
Hf	-0.42	0.69	0.65	0.43	0.07	0.51	0.67	0.59	0.53	-0.36	-0.48	0.86	0.20	0.78	0.63	0.35	0.01	0.39
Li	-0.50	0.66	0.67	0.47	0.09	0.38	0.63	0.72	0.49	-0.47	-0.47	0.97	0.26	0.84	0.52	0.35	-0.19	0.60
Rb	-0.21	0.58	0.83	0.53	0.14	0.57	0.67	0.72	0.71	-0.19	-0.21	0.87	-0.06	0.70	0.51	0.39	0.06	0.25
Ta	-0.42	0.77	0.69	0.48	0.03	0.36	0.69	0.54	0.50	-0.36	-0.50	0.88	0.26	0.74	0.66	0.22	-0.26	0.39
Nb	-0.34	0.68	0.72	0.45	0.10	0.54	0.68	0.62	0.58	-0.31	-0.38	0.88	0.09	0.77	0.61	0.33	0.08	0.34
Cs	-0.20	0.46	0.73	0.42	0.16	0.62	0.59	0.70	0.57	-0.26	-0.26	0.79	-0.10	0.54	0.42	0.38	-0.06	0.23
Ga	-0.32	0.73	0.78	0.60	0.12	0.53	0.71	0.68	0.66	-0.31	-0.34	0.92	0.10	0.81	0.65	0.37	0.03	0.38
In	-0.24	0.30	0.32	0.46	0.59	0.16	0.25	0.40	0.15	-0.24	-0.18	0.42	0.16	0.43	0.30	0.70	-0.21	0.28
Re	0.62	-0.29	0.18	0.15	-0.04	0.07	-0.23	0.15	0.29	0.74	0.84	-0.25	-0.74	-0.26	-0.13	-0.03	0.62	-0.45
Se	0.04	0.52	0.71	0.49	0.16	0.40	0.48	0.50	0.70	-0.02	0.02	0.47	-0.29	0.24	0.54	0.21	0.20	-0.02
Te	-0.43	0.40	0.24	0.18	0.04	0.08	0.38	0.55	0.21	-0.46	-0.35	0.69	0.37	0.55	0.16	0.05	-0.30	0.80
Tl	0.70	0.24	0.54	0.59	0.04	0.45	0.33	0.30	0.72	0.65	0.68	0.06	-0.68	0.00	0.28	0.23	0.59	-0.38

Tablo 7.10'un devamı yatak kömür örneklerine ait iz element korelasyon katsayıları.

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Tablo 7.11. Düşey sondaj karot örneklerine ait iz element korelasyon katsayıları.

	<u>Mo</u>																		
Mo	.00	<u>Cu</u>																	
Cu	.14	.00	<u>Pb</u>																
Pb	.19	.33	.00	<u>Zn</u>															
Zn	.01	.04	.25	.00	<u>Ag</u>														
Ag	0.41	.18	.24	0.12	.00	<u>Ni</u>													
Ni	.33	.55	.05	.37	.28	.00	<u>Co</u>												
Co	.70	.58	.44	0.05	.09	.66	.00	<u>Mn</u>											
Mn	.43	.23	.21	0.16	.12	.33	.71	.00	<u>Fe</u>										
Fe	.91	.29	.20	0.01	0.08	.61	.86	.54	.00	<u>As</u>									
As	.67	.44	.38	.04	.05	.67	.86	.53	.78	.00	<u>U</u>								
U	.63	.13	.05	.52	0.33	.68	.53	.20	.65	.61	.00	<u>Th</u>							
Th	0.07	.61	.06	.01	.57	.46	.33	.48	.17	.12	0.17	.00	<u>Sr</u>						
Sr	0.85	0.15	0.31	.09	.05	0.32	0.60	0.15	0.84	0.62	0.46	.06	.00	<u>Cd</u>					
Cd	0.17	.06	.70	.66	.36	.11	.02	.09	0.14	.14	.02	.18	.11	.00	<u>Sb</u>				
Sb	.90	.14	.27	.13	0.16	.56	.76	.34	.94	.79	.77	0.12	0.88	0.04	.00	<u>Bi</u>			
Bi	.59	.35	.06	0.05	.26	.72	.62	.13	.77	.70	.56	.20	0.80	0.17	.78	.00	<u>V</u>		
V	.58	0.06	.33	.57	0.66	.02	.20	.03	.35	.15	.63	0.37	0.37	.20	.49	.00	.00	<u>Ca</u>	
Ca	0.73	0.21	0.36	0.08	.31	0.16	0.46	.06	0.64	0.31	0.49	.19	.82	.15	0.71	0.52	0.66	.00	La

La	.12	.52	.15	0.02	.43	.41	.49	.71	.32	.20	0.10	.93	.00	.17	.02	.12	0.19	.11	<u>Cr</u>		
Cr	.21	.28	0.31	.32	0.19	.56	.25	0.02	.36	0.01	.51	.19	0.08	0.33	.27	.27	.26	0.33	.00	<u>Mg</u>	
Mg	.38	.15	0.04	.67	0.25	.51	.21	0.07	.41	.05	.70	.09	0.28	.04	.43	.32	.65	0.55	.81	.00	<u>Ba</u>
Ba	.16	.12	.04	0.34	.38	.06	.36	.70	.31	.04	0.32	.69	0.07	0.03	.01	.01	0.28	.10	.04	0.11	.00
Ti	.34	.77	.03	.12	0.03	.50	.51	.44	.43	.32	.14	.75	0.15	0.03	.17	.24	.06	0.14	.42	.32	.46
Al	.50	.45	.13	0.01	.36	.70	.77	.79	.73	.65	.31	.73	0.41	.10	.52	.57	0.09	0.10	.22	.19	.69
Na	.79	.12	.14	0.01	.04	.52	.77	.77	.89	.64	.53	.34	0.65	0.02	.77	.58	.30	0.42	.23	.35	.57
K	.70	.13	.28	.27	.05	.54	.70	.75	.77	.68	.51	.36	0.50	.32	.68	.42	.32	0.21	.11	.30	.50

Tablo 7.11’in devamı sondaj karot örneklerine ait korelasyon katsayıları

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ag	Ni	Co	Mn	Fe	As	U	Th	Sr	Cd	Sb	Bi	V	Ca	La	Cr	Mg
W	.40	0.21	.19	.69	0.40	.10	0.06	0.18	.18	.23	.57	0.34	0.34	.43	.40	.15	.72	0.34	0.09	.44	0.49
Zr	.03	.56	.08	.37	.10	.35	.09	0.21	.12	0.18	.12	.51	0.13	.04	.01	.22	.22	0.43	.62	.69	.09
Sn	.57	.49	.42	.49	0.19	.65	.69	.27	.65	.65	.61	.12	0.42	.27	.65	.39	.46	0.42	.47	.50	.00
Sc	.41	.81	.43	0.06	.24	.56	.81	.65	.58	.67	.12	.68	0.33	.17	.37	.39	0.07	0.16	.11	.01	.52
S	.33	.14	.07	.44	0.19	.27	.08	0.30	.30	0.08	.52	0.03	0.42	0.06	.37	.36	.62	0.75	.61	.87	0.23
Y	.14	.77	.10	.15	.08	.48	.49	.49	.28	.17	.17	.77	.04	.01	.03	.11	.10	0.13	.50	.41	.45
Hf	.36	.29	0.21	.11	0.06	.29	.10	0.14	.36	0.05	.29	.33	0.46	0.30	.28	.49	.28	0.60	.50	.66	.08
Li	0.19	.83	.20	.18	.58	.66	.39	.21	.12	.24	.01	.83	.09	.23	0.07	.30	0.34	.10	.35	.19	.28
Rb	.12	.05	0.21	.55	.12	.41	0.02	.23	.15	.08	.25	.54	.01	.34	.06	.14	.11	.18	.17	.42	.25
Ta	.29	.52	0.06	0.41	.29	.41	.52	.23	.52	.17	.00	.53	0.41	0.47	.29	.53	0.24	0.41	.54	.23	.53
Nb	.18	.50	.06	.39	0.32	.19	.22	.38	.12	0.01	.18	.51	.16	.13	0.06	0.22	.42	0.10	.38	.46	.28
Cs	.13	.65	.23	.22	.33	.51	.46	.56	.29	.38	0.01	.86	0.01	.38	.06	.16	0.15	.17	.11	.08	.57
Ga	.52	.47	.13	.02	.32	.72	.79	.80	.74	.66	.35	.72	0.39	.09	.53	.56	0.06	0.10	.27	.23	.67
In	.06	0.17	0.41	0.17	0.17	0.17	0.12	.41	0.06	0.17	.00	.23	.17	0.24	0.17	0.18	.06	.17	0.12	.00	.29
Re	.58	.41	.29	.43	0.30	.61	.55	.04	.57	.78	.74	0.17	0.51	.17	.70	.55	.44	0.41	.20	.34	0.44
Se	.54	.24	0.14	.45	0.25	.75	.43	.07	.58	.59	.93	0.04	0.44	0.08	.68	.67	.43	0.39	.50	.65	0.37
Te	0.41	0.18	0.08	0.39	.18	0.18	0.02	.20	0.28	0.22	0.16	0.14	.44	0.24	0.30	0.30	0.28	.28	.00	0.28	.08
Tl	.59	.38	.62	0.26	.20	.17	.68	.35	.64	.49	.17	.17	0.76	.02	.60	.55	.25	0.74	0.06	.09	.30

Se	.25	.34	.44	.41	.55	.22	.51	.14	.50	.21	.44	.14	.39	.06	.17	.08	.37	.06	.75	.00	<u>Te</u>	
Te	0.44	0.20	0.14	0.36	0.61	0.32	0.42	0.23	0.23	0.02	0.39	0.07	0.56	.06	0.24	0.40	0.18	.17	0.50	0.30	.00	<u>Tl</u>
Tl	.17	.41	.56	.34	0.03	.22	.23	.49	.34	.25	.35	.15	0.26	.53	0.01	.10	.39	0.06	.17	.08	0.01	.00

Bu değerler Dünya, Çin ve ABD ortalama kömür iz elementleri ile karşılaştırıldığında yatay kömür örneklerinin Mo, Zn, Se, Cs, Ni ve Cr bakımından; düşey kömür örneklerinin ise Mo, Ni, Sr, Ca, Cr ve Al bakımından daha zengin olduğu görülmektedir.

Bu çalışmada örneklerin Mo içeriği yatay örneklerde 108.56 ppm, düşey örneklerde ise 51,26 ppm dir. Bu ortalama değer dünya ve diğer bazı ülkelerdeki kömürlerde bulunan değerlerden oldukça yüksektir (Tablo 6.8). Mo yatay örneklerde n=40 As ($r=0,75$), U ($r=0,86$), W ($r=0,77$), Sr ($r=-0,83$), Mg($r=-0,85$) ile hem pozitif hem de yüksek negatif ilişki sunmaktadır.

Düşey örneklerde ise, Mo içeriği Co ile ($r=0,70$), Fe ($r=0,91$), As ($r=0,67$), U($r=0,63$), Sb ($r=0,90$), Na ($r=0,79$), K ($r=0,70$) ve Ca ($-0,73$) korelasyon ilişkisi sunmaktadır. Korelasyon katsayıları Mo'nin karasal kökenli elementlerden çok denizel kökenli elementlerle benzerlik sunabileceğini göstermektedir. Bu durum düşey örneklerde Mo in Na ile yüksek pozitif ilişki sunması ile daha da güçlenmiş gözükmektedir.

Cu yatay örneklerde 9.68 ppm, düşey örneklerde 11 ppm olarak saptanmıştır. Bu oran diğer kömürlerle karşılaştırıldığında yüksek bulunmamıştır. Yatay örneklerde Cu ile Pb arasında ($r=0,70$), Zn ($r=0,64$), Co ($r=0,69$), Th ($r=0,68$), Sb ($r=0,84$), Ti ($r=0,67$) Zr ($r=0,69$) ve Sn ($r=0,79$) arasında pozitif korelasyon görülürken düşey örneklerde sadece Cu ile Th ($r=0,61$) ve Ti ($r=0,77$) pozitif korelasyon ilişkisinin varlığı meteorik suların sirkülasyonunun fazla olduğu yerlerde yüzeye yakın kömür örnek noktalarının ağır metallerce derin kökenli örneklerden daha fazla kirlendiğini göstermektedir.

Aynı görüş Pb ve Zn arasındaki ($r=0,80$) ve Pb ile Sb ($r=0,60$) pozitif korelasyonun varlığı, elementlerin aynı kökenli olduğunu düşündürmektedir. Özellikle Ag değerlerinin SK28 nolu örnek noktasında 616 ppb ye ulaşması Ag ün yüksek çözünürlüğü nedeni ile diğerlerinden ayrılmış olabileceğini göstermektedir.

Redoksa duraylı iz elementler veya oranları güncel ve yaşlı sedimanter sistemlerde redoks şartlarının belirlenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır (Calvert ve Pedersen, 1993; Pailler ve diğ., 2002). Rimmer (2004) daha önceki araştırmacılar tarafından Appalacian Missisipi siyah şeylerinin depolndığı paleoredoks şartlarının belirlendiği çalışmayı baz alarak Ni/Co, V/Cr oranını kullanmıştır.

Paleoredoks koşullarının tespit edilmesinde kullanılan iz elementler pek çok çalışmaya konu olmuş ve genellikle Ni/Co, V/Cr ve U/Th gibi oranlar kullanılarak ortam redoks potansiyelleri tespit edilmiştir. Jones ve Manning (1994) tarafından yapılan

Çalışmada Ni/Co oranı <5 olması durumu oksitik koşulları; 5-7 arasında olması dioksitik koşulları, >7 olası ise suboksitten anoksitik koşulları temsil ettiği ileri sürölmüştür. V/Cr oranı<2 olduğu durumlar oksitik, 2-4,5 arası dioksitik, >4.25 olduğu durumlar ise suboksitten an oksite kadar değişen ortam koşullarını yansıtmaktadır. Th/U oranı 0,1-0,8 arasında anoksitik, 0,8-1,33 arası dioksitik, 1,33-10 arası ise oksitik ortamı temsil etmektedir (Tyson ve Pearson,1991).

Kalburayı kömür örneklerinde yatay yönde alınan örneklerde ortalama Ni/Co oranı 3,36 ppm, V/Cr oranı 2,69 ppm, Th/U oranı ise 0,91 ppm olarak hesaplanmıştır. Yatay örneklerde kömür oluşum ortamlarına ait redoks koşullarını oksitik ve dioksitik aralıkta kaldığı; düşey örneklerde ise,

Sondaj karot örneklerindeki ortalama iz element içeriklerine göre Ni/Co oranı 7,55 ppm, Th/U oranı 0,12 ppm anoksitik koşulları, V/Cr oranı 1,79 ppm oksitik koşulları belirtmektedir.

Sonuç olarak tüm bu bilgiler ışığında, Kalbur ayı kömürlerindeki iz element zenginleşmelerinde özellikle yatay yöndeki kömür örneklerindeki metal dağılımlarında oksitik ve dioksitik koşullarda meteorik kökenli suların küçük cevherleşmeler etrafındaki sirkölasyonlarına bağlı olarak zenginleştiği söylenebilir. Ni ve Cr değerlerinin çalışma alanının GD’da bulunan Pınarbaşı Ofiyolitlerinden kaynaklandığı düşünölmektedir. Yüksek Al değerlerinin Kalburayı Formasyonuna ait killi kireçtaşlarından kaynaklandığı düşünölmektedir.

8. TARTIŞMA

Jeolojik ortamın karakterini yorumlamak için tek bir elementin özelliklerini bilmek yeterli değildir. İz elementler birincil mineraller içerisinde, yakın çevredeki sular ve organik maddeler içerisinde ya da sedimantasyon sırasında ötijenik mineraller içerisinde bulunabilirler. Bu bölümde, ortamı ve köken yorumlamada, yatay ve düşey alınan kömür örneklerindeki bazı iz elementlerin etkisi tartışılacaktır.

Organik kökenli kayalar içindeki NTE' lerin varlığı birincil olarak iyi tanelenmiş fosfatlar ile ilişkilidir (Finkelman, 1982). Aynı araştırmacılar, NTE ile K, Na ve P konsantrasyonları arasındaki pozitif ilişkinin deniz akıntılarından belirgin olarak etkilenmeye işaret ettiğini belirtmektedirler.

Sondaj örneklerdeki HNTE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) ile P, ($r= 0,61; 0,64; 0,52; 0,69; 0,46$), Na ile ($r=0,54; 0,44; 0,34; 0,42; 0,07$) ve K ile ($r= 0,55; 0,28; 0,38; -0,01; -0,04; 0,21$) orta ve zayıf pozitif ilişkinin varlığı ile yatay örneklerde HNTE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu) ile P, ($r= 0,55; 0,56; 0,53; 0,57; 0,49$), Na ile ($r=0,85; 0,86; 0,83; 0,84; 0,85$) ve K ile ($r= 0,63; 0,66; 0,66; 0,64; 0,61; 0,55$) daha yüksek pozitif korelasyon ilişkisi sunması kömür yataklarının denizel akıntılardan yada su sirkülasyonunun denizel sedimanlardan etkilendiği şeklinde yorumlanabilir.

Düşük sıcaklıklardaki güçlü indirgen şartlara sahip organik madde oluşum şartlarında NTE'ler düşük mobilitateye sahip olmasına rağmen sedimanlar içindeki Eu konsantrasyonu diyajenezden etkilenmemektedir (Eskenazy, 1987, 1999; Ismael,2002).

Ce anomalisi kayalar oluşumunun redoks ortamını yansıtmaktadır. Negatif (-) Ce anomalisi kayalar oluşum ortamının yüksek oksijen fugasitesine sahip olduğunu göstermektedir. Pozitif (+) Ce anomalisi ise düşük oksijen fugasitesine işaret etmektedir (Constantopoulos ve diğ. 1988). Hafif pozitif Ce anomalisi genellikle sülfid fraksiyonlarıyla yakından ilişkiliyken (+) Ce anomalisinin trendi düşey örneklerde yatay örneklerle oranla daha yüksektir. Bu durum derin ortamlarda sülfür etkisinin yüzeysel ortamlardakinden daha yüksek olduğu fikrini desteklemektedir.

Bununla birlikte NTE yorumları için mineral maddenin etkinliği önemli olmakla birlikte organik maddelerle olan ilişkisi de dikkate değerdir (Finkelman, 1993; Eskenazy, 1999). ANTE'ler HNTE'lere göre oldukça fazla organik madde çekiciliğine sahiptir (Querol ve diğ.,1995; Eskenazy, 1999). Depolanma ortamının fiziko-kimyasal şartlarını

belirlemede çevredeki sulardan adsorblanan tüm organik ve inorganik maddeler kullanılabilir (Codie 1993).

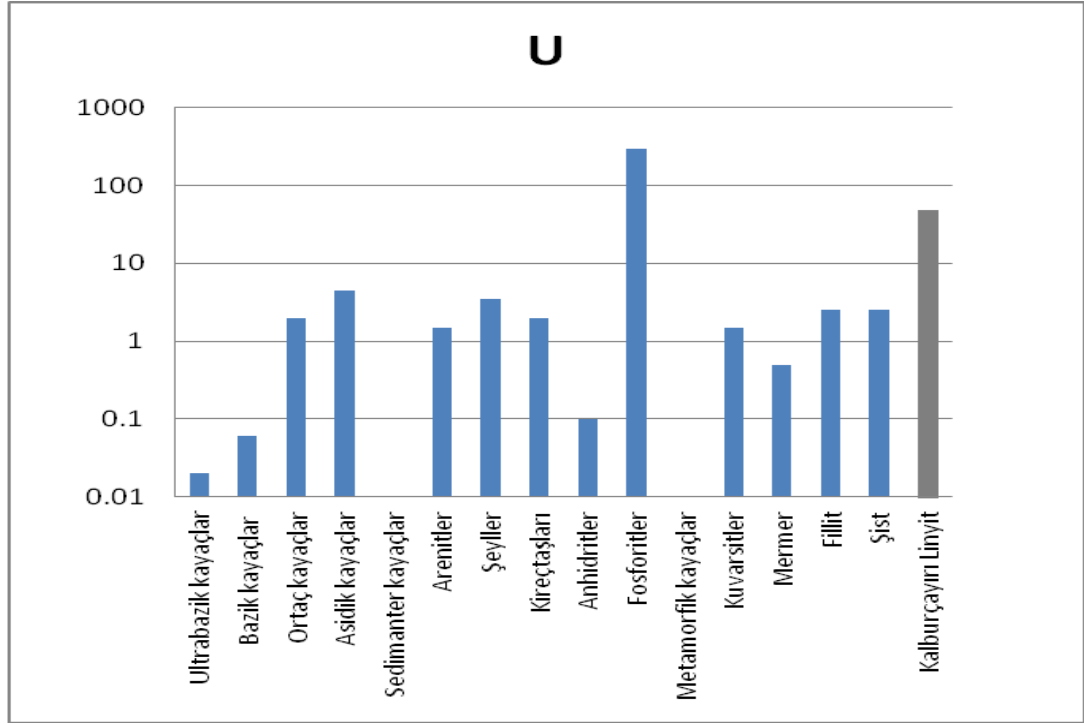
Çevre kayaçlarının yüzey ve yeraltı suları ile etkileşime girmesinden dolayı yüzey sularındaki jeokimyasal reaksiyonların anlaşılmasında genellikle Nadir Toprak Elementler (NTE'ler) kullanılmaktadır (Elderfield ve diğ., 1990; Smedley, 1991. Ayrıca organik maddelerin kaynağı ve epijenetik modifikasyonu hakkında NTE'lerin davranışları değerlendirilerek yorumlar yapılabilir (Schatzel and Stewart, 2003).

Karayiğit ve diğ. (2001) U değerlerinin 28-55 ppm arasında değiştiğini belirtmektedir. İndirgen koşullarda U^{4+} uraninit ve kofinit mineralleri halinde bile mobildir (Adams ve diğ., 1959).

U un Fe ile yatay örneklerde ($r=0,27$), düşey örneklerde ($r= 0,65$), Fe in yükseltgenerek çökme eğiliminde olduklarını göstermektedir Th ile Fe arasındaki düşey örneklerde ($r=0,16$); yatay örneklerde ($r=0,56$); düşey örneklerde Th ile U ($r= -0,17$), yatay örneklerde ise Th ile U ($r= -0,37$) korelasyon ilişkisi bulunmaktadır. $pH>3$ olan durumlarda, çözelti içindeki Th hidroksil formlarında kolayca hidrolize olabileceği Zukin ve diğ. (1987) tarafından belirtilmiştir. Yatay örneklerde Fe ile birlikte kısmen hareket etme sebebinin her iki elementinde hidrolize olduğunu göstermektedir.

Ayrıca Al ile Fe arasında düşey örneklerde ($r=0,73$), yatay örneklerde ($r=0,59$) pozitif korelasyonun varlığı Fe^{3+} 'nın kil mineralleri ile ilişkili olabileceği yorumu yapılabilir.

Yer kabuğunda ortalama U, Th ve K değerleri 2 ppm, 8 ppm, %1,2 dir. Buna göre çalışma alanında yatak örneklerde ortalama U 47,99 ppm yaklaşık 24 kez daha zenginleşmiş olarak görülmektedir. Th 1,4ppm ve K ise %0.13 dür. Çalışma alanının yakın civarında granitik bileşimli kayaçlar görülmemekle birlikte, Boyle (1982) ye göre bazik ve ultrabazik kayaçlardaki ortalama U değerlerinin de 0,02-2 ppm aralığında olduğu bilindiğine göre düşey örneklerde U ile P arasındaki ($r=0,61$) pozitif korelasyon ilişkisi U 'un kaynağının fosfor içeren organik bileşikler olmalıdır.



Şekil 8.1. Kalburçayırı yatay örnek noktalarındaki kömürlerde bulunan U değerlerinin magmatik, sedimanter ve metamorfik kayalar ile kıyaslaması.

Ti karasal kökeni temsil eden genellikle killer ile ilişkili bir elementtir. Genellikle rutil ve anatas gibi farklı mineraller şeklinde killer içerisinde bulunur.

Yatay örneklerde Ti, Al, K ile diğer birçok elementin S ile kuvvetli negatif korelasyon ilişkisi sunması ($r = -0,80$; $-0,74$:- $0,63$) bu elementlerin oksidasyon kuşaklarında zenginleştiğini göstermektedir.

Denizel kökenli temsil eden Ti, P ile zayıf korelasyon sunmaktadır Kalburçayırında olduğu gibi ($r=0,26$). Lagünel havza çökelleri olarak bilinen Kalburçayırı Formasyonundaki killerin bu elementlerin zenginleşmesinde önemli rol oynadığı düşünülmektedir.

Düşey kömür örneklerinde ise, S ile Mo, Zn, Mg, Cr, V arasındaki orta pozitif korelasyonun varlığı sırasıyla ($r = 0,33$, $0,44$, $0,87$, $0,61$, $0,63$) tabanda bulunan Pınarbaşı ofiyolitinin üst seviyelerindeki sülfürlü çözeltilerin Mg ve Cr ile zenginleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Karayiğit ve diğ (2001), linyitlerin S içeriğinin %1,61-7,04 arasında değiştiğini belirtmektedir. V'un ise birçok organik madde ile kompleks anyonlarını oluşturma eğiliminde olduğu, organik maddenin oksidasyonu ile ortamı terk edeceği belirtilmektedir (Krouskopf,1955). Dolayısı ile indirgen ortamlarda organik made içerisinde bulunma eğiliminin yüksek olduğu düşünülmektedir.

Wedephol (1978) kömürlerde %S miktarının 2 civarında olduğunu, Kalburçayırı linyit örneklerinde ise hem yatay hem de düşey örneklerde ortalama %4,17 ve %3,43 olduğu belirlenmiştir. S değerlerinin yüksek olmasının nedeni, pirit ve jips oluşumlarından kaynaklanmalıdır.

Ni in oksidik ortamlarda indirgen, sülfidik ortamlarda yükseltgen olması nedeniyle ve Ni ile Fe arasındaki pozitif korelasyon ilişkisi yatay örneklerde ($r=0,69$) düşey örneklerde ($r=0,61$) olması Ni in Fe'in sülfür mineralleri ile zenginleşmiş olabileceğini düşündürmektedir. Cr, V, Ni in biri birleri ile pozitif korelasyon ilişkileri yatay örneklerde Cr ile Ni ve V arasında yatay örneklerde ise ($r=0,67;0,70$) ve düşey örneklerde ($r=0,56; 0,65$) bu elementlerin organik madde ve kil tarafından adsorblanması sonucu olmalıdır. Cr ve Ni değerleri ve aralarındaki pozitif ilişki sedimanter köken için mafik ve ultramafik kaynağın kökenin belirleyicisi olarak kullanılmaktadır (Gill,1981).

Zr ile Sn, Hf, Li, Rb, Ta, Nb, Ga arasındaki ($r=>89$) korelasyon ilişkisi kıtasal kabuk kökenine işaret etmektedir.

Sonuç olarak, Alt Pliyosen yaşlı Kalburçayırı Formasyonu içerisinde bulunan linyit havzaları, lagünel kökenli bir çökeltme ortamını temsil etmektedir.

NTE kondrid, Çin kömürleri ve dünya kömürleri ile kıyaslandığında Ce ve Nd bakımından zenginleştiği görülmektedir. Sülfürlü çözeltilerin bu zenginleşme üzerinde etkili olduğu düşünülmektedir.

Kömür örneklerindeki iz element içerikleri dünya, ABD ve Çin kömürleri ile karşılaştırıldığında düşeyde Mo, Pb, Ni, Cr, U ve Al bakımından zenginleşme dikkat çekmektedir. İnorganik elementlerin bir çoğunun Al ile yüksek pozitif korelasyon ilişkisi bu elementlerin kil mineralleri tarafından adsoblandığını ancak bazılarının ise organik maddeler tarafından adsobe edilmiş olabileceğini göstermektedir.

Örneklerdeki ortalama U değerlerinin Çin kömürleri ile karşılaştırıldığında yatay 7 kat, düşey örneklerin ise ortalama 3 kat zenginleştiği yüzeysel ortam koşullarında U'un yüksek oksidasyon ve pH koşullarına bağlı olarak daha hızlı çökeldiği düşünülmektedir. Dolayısı ile Kalburçayırı Linyitlerinin radyoaktif element içeriğinin yüksek olduğu söylenebilir.

Kalburçayırı Linyitlerin de 2001 yılında çalışma yapan Karayığit ile iz element analizlerinin sonuçları karşılaştırıldığında; Karayığit'e ait değerler (Mo=104, Cu=22, Zn=92, Pb=11, U=43, Sr=453) olarak belirlenmiştir. Tez çalışması için alınan örneklerdeki değerler ise (Mo=51.26, Cu=11 Zn=56.25, Pb=11, U=22.37, Sr=629) şeklinde

bulunmuştur. Aynı çalışma alanına ait örneklerin analiz sonuçlarındaki bu farklılık nedeni, örneklerin alındığı bölge, örneklerin alınırken kullanılan metot farklılıklarıdır.

İz elementler genel olarak, kömürün oluştuğu sırada veya daha sonra ortama, çevredeki etkileşimler veya taşıyıcılar yardımı ile katılırlar. Kömürlerin iz element içerikleri çevre açısından çok büyük kirliliklere yol açabilirler. Termik santrallerin çevresinde insanlar üzerinde toksik değeri olan bazı elementler ve zamana bağlı ortaya çıkardığı hastalıklar şöyledir (Toprak, 1999). As: Anemi, mide bulantıları, renal belirtiler, ülser, deri ve akciğer kanseri, kusuntulu doğumlar; Be: Solunum ve lenf, akciğer, dalak ve böbrek rahatsızlıkları, kanserojen etkiler; Cd: Akciğer anfizeması ve fibrosisi, böbrek rahatsızlıkları, kardiyovasküler etkiler, kanserojen etkiler; Hg: Sinirsel ve böbrek tahribatlar, kardiyovasküler etkiler, doğum problemleri; Mn: Solunum yolları etkileri; Ni: Deri ve bağırsak bozuklukları, kanserojen etkiler... vs gibi sağlığa zararlı etkileri bulunmaktadır. Bu nedenle, işletilen kömür yatakları çevresinde iz elementlerin çevresel etkilerine yönelik çalışmaların artırılması gerekmektedir.

9. SONUÇLAR

Bu çalışma alanındaki birimler Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerdir. Linyit, Neojen yaşlı Kalburçayırı Formasyonunda oluşmuştur. Yaşlıdan gence doğru Mesozoyik yaşlı Sömböl Formasyonu, Karatese yaşlı Pınarbaşı Ofiyolitleri, Neojen Yaşlı Kalburçayırı Formasyonu, Alt Pliyosen yaşlı Bicir Formasyonu ve Pliyo-Kuvaterner yaşlı Genç Oluşuklar yüzeylemektedir. Tektonizmanın etkisi, Kalburçayırının kuzeyinde bulunan yaklaşık K-G doğrultulu fayla görülmektedir. Ayrıca Neojen çökellerde, KB-GD uzanımlı senklinaller ve bu formasyonların yatay veya yataya yakın eğimlerine bağlı olarak küçük ondülasyonlar bulunmaktadır.

İnceleme alanından 40 adet yatay, 10 adet düşey olmak üzere toplam 50 farklı örnek alınmıştır. Örnekler, ACME-Kanada Analitik Laboratuvarlarında ICP-OES (Inductively Coupled Plasma-Optic Emmission Spectrometry) yöntemi ile analiz edilmiştir. Çalışma konusunu oluşturan kömürlerden alınan örneklerin, kondritler ve dünya çapındaki diğer linyit ortalamaları ve Türkiye linyit ortalamalarına göre, yüksek oranda NTE içerdiği saptanmıştır. Özellikle yatay örnek noktalarının düşey örnek noktalarına göre 2.77 kat daha fazla NTE içerdiği tespit edilmiştir.

Yatay ve düşey örnekler HNTE (Hafif Nadir Toprak Elementleri) (La, Ce, Nd) ve ONTE (Orta Nadir Toprak Elementleri) (Sm, Gd, Tb, Dy) oranla daha fazla zenginleştiği gözlenmektedir. Ayrıca alınan kömür örneklerindeki iz element içerikleri, yatay kömür örnekleri Mo, Zn, Se, Cs, ve Cr bakımından, düşey kömür örnekleri ise Mo, Ni, Sr, Cs, Cr ve Al bakımından ve daha zengin olduğu ve yatay ve düşey kömür örneklerinin her ikisinde de U'un zenginleştiği gözlenmiştir.

Bu değerler Dünya, Çin ve ABD ortalama kömür iz elementleri ile karşılaştırıldığında yatay kömür örneklerinin Mo, Zn, Se, Cs, Ni ve Cr bakımından; düşey kömür örneklerinin ise Mo, Ni, Sr, Ca, Cr ve Al bakımından daha zengin olduğu görülmektedir.

Korelasyon katsayıları Mo'nin karasal kökenli elementlerden çok denizel kökenli elementlerle benzerlik sunabileceğini göstermektedir. Bu durum düşey örneklerde Mo in Na ile yüksek pozitif ilişki sunması ile daha da güçlenmiş görünmektedir.

Cu yatay örneklerde 9.68 ppm, düşey örneklerde 11 ppm olarak saptanmıştır. Bu oran diğer kömürlerle karşılaştırıldığında yüksek bulunmamıştır. Yatay örneklerde Cu ile

Pb arasında pozitif korelasyon görülürken düşey örneklerde sadece pozitif korelasyon ilişkisinin varlığı meteorik suların sirkülasyonunun fazla olduğu yerlerde yüzeye yakın kömür örnek noktalarının ağır metallerce derin kökenli örneklerden daha fazla kirlendiğini göstermektedir.

Aynı görüş Pb ve Zn arasındaki ve Pb ile Sb pozitif korelasyonun varlığı, elementlerin aynı kökenli olduğunu düşündürmektedir.

Redoksa duraylı iz elementler veya oranları güncel ve yaşlı sedimanter sistemlerde redoks şartlarının belirlenmesinde oldukça yaygın olarak kullanılmaktadır daha önceki araştırmacılar tarafından Appalacian Missisipi siyah şeylerinin depolandığı paleoredoks şartlarının belirlendiği çalışmayı baz alarak Ni/Co, V/Cr oranını kullanmıştır.

Paleoredoks koşullarının tespit edilmesinde kullanılan iz elementler pek çok çalışmaya konu olmuş ve genellikle Ni/Co, V/Cr ve U/Th gibi oranlar kullanılarak ortam redoks potansiyelleri tespit edilmiştir. Ni/Co oranı <5 olması durumu oksitik koşulları; 5-7 arasında olması dioksitik koşulları, >7 olası ise suboksitten anoksitik koşulları temsil ettiği ileri sürülmüştür. V/Cr oranı <2 olduğu durumlar oksitik, 2-4,5 arası dioksitik, >4.25 olduğu durumlar ise suboksitten an oksite kadar değişen ortam koşullarını yansıtmaktadır. Th/U oranı 0,1-0,8 arasında anoksitik, 0,8-1,33 arası dioksitik, 1,33-10 arası ise oksitik ortamı temsil etmektedir

Yatay örneklerde kömür oluşum ortamlarına ait redok koşullarını oksitik ve dioksitik aralıkta kaldığı düşey örneklerde ise, Sondaj karot örneklerindeki ortalama iz element içeriklerine göre Ni/Co oranı 7,55 ppm, Th/U oranı 0,12 ppm anoksitik koşulları belirtmektedir.

Çin kömürleri ile karşılaştırıldığında yatay örneklerde ort. U değerlerinin 7 kat , düşey örneklerde ise 3 kat daha zenginleştiği görülmektedir. Buna göre Kalburçayırı linyitlerinin Radyoaktif element içeriğinin yüksek olduğu söylenebilir

Sonuç olarak, çalışma alanında yatay kömür örnekleri ile düşey kömür örneklerinin iz element bakımından zenginleşmiş olmasının sebebinin, kömürlerin olgunlaşma derecesine; metallerin yatay yönde daha fazla zenginleşmesinin ise, oksidik ve dioksidik koşullarda metalce zengin meteorik kökenli suların sirkülasyonlarına bağlı olduğu, yüksek Ni ve Cr değerlerinin, çalışma alanın GD'da bulunan Pınarbaşı Ofiyolitlerinden kaynaklandığı, yüksek U değerlerinin oksidasyon ve pH koşullarına bağlı olarak hızlı çökelindiği ve yüksek Al değerinin ise Kalburçayırı Formasyonuna ait killi kireçtaşıdan kaynaklandığı düşünülmektedir.

10. KAYNAKLAR

- Adams J.A. ve Weaver, C.E.** 1959. Thorium-uranium ratios as indicators of sedimentary processes: example of concept of geochemical facies. *Bulletin American Association of Petroleum Geologists*, **42(2)**, 387-430.
- Akkuş, M.F.**, 1971. Darende-Balaban havzasının jeoloji ve stratigrafik incelenmesi. *MTA Dergisi*. **76**, 1-58.
- Alparslan, M. ve Terzioğlu, N.**, 1996. Arguvan (Malatya Kuzeyi) yöresinde Üst Miyosen ve Pliyosen Yaşlı volkaniklerin karşılaştırmalı jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeol. Bült.* **39/2**, 75-87.
- Bağcı, U., Parlak, O. ve Höck, V.**, 2005. Whole rock and mineral chemistry of cumulates from the Kızıldağ (Hatay) ophiolite (Turkey): clues for multiple magma generation during crustal accretion in the southern Neotethyan ocean. *Mineralogical Magazine*, **69**, 53-76.
- Bağcı, U., Parlak, O. ve Höck, V.**, 2006. Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulates from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey). *Geological Journal*. **41**, 193-219.
- Bennett, B.G.**, 1981. Exposure commitment assessments of environmental pollutants, MARC Rep., No. 23, 59pp.
- Boyle, E. A.**, 1982. Cadmium: chemical tracer of deepwater Palaeoceanography. *Palaeoceanography*, **3**, 471-490.
- Calvert, S. E., and Pedersen, T. F.**, 1993. Geochemistry of recent oxic and anoxic marine sediments: implications for the geological record. *Marine Geology* **113**, 67-88.
- Cengiz, T., Nurlu, Y., Kumtepe P., Sütçü, E.**, 2009. Rezerv ve Dekapaj Miktarının Coğrafi Bilgi Sistemi Kullanılarak Tespiti ve Diğer Yöntemler ile Karşılaştırılması: Sivas - Kangal - Kalburçayırı Linyit Yatağı Örneği, TMMOB Harita ve Kadastro Mühendisler Odası CBS Kongresi
- Cheng, K.T., Wang, P.C., ve Shan, L.**, 2008. Alexa Fluor 680-labeled Transferrin-cationic (NBD-labeled DOPE-DOTAP) Liposome-encapsulated Gadopentetate Dimeglumine Complex (Abbreviated name: TfNIR-LipNBD-CA complex) Targeting to Transferrin Receptors (TfR). In: *Molecular Imaging and Contrast Agent Database (MICAD)* [database online]. National Library of Medicine (US).

- Condie K.C.**, 1993. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: Contrasting, results from surface samples and shales. *Chemical Geology*, 104, 1-37.
- Constantopoulos,P.,Drettakis,G.,Petra,E.,Theodoridou,M.,Yeorgaroudakis,Y.** 1988. Multimedia Office System Interface Design using a UIMS. Proceedings of IFIP WG 8.4 on OIS: The Design Process. August.
- Dai A. D., Yang, Z. ve Xie, Tian, X.**, 2007. Effects of precipitation-bias corrections on surface hydrology over northern latitudes. *J. Geophys. Res.-Atmospheres*, 112, D14101, doi:10.029/2007JD008420.
- Elderfield H., Upstill-Goddard R. ve Sholkovitz E. R.**, 1990. The rare earth elements in rivers, estuaries, and coastal seas and their significance to the composition of ocean waters.
- Erik N.**, 2010. Kömürleşme Süreci ve Paleoortam Özelliklerinin Belirlenmesinde Biyomarker Verilerinin Kullanımı; *Kangal Kömürleri (Sivas, Türkiye)* cilt **23**, sayı1.
- Eskenazy, G. M.**, 1987. Rare earth elements and yttrium in lithotypes of Bulgarian *11 coal* (2), 83-89.
- Eskenazy, G.M.**, 1999. Aspects of the geochemistry of rare earth elements in coal: an experimental approach: *International Journal of Coal Geology*, v. 38, p. 285-295.
- Finkelman R.B.**, 1993. "Trace and minor elements in coal," *Organic geochemistry* (Engel, S. H., Macko, S. A., eds.), Plenum Press. New York, 593-607.
- Finkelman, R.B.**, 1981. Modes of occurrence of trace elements in coal. U.S. Geological Survey Open-File Report, No. OFR-81-99, 301pp., also PhD. Thesis, University of Maryland.
- Finkelman, R.B. ve Aruscavage, P.J.**, 1981. Concentration of some platinum-group metals in coal, *Int. J. Coal Geol.*, **1**, 95-99.
- Gill, J. B.**, 1981. Orogenic Andesites and Plate Tectonics, xiv+390 pp. 109 figs. Volume 16, *Minerals and Rocks*. Berlin, Heidelberg, New York: Springer-Verlag.
- Gimeno D. Fernandez-Turiel J.L., Llorens J.F., López-Vera F., Gómez-Artola C. ve Morell I.**, 2000. Strategy for water analysis using ICP-MS. Fresenius, *Journal of Analytical Chemistry*, **368**, 601-606.

- Gürdal, G. ve Yalçın, M.N.,** 1998. Organic Geochemical Controls of Gas Adsorption Coals of the Zonguldak Basin (NW-Turkey). *6th Latin American Congress on Organic Geochemistry*, 18-21.
- Hannigan, R.E ve Basu, A.R.** 1998. Late diagenetic trace element remobilization in organic-rich black shales of the Taconic foreland basin of Quebec, Ontario, and New York, In Shales and mudstones; II, Petrography, petrophysics, geochemistry, and economic geology (J.Schieber, W.Zimmerle and P. Sethi, Eds.), *Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung*, Stuttgart, 209-234.
- Hoşgörmez, H., Yalçın, M.N., Cramer, B., Gerling, P., Faber, E., Schaefer, R.G., and Mann, U.,** 2002. Isotopic and molecular composition of coal bed gas in the Amasra region (Zonguldak basin-western Black Sea), *Org. Geochemistry*, **33**, 1429-1439.
- Ismael Y.,** 2002. Executive Office for Immigration Review Board of Immigration Appeals File A91 334 042 – Chicago.
- İnan, S.,** 2007. Coalbed gas of biogenic origin in the Miocene Soma Basin (Western Turkey). 23 rd International Meeting on Organic Geochemistry, The Riviera International Conference Centre, Torquay.
- Jones, B. ve Manning, D. A. C.,** 1994. Comparison of geochemical indices used for the interpretation of paleoredox conditions in ancient mudstones. *Chemical Geology*, **111**, 111-129.
- Karayiğit, A.İ., Eriş, E. ve Cicioğlu, E.,** 1996. Coal geology, chemical and petrographical characteristics and implications for coal bed methane development of subbituminous coals from the Sorgun and Suluova basins, Turkey. In: Methane and Coal Geology, *Geol. Soc. Spec. Publ.*, **97**, 327-340.
- Karayiğit, A.İ., Gayer, R.A., Ortac, E.F. ve Goldsmith, S.** 2001. Trace elements in the lower Pliocene fossiliferous Kangal lignites, Sivas, Turkey. *International Journal of Coal Geology*, **47**, 73-89.
- Korkmaz, S. ve Kara Gülbay, R.,** 2007. Organic geochemical characteristics and depositional environments of the Jurassic coals in the Western Taurus of Southern Turkey, *Int. Jour. of Coal Geol.*, **70/4**, 292-304.
- Krauskopf K.B.,** 1955. Sedimentary deposits of rare metals. *Econ. Geol.* 50 th. Ann. 411-463.

- Kurtman, F.,** 1973. Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. *MTA Dergisi*, **80**, 1-32.
- Narin, R., Sun, E., Sun, A., Taşçı, E. ve Aydın, H.,** 1986. Sivas Kangal linyit havzasında 1985 yılında yapılan sondaj çalışmalarına ait rapor. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara, (yayımlanmamış).
- Narin, R. ve Kavuşan, G.** 1993. Sivas-Kangal-Kalburçayırı linyit yatağının jeolojisi. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi, *Seri-A Yerbilimleri*, **10-1**, 43-47.
- Ocakoğlu, F.,** 1999. Evaporitlerden Kaynaklanan Sünümlü Deformasyona İlişkin Bazı Veriler (Zara Sivas Doğusu) *MTA Dergi*, **121**, 83-95.
- Pailler, D., Bard, E.,** 2002. High frequency palaeoceanographic changes during the past 140000 yr recorded by the organic matter in sediments of the Iberian Margin. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, **181(4)**, 431-452,
- Parlak, O.,** 1996. Geochemistry and geochronology of the Mersin ophiolite within the eastern Mediterranean tectonic frame (southern Turkey). These Doktora, Section des Sciences de la Terre, Université de Genève, *Terre & Environnement*, **6**, 242-248.
- Parlak, O., Höck, V., and Delaloye, M.,** 2000. Supra-subduction zone origin of the Pozanti-Karsanti ophiolite (Southern Turkey) deduced from whole rock and mineral chemistry of the gabbroic cumulates. In: Tectonics and Magmatism in Turkey and its surroundings (edited by Bozkurt, E., Winchester, J.A. & Piper, J.), *Geological Society of London Special Publication*, **173**, 219-234.
- Parlak, O., Höck, V., and Delaloye, M.,** 2002. The supra-subduction zone Pozanti-Karsanti ophiolite, Southern Turkey: evidence for high-pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates. *Lithos*, **65**, 205-224.
- Querol, X., Alastuey, A., Plana, F., Lopez-Soler, A., Tuncali, E., Toprak, S., Ocakoğlu, F. ve Koker, A.,** 1999. Coal geology and coal quality of the Miocene Muğla basin, southwestern Anatolia, Turkey. *International Journal of Coal Geology*, **41**, 311-332.
- Ren K. ve Dubner R.,** 1999. Endogenous mechanisms of sensory modulation. *Pain; Suppl.* **6**, 45-53.

- Rimmer S. M.**, 2004. Geochemical paleoredox indicators in Devonian–Mississippian black shales, Central Appalachian Basin (USA), *Chemical Geology*, **206**, 373 – 391.
- Smedley P. L.**, 1991. The geochemistry of rare earth elements in groundwater from the Carnmenellis area, southwest England. *Geochimical et. Cosmochimical Acta*. v.55 no.10 p. 2767-2779.
- Schatzel, S.J. ve Stewart, B.W.**, 2003. Rare earth element sources and modification in the Lower Kittanning coal bed, Pennsylvania: implications for the origin of coal mineral matter and rare earth element exposure in underground mines. *International Journal of Coal Geology*, **54**, 223-251.
- Smedley, P. L.**, 1991. The geochemistry of rare earth elements in groundwater from the Carnmenellis area, southwest England. *Geochim. Cosmochim. Acta*, **55**, 2767–2779.
- Sunkar, M.**, 2006. Kangal Havzası’nın (Sivas) Jeomorfolojisi, Basılmamış Doktora Tezi, Fırat Üniversitesi, Sosyal Bilimler Enstitüsü, Elazığ.
- Şen Ö.**, 2000. Kalburçayın (Kangal, Sivas) Linyit Yatağının Jeolojisi ve Blok Kriging Yöntemi ile Değerlendirilmesi, *Türkiye Jeoloji Bülteni*. Cilt **43**, 21-31.
- Şengül Ü.** 2002. Kangal Termik Santralinde Uçucu Kül Atımının Çevresel Etkileri **11/44**, 21-22.
- Tercan A.E. ve Akcan E.** 2005. "Linyit Kalitesi-Rezerv Egrilerindeki Belirsizliğin Jeostatistiksel Benzetimle Değerlendirilmesi: Örnek Bir Çalışma ", *Madencilik*, **44**, 2, 3-16
- Tercan, A. E. ve Karayigit, A. I.**, 2001. “Estimation of Lignite Reserve in the Kalburçayırı Field, Kangal Basin, Sivas, Turkey”, *International Journal of Coal Geology*, **47**, 91–100.
- Toprak S.**, 1999. Petrographic properties of major coal seams in Turkey and their formation. *International Journal of Coal Geology*, **78**, 263- 275.
- Tuncalı, E. ve Ocakoğlu, F.**, 1995. Türkiye'nin kömür potansiyeli, rezervleri ve 21. yüzyılda kömür, Kömür Teknolojisi ve Kullanımı Semineri III, 19-26.
- Turekian, K.K. ve Wedepohl, K.H.**, 1961. Distribution of the Elements in some major units of the Earth's crust. *Geological Society of America, Bulletin* **72**, 175-192.

- Tyson R.V, Pearson TH .1991.** Modern and ancient continental shelf anoxia: an overview. In : Tyson RV, Pearson TH (eds) Modern and ancient continental shelf. The Geological Soc, London, p 1-24.
- Yalçın, H., Gündoğdu, N., Gourgaud, A., Vidal, P. ve Uçurum, A., 1994.** Preliminary geochemical results from Yamadağı volcanism, Malatya, Eastern Turkey, IAVCEI, Int. Vole. Cong., Ankara, Abstract, s. 9.
- Yalçın, M.N., Schaefer, R.G., ve Mann, U., 2007.** Methane generation from Miocene lacustrine coals and organic-rich sedimentary rocks containing different types of organic matter, *Fuel*, **86/4**, 504-511.
- Yalçın Erik, N., ve Sancar, S., 2010.** Relationships between coal-quality and organic-geochemical parameters: a case study of the hafik coal deposits (Sivas Basin, Turkey), *Int. Jour. of Coal Geol.*, **83**,396-414.
- Yalçın Erik, N., ve Toprak, S., 2010.** Kangal (Sivas) Kömürlerinin Organik Jeokimyasal, Organik Petrografik Özellikleri ve Hidrokarbon Türüm Potansiyelleri, TÜBİTAK ÇAYDAG Proje No:108Y111, 190 s.
- Yudovich Y.E., Ketris M.P., 2005.** Arsenic in coal: a review. *Int J Coal Geol*, **61**,141–196
- Wang, S. 2008.** “A tunable concurrent 6-to-18 GHz phased array system in CMOS,” IEEE MTT-S Int. Microwave Symp. (IMS), pp.687-690.
- Wedepohl, K. H., 1978.** Handbook of Geochemistry, vol II/5. Springer-Verlag, New York.
- Zukin, H., Wang, H., 1987.** Uranium–thorium series radionuclides in brines and reservoir rocks from two deep geothermal boreholes in the Salton Sea geothermal field,southeastern California. *Geochim. Cosmochim. Acta* **51**, 2719–2731.

ÖZGEÇMİŞ

1983 yılında Elazığ'da doğdum. İlkokulu ve ortaokulu Elazığ'da, liseyi Gaziantep de okuldum. 2002 yılında Fırat Üniversitesi Jeololoji Mühendisliği Bölümünü kazandım ve 2007 yılında mezun oldum. 2010 yılında Fırat Üniversitesi Jeololoji Mühendisliği Yüksek Lisans Programını kazandım. 2011 yılında Çelikler Holding Kangal/Sivas Açık Ocak Kömür İşletmesinde Saha Mühendisi olarak çalışmaya başladım ve halen çalışmaya devam ediyorum.