

**ANKARA ÜNİVERSİTESİ  
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**SİVRİHİSAR KUZEYİ EOSEN ÇÖKELLERİNİN SEDİMANTOLOJİSİ**

**Gökşin TÜKEL**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**ANKARA**

**2008**

**Her Hakkı Saklıdır**

## ÖZET

Yüksek Lisans Tezi

### SİVRİHİSAR KUZEYİNDEKİ EOSEN ÇÖKELLERİNİN SEDİMANTOLOJİSİ

Gökşin TÜKEL

Ankara Üniversitesi  
Fen Bilimleri Enstitüsü  
Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Baki VAROL

Sivrihisar havzasında çok dar alanlarda mostra veren Eosen çökellerine yönelik olan bu tez çalışması, laboratuvar ve saha çalışması olmak üzere iki ana bölüm altında gerçekleştirilmiştir. Saha çalışması sonucunda bölgede konglomera, çamurtaşı, kumtaşı, kireçtaşı, marn ve kömür fasiyesi olmak üzere ve birbirleriyle dereceli geçişler gösteren altı adet ana fasiyes belirlenmiştir. Bölgedeki kömür fasiyesi diğer fasiyesler kadar kalınlık sunmasa da özellikle ortam yorumu bakımından çok büyük önem arz etmektedir. Tüm fasiyeslerden alınan numunelerle laboratuvar ortamında çalışılmış olup, mikroskopik incelemeler ve fosil ayıklamaları yapılmıştır. Bu incelemelerin sonucunda karakteristik fosil olan *Nummulites* fosiline sıkça rastlanmış olup, yapılan cins tayinlerine göre, *Assilina Arenensis ALMELA*, *Nummulites of Involutus&SHAUB*, *Assilina spp.* cinsleri belirlenmiştir. Bu cinslerden yola çıkılarak fasiyeslere Alt Eosen yaşı verilmiştir. Sahada mevcut olan kömür fasiyesinden alınmış numunelerde proximate, ultimate ve petrografik analizleri yaptırılmış; vitrinit yansıması değerleri, kömürün ASTM sınıflamasına göre “alt bitümlü kömür A veya yüksek uçuculu bitümlü kömür-C” ve Alman DIN sınıflamasına göre “parlak kahverengi kömür” aşamasında kömürleşme derecesine olduğunu, jelleşme indeksi ve doku korunma indeksi hesaplamaları ise Dümrek sahasındaki kömürlerin kıyı düzlüğü bataklığında yani alçak bataklıkta oluştuğunu göstermektedir. Yapılan sedimantolojik gözlemler de bu sonuçları destekler niteliktedir. Çalışma alanımız, içerdiği sedimanter birimleri, ortamsal modellemesi, yaşı ve fosil içeriği bakımından Türkiye, İngiltere ve Pakistan’da yer alan bazı Tersiyer kömür sahalarıyla da benzeşmektedir. Yapılan çalışmaların ve elde edilen verilerin bilimsel katkısı yanında ileriye yönelik benzer hammadde araştırmalarına katkısı, önemli olacaktır.

**Şubat 2008, 63 sayfa**

**Anahtar Kelimeler :** *Nummulites*, Alt Eosen, kömür, Sivrihisar Havzası, Dümrek Köyü, Sivrihisar

## ABSTRACT

Master Thesis

### SEDIMANTOLOGY OF EOCENE DEPOSITS IN THE NORTH OF SIVRIHISAR

Gökşin TÜKEL

Ankara University  
Graduate School of Natural and Applied Sciences  
Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Baki VAROL

The Eocene deposits which takes a small area in Sivrihisar basin, have studied in 2 main parts; these are laboratory and field studies. As a consequence of the field study, six main facies, which have gradational transition between each other, has determined. These are; conglomerate, mudstone, sandstone, limestone, marl and coal facies. The coal facies that exists in the area, doesn't present an important thickness but especially in the environmental explanations, it takes an important role. With the samples that have taken from the study area, laboratory, microscopic and fossil selecting studies has done. As a result of these studies, a characteristic fossil, *Nummulites*, have found frequently. After doing the specimen experiments of this fossil, *Assilina Arenensis ALMELA*, *Nummulites of Involutus&SHAUB*, *Assilina spp.* has determined. With these results, the age of our six facies is in the Lower Eocene. The samples taken from the coal facies, subjected to proximate, ultimate and petrographic analyses. According to the analyse results, these coals can be classified as "low bituminous coal-A or high volatile bituminous coal-C" according to the ASTM coal classification and "luminous brown coal (glanz-braunkohle)" according to the DIN classification and its formation environment is lower swamp. Sedimentological datas also supports this idea. The study area have similar properties with some areas which exists in Turkey, England and Pakistan, with its sedimentary units, environmental modelling, age and fossil contents. The contribution of these studies and datas will be important for science and similar raw material researches.

**February 2008, 63 pages**

**Key Words :** *Nummulites*, Lower Eocene, coal, Sivrihisar Basin, Dümrek Village, Sivrihisar

## ÖNSÖZ VE TEŞEKKÜR

Sivrihisar Kuzeyi'ndeki Eosen Çökelleri'nin Sedimantolojisi adlı bu tez çalışmasının, kendinden önce o bölgede yapılan az miktardaki kömür jeolojisi ve sedimantoloji çalışmalarından elde edilmiş bilgileri bir araya getirip onlara yenilerini eklemesi bakımından önemli olacağı ve daha sonraki araştırmalara ışık tutacağı düşünülmektedir.

Öncelikle, bu tezin ortaya çıkmasında büyük rol oynayan danışman hocam sayın Prof. Dr. Baki VAROL'a engin fikirleri, sonsuz sabrı, önerileri ve yardımlarından dolayı sonsuz teşekkürler ederim. Lisans ve yüksek lisans dönemlerim boyunca hiçbir zaman yardımlarını benden esirgememiş olan sayın Prof. Dr. Yavuz OKAN, Prof. Dr. Erdoğan TEKİN, Dr. Ercüment SİREL ve Doç. Dr. Turhan AYYILDIZ'a en içten teşekkürlerimi sunarım. Ayrıca bölgede yaptığı çalışmalarından büyük ölçüde yararlandığım sayın Dr. İlker ŞENGÜLER'e ve tez çalışmalarım sırasında bana gösterdikleri destek ve önerilerinden dolayı sayın Prof. Dr. Ali İhsan KARAYİĞİT ile Prof. Dr. Gültekin KAVUŞAN'a çok teşekkür ederim.

Bu tez çalışması dahil olmak üzere hayatımın her döneminde bir çok fedakarlıklar göstererek beni desteklemiş olan ailem ve arkadaşlarıma da en derin duygularıyla teşekkür ediyorum.

Gökşin TÜKEL  
Ankara, Şubat 2008

## İÇİNDEKİLER

ÖZET.....	i
ABSTRACT.....	ii
TEŞEKKÜR.....	iii
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	vi
ÇİZELGELER DİZİNİ.....	vii
1. GİRİŞ.....	1
1.1 Amaç ve Kapsam.....	1
2. KAYNAK ÖZETLERİ.....	2
3. MATERYAL VE YÖNTEM.....	3
4. BULGULAR VE TARTIŞMA.....	4
4.1 Bölgesel Jeoloji.....	4
4.2 Bölgedeki Eosen Çökellerinin Sedimantolojisi.....	6
4.3 Çalışma Alanında İncelenmiş Olan Fasiyesler.....	10
4.3.1 Konglomera Fasiyesi.....	11
4.3.2 Çamurtaşı Fasiyesi.....	13
4.3.3 Kumtaşı Fasiyesi.....	17
4.3.4 Kireçtaşı Fasiyesi.....	20
4.3.5 Marn Fasiyesi.....	23
4.3.6 Çalışma Alanındaki Kömür Fasiyesi.....	24
4.4 Kömürleşme Derecesi.....	40
4.5 Ortamsal Yorum.....	41
4.6 İnceleme Alanının Türkiye ve Dünyadaki Benzer Ortamlarla Karşılaştırılması.....	43
4.6.1 Samsun Havza batısındaki linyit çalışması hakkında rapor.....	43
4.6.2 Amasya - Suluova – Mirdehur (Oğulbaşı) Köyü bölgesindeki G.M.D. 62930 sayılı linyit sahasına ait işletme projesi.....	45
4.6.3 Bolu-Mengen Eosen yaşlı kömürlerin jeolojik konumu ve özellikleri.....	46
4.6.4 Eosen Sorgun kömürlerindeki çevresel duyarlı iz elementlerinin dağılımı.....	47
4.6.5 Sorgun-Suluova A. Eosen gölsel kömürlerinin mineroloji ve petrografisi.....	48

<b>4.6.6 Amasya yöresi'ndeki linyitli Çeltek formasyonu'nun stratigrafisi, fasiyes ve çökelme ortamı özellikleri.....</b>	<b>49</b>
<b>4.6.7 İngiltere'de bulunan Whitecliff sahili.....</b>	<b>52</b>
<b>4.6.8 Baluchistan (Pakistan) 'da bulunan Mach ve Daghari kömür sahalarında yer alan Ghazij formasyonu.....</b>	<b>55</b>
<b>5. SONUÇLAR.....</b>	<b>57</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>60</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ.....</b>	<b>63</b>

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 4.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş kesiti.....	5
Şekil 4.2 Çalışma alanının yer bulduru haritası.....	6
Şekil 4.3 Çalışma alanından genel bir görünüm.....	7
Şekil 4.4 Çalışma alanının 1/500000 ölçekli jeoloji haritası.....	8
Şekil 4.5 Çalışma alanının 1/200000 ölçekli jeoloji haritası.....	9
Şekil 4.6 Çalışma alanındaki tüm fasiyesleri gösteren bir dikme kesit.....	10
Şekil 4.7 Çalışma alanındaki baskın ofiyolit çakılları içeren konglomera fasiyesinin genel görünüşleri.....	12
Şekil 4.8 Kömür fasiyesi ve üzerleyen çamurtaşı fasiyesi.....	13
Şekil 4.9 Çamurtaşı numunesinin ince kesitinde gözlenen kömür oluşumları.....	13
Şekil 4.10 Çamurtaşı fasiyesinden alınmış el örnekleri.....	15
Şekil 4.11 Çamurtaşı Fasiyesi'nden alınmış numunenin ince kesitiyle yapılan mikroskop çalışması sonucu gözlenen Nummulites fosili.....	15
Şekil 4.12 İncelenen makrofosil formları.....	16
Şekil 4.13 Çalışma alanında gözlenen kırmızı-gri alacalı çamurtaşı ve üzerine gelen sarı-boz renklerdeki kumtaşı fasiyesi.....	18
Şekil 4.14 Kumtaşından alınan numunenin ince kesit görüntüleri.....	19
Şekil 4.15 Sarı-boz renkli kumlu seviyeler içeren kireçtaşı fasiyesi.....	21
Şekil 4.16 Kireçtaşı Fasiyesindeki <i>Bilokulina sp.</i> , <i>Textularia sp.</i> ve <i>Cibicides sp.</i> Örnekleri.....	22
Şekil 4.17 Kireçtaşı numunesinin ince kesitinde görülen demiroksitleşme.....	22
Şekil 4.18 Bataklık tiplerinin evrimsel sekansı.....	25
Şekil 4.19 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen kütinit.....	29
Şekil 4.20 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen kütinit ve gelinit .....	30
Şekil 4.21 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen pirit ve kırıntılı hüminit.....	30
Şekil 4.22 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen pirit, ülminit ve gelinit .....	31
Şekil 4.23 Çalışma alanından arazi çalışması sonucu alınan kömür numunesi, hazırlanan parlatma biriketi ve incelendiği mikroskop ortamı.....	32
Şekil 4.24 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit ve kil mineralleri.....	33
Şekil 4.25 Bu fotoğraf, Şekil 4.24'ün fluoresans ışıktaki görünümüdür.....	33
Şekil 4.26 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen vitrodetrinit, kil mineralleri ve pirit.....	34
Şekil 4.27 Bu fotoğraf, Şekil 26'nın fluoresans ışıktaki görünümüdür.....	34
Şekil 4.28 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, kil mineralleri ve pirit.....	35
Şekil 4.29 Bu fotoğraf, Şekil 28'in fluoresans ışıktaki görünümüdür.....	35
Şekil 4.30 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, kil mineralleri ve pirit.....	36
Şekil 4.31 Bu fotoğraf, Şekil 4.30'un fluoresans ışıktaki görünümüdür.....	36
Şekil 4.32 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, korpohüminit, kil mineralleri ve pirit.....	37

Şekil 4.33 Bu fotoğraf, Şekil 4.32'nin fluoresans ışıktaki görünümüdür.....	37
Şekil 4.34 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit , inertinit, kil mineralleri ve pirit.....	38
Şekil 4.35 Bu fotoğraf, Şekil 4.34'ün fluoresans ışıktaki görünümüdür.....	38
Şekil 4.36 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, kil mineralleri ve pirit.....	39
Şekil 4.37 Bu fotoğraf, Şekil 4.36'nın fluoresans ışıktaki görünümüdür.....	39
Şekil 4.38 Hüminitlerde (vitritlerde) ölçülen rastgele (random) yansıtma değerlerine ait dağılım çubukları .....	40
Şekil 4.39 Kömür çökeltim ortamlarını gösteren diyagram.....	41
Şekil 4.40 İnceleme alanını gösteren ortamsal model.....	42
Şekil 4.41 Samsun Havza batısındaki jeolojik birimleri gösteren bir jeoloji haritası .....	44
Şekil 4.42 Çeltek Formasyonu' nun olası çökeltme ortamlarının şematik modeli.....	54
Şekil 4.43 Bracklesham Grubu ve Whitecliff Sahili Jeolojik Birimlerini Gösterir Fotoğraflar.....	44
Şekil 4.44 Ghazij Formasyonunu da gösteren, Daghari Kömür Yatağına ait Paleosen-Eosen Formasyonlarının Korelasyonu.....	56



## ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1 Çalışma alanındaki kömürlerin proximate analiz sonuçları.....	26
Çizelge 4.2 Çalışma alanındaki kömürlerin ultimate analiz sonuçları.....	27
Çizelge 4.3 Kömürleri oluşturan maseral ve maseral grupları.....	28
Çizelge 4.4 Çalışma alanındaki kömürlerin petrografik analiz sonuçları.....	29

# 1. GİRİŞ

## 1.1 Amaç ve Kapsam

Sivrihisar havzasında çok dar alanlarda mostra veren Eosen çökellerine yönelik bugüne kadar çok az çalışma yapılmıştır. Yalnızca bu birimler içerisindeki kömür oluşumları hakkında yapılmış bir çalışma mevcuttur (Şengüler 2005). Ankara yakın civarında Haymana-Polatlı, Tuz gölü ve Çankırı havzalarında geniş yüzlekler veren Eosen birimleri çok farklı ortamlarda çökelmiş olmasına rağmen bu tür kömür oluşumlarından yoksundur. Bu açıdan Sivrihisar Eosen birimlerinin bu tez kapsamında ayrıntılı olarak incelenmesi amaçlanmıştır. Özellikle bu kapsamda fasiyes ağırlıklı ortam analizlerine yer verilmiş ve elde edilen bilgiler ışığında bu bölgedeki Eosen'in komşu havzalardaki eşdeğerleri ile paleocoğrafik ilişkisinin ortaya çıkartılması tezin diğer amacını oluşturmuştur.

## 2. KAYNAK ÖZETLERİ

Tez bölgesine ait bugüne kadar yapılan çalışmalar iki bölüm içerisinde toplanabilir. Bunların büyük bir kısmı Sivrihisar basenindeki Neojen gölsel çökellerin sedimentolojik, mineralojik ve petrografik incelemesine yönelik olarak hazırlanmış olup, Sivrihisar kristalin masifinin jeoloji ve petrolojisi Erdinç 1978 tarafından, Çifteler-Holanta, Çeltik ve dolayının jeolojisi Umut, Acarlar, Gedik, Güner, Saçlı, Şen 1991 tarafından, Ankara-Polatlı-Türktaciri ÖİR-4790 no.lu sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi raporu Gençoğlu ve İrkeç 1994 tarafından, Eskişehir-Sivrihisar-Oğlakçı köyü OİR:5877 no.lu sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi raporu Gençoğlu 1996 tarafından gerçekleştirilmiştir.

Tez konusu ile ilgili Eosen birimlerini yönelik yalnızca 2 çalışma mevcut olup, bunlardan Gözler, Cevher, Ergül, ve Asutay, 1996 , Orta Sakarya ve Güneyinin Jeolojisi'ni ayrıntılı bir şekilde çalışmış ve Eosen de dahil olmak üzere bölgede yüzeylenen Paleozoyik-Tersiyer yaş aralığındaki tüm litostratigrafik birimlerin 1/25.000 ölçekli Jeoloji Haritası yapılmıştır. Şengüler, 2005 çalışması doğrudan Eosen kömürlerinin (Dümrek, Sivrihisar, Eskişehir) kimyasal, petrografik özellikleri ve depolanma ortamına yönelik bir sunum şeklinde hazırlanmıştır.

### 3. MATERYAL VE YÖNTEM

Tez çalışmaları aşağıdaki şekilde iki bölümde gerçekleştirilmiştir.

- **Saha çalışmaları :** İncelenen Eosen birimlerini karakterize eden toplam 20 tane numune alınmıştır. Ayrıca, kömürlü birimler içerisinde yanal ve dikey fasiyes değişimlerini simgeleyecek şekilde sistematik örnekleme yapılmıştır. Saha ölçeğinde bu kesit alanlarını karakterize eden fasiyes tipleri de tanımlanmış ve resimlenmiştir.

- **Laboratuvar çalışmaları:** Sert kayalar ince kesit yapılarak, yumuşak olanlar ise elek analizi ile incelenmiş ve yıkanan bu örneklerden fosil ayıklamaları yapılmıştır. Alınan kömür örneklerinden birinin MTA laboratuvarlarında parlak kesiti hazırlanmıştır. Bunun için epofix ve sertleştirici kullanılmıştır. Parlatma biriketi, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü mikroskop laboratuvarında bulunan Leitz MPV2 tip floresans mikroskopta incelenmiştir. Bu mikroskop çalışmaları sırasında 32x yağ objektifi, floresans görüntüler için mavi ışık ve K510 sarı filtre kullanılmıştır. İlgili mikroskopta, Leica DC 350F dijital kamera ve bilgisayar yardımıyla fotoğraflar çekilmiştir. Maserallerin tanımlanmasında ve hüminit yansıtımalarının ölçümünde ICCP 1963, 1971, 1995, 2001; Stach *et al.* 1982, Sykorova *et al.* 2005'te verilen bilgiler kullanılmıştır.

Saha çalışmaları sırasında alınan örneklerin laboratuvarda ince kesitleri hazırlanmış ve fosilli olanlar üzerinde laboratuvarda paleontolojik tanımlamalar yapılmıştır. Makroskopik tanımlamalar ve ince kesitler yardımıyla kayalar tanımlanmıştır. Elde edilen tüm verilerden ortamsal yorum ve modellemeye gidilmiştir. Bu birimlerin sedimentolojik olarak çalışılması ve ortamsal özelliklerinin ortaya çıkartılmasının bilimsel katkısı yanında ileriye yönelik benzer hammadde araştırmalarına katkısı önemli olacaktır.

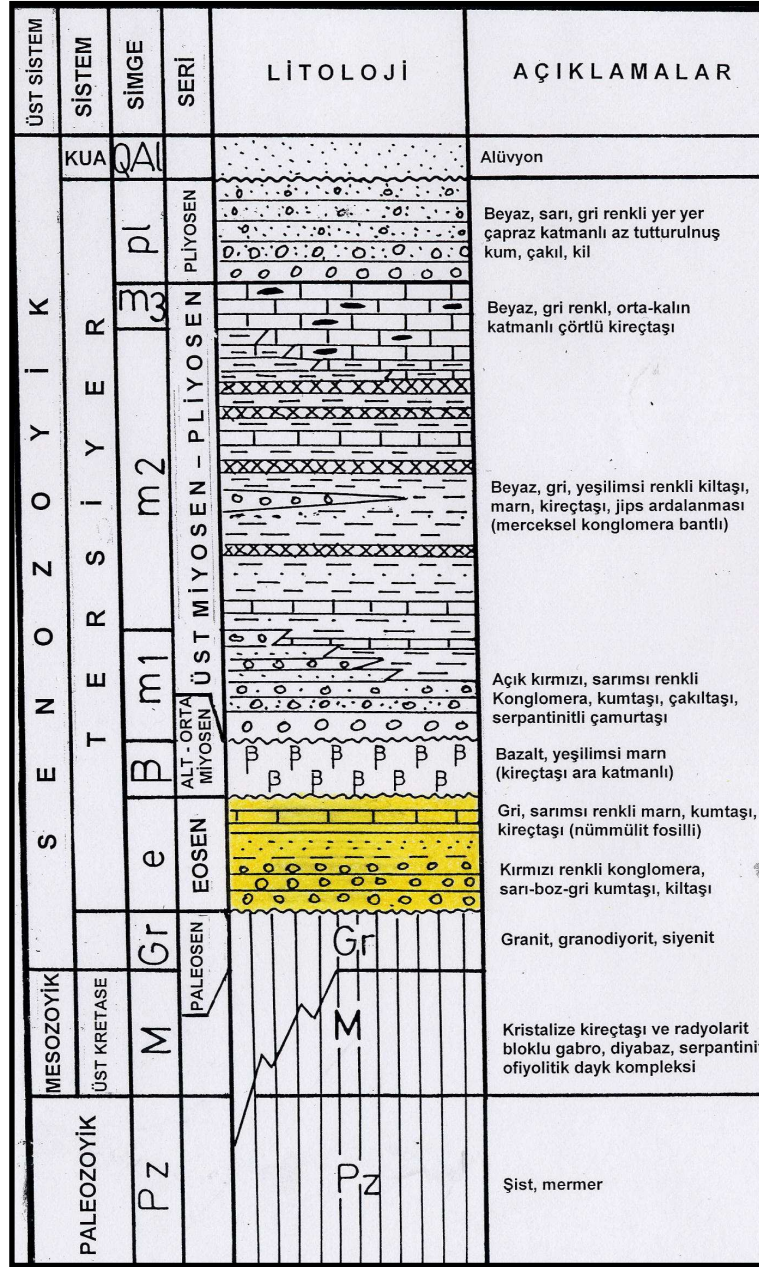
## 4. BULGULAR VE TARTIŞMA

### 4.1 Bölgesel Jeoloji

Sivrihisar Havzası geçmişte pek çok araştırmacı tarafından çalışılmış ve genel olarak Şekil 4.1’de görülen kayaçlar tespit edilmiştir. Çalışma alanının temelini Tersiyer öncesi temel kayalar, Üst Kretase yaşlı gabro, diyabaz, ofiyolitik kayalar, kristalize kireçtaşı, Paleozoik yaşlı şist ve mermer oluşturmaktadır. Üzerine uyumsuz olarak gelen ve çalışma konusunu oluşturan Eosen zaman aralığında ise bol Nummulites fosili içeren kireçtaşı, killi kireçtaşı, konglomera, kumtaşı ve ince kömür damarları bulunmaktadır. Eosen birimlerinin üzerine uyumsuz olarak gelen Alt-Orta Miyosen yaşlı Sakarya Formasyonu ise volkanik kayaçlar, kiltası, jipsli kiltası ve killi kireçtaşlarından meydana gelmektedir. Bu formasyonu üzerleyen Porsuk Formasyonu ise jips, jipsli kiltası, killi kireçtaşı, konglomera ve kumtaşı birimlerini içermektedir. En üstte de uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı serbest çakıllar bulunmaktadır. Bu tezde çalışılan alan ise sadece Eosen zaman aralığını kapsamaktadır.

Çalışma konusu olan **Eosen birimlerini ise kırmızı konglomeralar, sarı-boz ve gri renklerdeki kumtaşı ve kiltası seviyeleri, gri ve sarımsı renklerdeki marn ve bol miktarda Nummulites fosili içeren kireçtaşı ve çamurtaşı seviyeleri oluşturmaktadır.** Bu birimleri Alt-Orta Miyosen yaşlı bazalt ve kireçtaşı ara katmanlı yeşilimsi marn ve bazalt takip eder. Üst Miyosen-Pliyosen zaman aralığında ise açık sarımsı renkli konglomera, kumtaşı, çakiltası, serpantinitle çamurtaşı, beyaz-gri-yeşilimsi renklerdeki kiltası, marn, kireçtaşı, merceksi konglomera bantlı jips ardalanması ve beyaz-gri renklerdeki orta-kalın katmanlardan oluşan çörtlü kireçtaşı yer almaktadır.

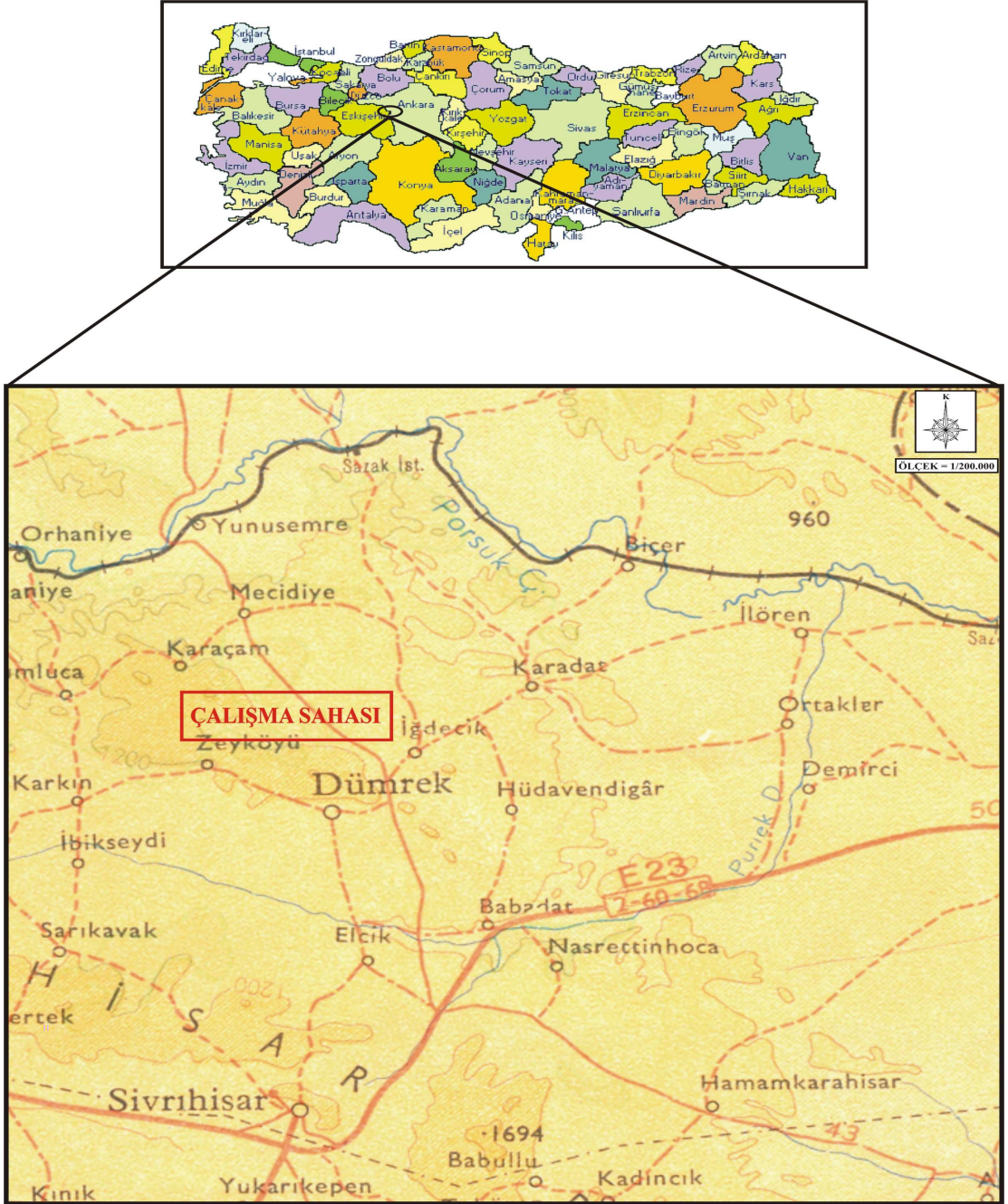
Pliyosen zaman aralığını ise beyaz-sarı ve gri renlerdeki yer yer çapraz katmanlı az çimentolanmış kum, çakıl ve kil seviyeleri oluşturmaktadır. En üstte ise Kuaterner yaşlı alüvyon seviyesi bulunmaktadır (Şekil 4.1).



Şekil 4.1 Çalışma alanının genelleştirilmiş kesiti (Şengüler 2005)

#### 4.2 Bölgedeki Eosen Çökellerinin Sedimentolojisi

Eskişehir iline bağlı Sivrihisar-Dümrek köyü kuzeybatısında yer alan çalışma sahası, dar bir alanı kapsamaktadır (Şekil 4.2).



Şekil 4.2 Çalışma alanının yer bulduru haritası

İncelenen Eosen istifi, oldukça deformasyonlu bir yapıya sahiptir. Bununla beraber tüm eğimler kuzeydoğu güneybatı olarak görülmektedir. Aynı istiflerin dikey yönde tekrarlanması, büyük olasılıkla bölgede yatık bir senklinal yapısına işaret etmektedir. Bu durumda örnekleme senklinalin güney kanadından başlanmıştır (Şekil 4.3).

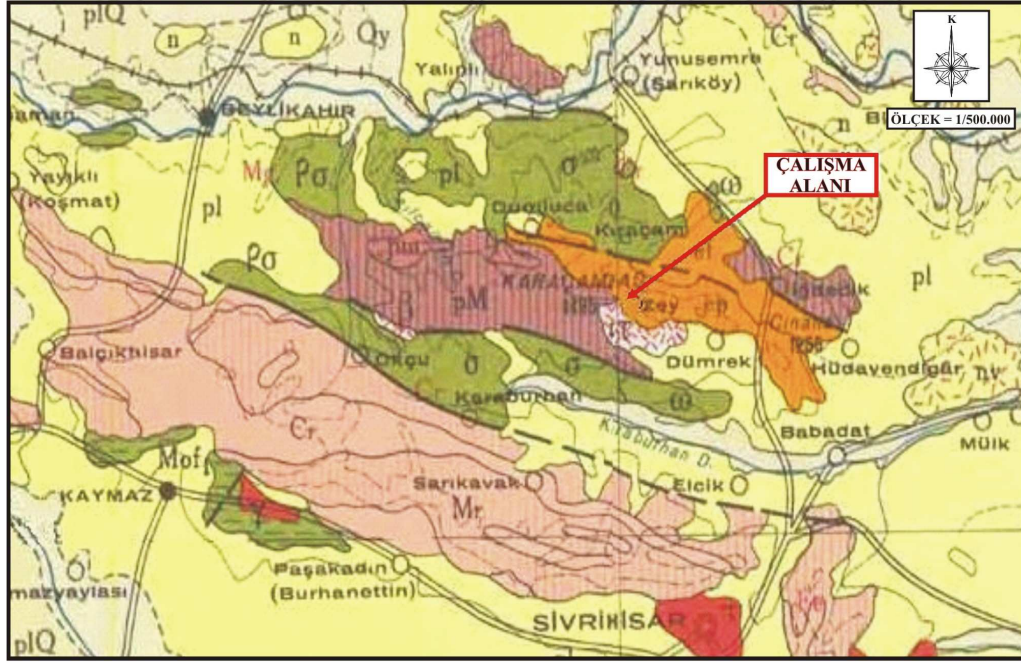


Şekil 4.3 Çalışma alanından genel bir görünüm

İnceleme alanındaki birimler, fasiyeslere ayrılarak çalışılmıştır ve her bir fasiyesin özelliği ayrıntılı bir şekilde verilmiştir.

Bu tez çalışmasında, sahayı ve çevresini gösteren 1/500.000 ölçekli ve daha detaylı bir görünüm sunan 1/200.000 ölçekli jeoloji haritalarından yararlanılmıştır (Şekil 4.4 - 4.5).

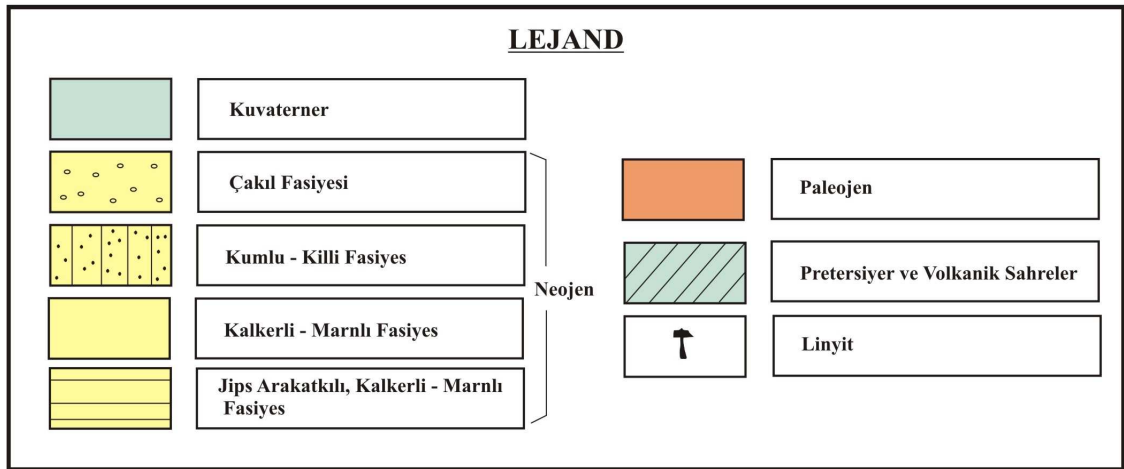
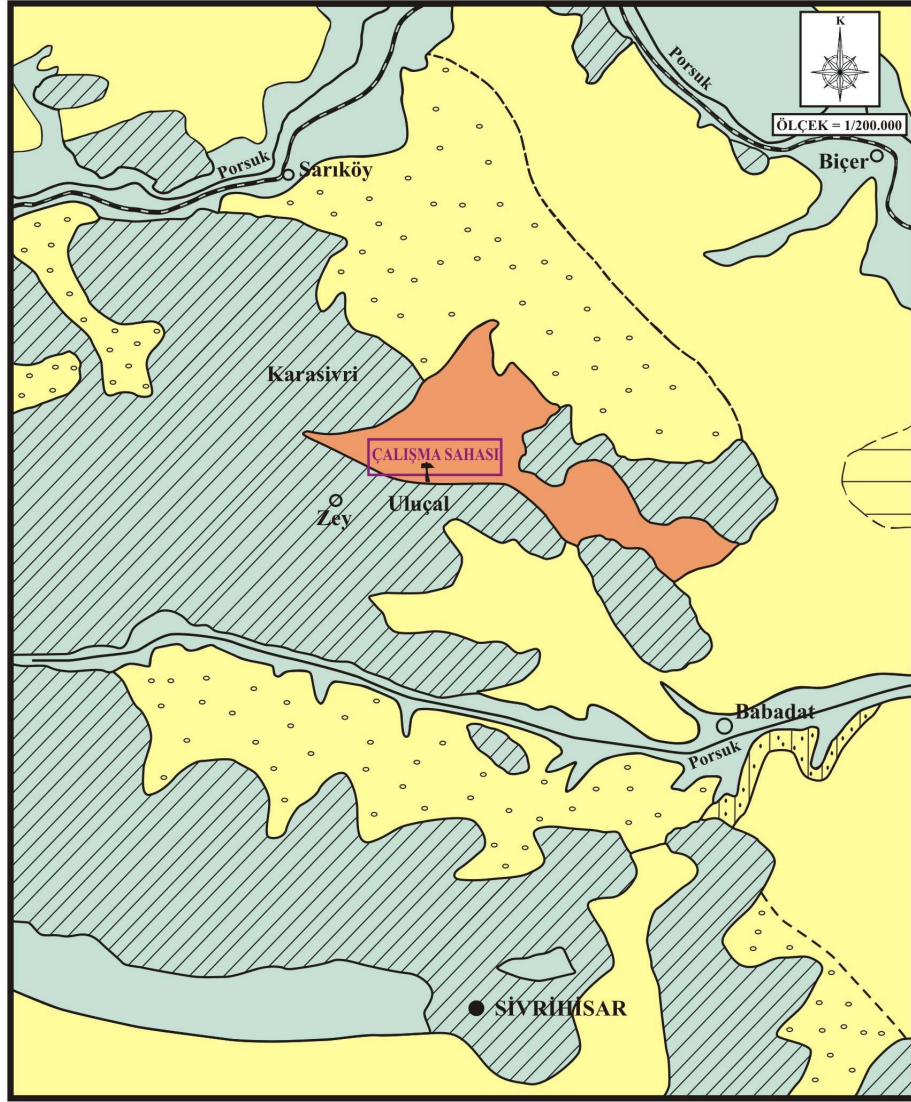




**LEJAND**

Q	KUATERNER, KARASAL, AYRILMAMIS QUATERNARY, CONTINENTAL, UNDIFFERENTIATED	kr	KRETASE, AYRILMAMIS CRETACEOUS, UNDIFFERENTIATED
Qy	HOLOSEN, YENİ ALÜVYON HOLOCENE, RECENT	krü	ÜST KRETASE UPPER CRETACEOUS
Qe	PLEİSTOSEN, ESKİ ALÜVYON PLEISTOCENE	krüf	ÜST KRETASE, FLİŞ UPPER CRETACEOUS, FLYSCH
plQ	PLİO - KUATERNER PLIO - QUATERNARY	jk	JURA - KRETASE (J <sub>1</sub> , J <sub>2</sub> , BAZEN PERMO - KARBONİFER DAHİL) JURASSIC - CRETACEOUS (J <sub>1</sub> , J <sub>2</sub> , SOMETIMES INCLUDING PERM CARBONIFEROUS)
n	NEOJEN, KARASAL, AYRILMAMIS NEOGENE, CONTINENTAL, UNDIFFERENTIATED	i	JURA, AYRILMAMIS JURASSIC, UNDIFFERENTIATED
av	NEOJEN, VOLKANİK FASİES NEOGENE, VOLCANIC FACIES	pm	PERMIEN - MESOZOİK (P, M, BAZEN KARBONİFER DAHİL) PERMIAN - MESOZOIC (P, M, SOMETIMES INCLUDING CARBONIFEROUS)
pl	PLİOSEN, KARASAL PLIOGENE, CONTINENTAL	P	PALEOZOİK, AYRILMAMIS PALEOZOIC, UNDIFFERENTIATED
olmj	OLİGO - MİOSEN, JİPSLİ FASİES OLIGO - MIOCENE, GYPSIFEROUS FACIES	Per	PALEOZOİK, METAMORFİK PALEOZOIC, METAMORPHIC
eo	EÖSEN - OLİGOSEN EOCENE - OLILOCENE	Cr	METAMORFİK SERİ, AYRILMAMIS METAMORPHIC SERIES, UNDIFFERENTIATED
e	EÖSEN, AYRILMAMIS EOCENE, UNDIFFERENTIATED	Mr	MERMER, KRİSTALİZE KALKER VE DOLOMIT MARBLE, CRYSTALLINE LIMESTONE AND DOLOMIT
ef	EÖSEN, FLİŞ EOCENE, FLYSCH	Qu	KUARSİT QUARTZITE
el	ORTA EÖSEN, LÜTESİEN MIDDLE EOCENE, LUTETIAN	π	ASİT İNTRUZİFLER ACID INTRUSIVES
ep	ALT EÖSEN, PALEOSEN LOWER EOCENE, PALEOCENE	γ	GRANİT, GRANODİORİT, KUARSLI DİORİT GRANITE, GRANODIORITE, QUARTZ - DIORITE
krp	ÜST KRETASE - PALEOSEN UPPER CRETACEOUS - PALEOCENE	g	BAZİK İNTRUZİFLER BASIC INTRUSIVES
M <sub>k</sub>	MESOZOİK - TERSİYER (KOMPRESANİF SERİ) MESOZOIC - TERTIARY (COMPRESSANIF SERIES)	P	PERİDOTTİT, PİROKSENİT, HARZBURGİT PERIDOTTITE, PYROXENITE, HARZBURGITE
M <sub>kr</sub>	MESOZOİK (OFİOLİTLİ SERİ), EKSERİYA KRETASE MESOZOIC (OPHIOLITIC SERIES), MAINLY CRETACEOUS	σ	SERPANTİN SERPENTINE
M <sub>krp</sub>	MESOZOİK (OFİOLİTLİ SERİ, EKSERİYA RADYOLARİT, HORNŞTEİN) MESOZOIC (OPHIOLITIC SERIES, MAINLY RADIOLARITES AND HORNSTENES)	V	VOLKANİKLER, AYRILMAMIS VOLCANIC ROCKS, UNDIFFERENTIATED
P <sub>ol</sub>	PALEOZOİK (OFİOLİTLİ SERİ) PALEOZOIC (OPHIOLITIC SERIES)	λ	RİYOLİT, DASİT RYHOLITE, DACITE
M	MESOZOİK, AYRILMAMIS, EKSERİYA KALKER MESOZOIC, UNDIFFERENTIATED, MAINLY LIMESTONES	sk	ANDEZİT, SPİLİT, PORFİRİT ANDESITE, SPILITE, PORPHYRITE
		β	BAZALT, DOLERİT BASALT, DOLERITE
		gk	VOLKANİK TUF, AGLOMERA, BRİS VOLCANIC TUFF, AGGLOMERATE, BRECCIA

Şekil 4.4 Çalışma alanının jeoloji haritası (1/500.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası - MTA)



Şekil 4.5 İnceleme alanının 1/200.000 ölçekli jeoloji haritası (Brelie G.V.D. 1953)

### 4.3 Çalışma Alanında İncelenmiş Olan Fasiyeler

Çalışma alanında daha önce de belirttiğimiz gibi altı adet fasiyes belirlenmiştir. Bu fasiyesler, aşağıdaki dikme kesitte (Şekil 4.6) sunulmuştur ve daha sonra tüm fasiyeslerin detaylı açıklaması yapılmıştır.

KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMA
20 m		F5 - Marn Fasiyesi
15 m		F4 - Kireçtaşı Fasiyesi
10 m		F3 - Kumtaşı Fasiyesi
20-25 m		F2 - Çamurtaşı Fasiyesi
1-2 m		KOMUR FASİYESİ
1-2 m		F2 - CAMURTAŞI FASİYESİ
25-30 m		F1 - Konglomera Fasiyesi

Şekil 4.6 Çalışma alanındaki tüm fasiyesleri gösteren dikme kesiti

#### 4.3.1 Konglomera fasiyesi: (F1)

Tez çalışması yapılan bölgede kömür içeren Eosen yaşlı çökeller, en altta kırmızı renkli konglomeralar ile başlamaktadır.

Miktar itibariyle %50'den fazla tane ihtiva eden, tane boyları 40-2 mm arası değişen, mevcut taneleri genellikle yuvarlaklaşmış olan ve bu taneler çimento veya matriks denilen bir ara madde ile bağlanmış sediamanter kayaç çeşidine konglomera denmektedir. Bir konglomera, esas olarak üç çeşit unsurdan meydana gelmekte olup, bunlar;

1. Bileşenler; a. Mineraller,
  - b. Kayaç Parçaları
  - c. Organik Kalıntılar
2. Matriks
3. Çimento 'dur.

Konglomeraların esas mineral bileşeni kuvarstır. Buzul bölgelerinde bu çeşit kayaçların sertleşmiş olanlarına tillit, kurak bölgelerde sel sularıyla yamaçlardan taşınan ve bir boylanma göstermeyen bu çeşit oluşumlar bir çimento ile bağlanarak sertleşmişlerse bunlara da fanglomerata denir.

Çalışma alanındaki diğer fasiyeslerin tabanını teşkil eden konglomera fasiyesi, yaklaşık 25-30 m kalınlığa sahiptir. Kırmızı rengiyle göze çarpmaktadır. Konglomera fasiyesinin bileşen olarak içerdiği kayaç parçaları, baskın ofiyolit ve temele ait mermer çakıllarından meydana gelmekte olup bu parçalar birbirlerine kalış çimentoyla bağlanmışlardır (Şekil 4.7).

Konglomera fasiyesini ince bir çamurtaşı fasiyesi ve daha sonra onun da üzerine gelen ince bir kömür seviyesi üzerlemektedir. Daha sonra kömür seviyesinin üzerine yeniden çamurtaşı fasiyesi gelmektedir.



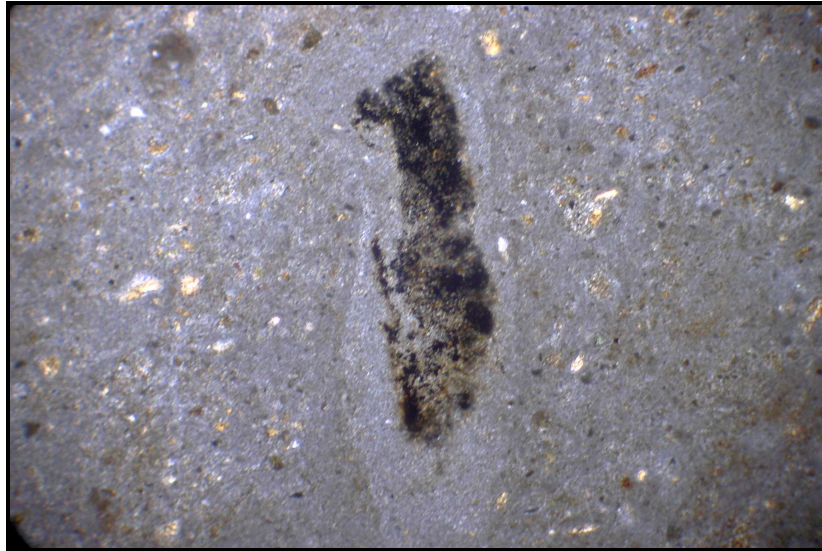
Şekil 4.7 Çalışma alanındaki konglomera fasiyesinin genel görünümüleri

### 4.3.2 amurtaşı fasiyesi: (F2)

Çalışma alanında gözlenen ilk kömür fasiyesinin üzerine çamurtaşı fasiyesi gelmektedir (Şekil 4.8 – 4.9).



Şekil 4.8 Kömür fasiyesi ve üzerleyen çamurtaşı fasiyesi



Şekil 4.9 amurtaşı numunesinin ince kesitinde gözlenen kömür oluşumları

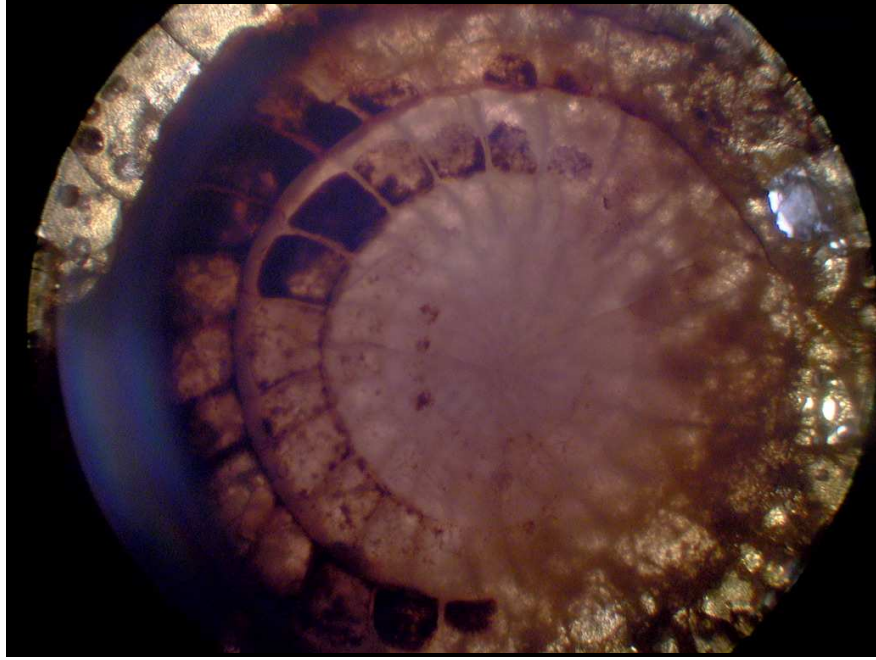
Çamurtaşı, genel bir kayaç ismi olup, 1:16 ile 1:256 mm arasındaki tane boyuna sahip bileşenlerden meydana gelir. Genel olarak silt ve kil karışımı olarak da tanımlanır. Bu grup içerisinde daha alt kayaç grupları ele alındığında kil boyu taneler veya kil mineralleri bakımından zengin olan kayaçlara kilitaşı denmektedir. Bunların sıkıştırılmış ve yapraksı yapı kazanmış olanlarına şeyl, ileri derecede sıkıştırılmış kilitaşlarına arjillit, yüksek derecede CO<sub>3</sub> içeren konkoidal kırıklı türlerine marn denmektedir.

Çamurtaşları, düşük enerjili her türlü ortam koşullarında çökebilir. Bunlar, akarsu düzlükleri, taşkın ovaları, göller, buzul ortamları, lagün, derin denizel çukurlar, gelgit kuşakları ve bataklık ortamları olarak sayılmaktadır.

İnceleme alanımızdaki çamurtaşı fasiyesi, önce kırmızı-gri alacalı renklerde daha üstlerde kırmızı renkte gözlenmekte olup, kumtaşı fasiyesiyle dereceli geçiş göstermektedir. Ayrıca fasiyesin içerisinde yer yer dağınık çakıllara rastlanmaktadır. Çamurtaşı fasiyesi, takriben 20-25 m kalınlık sunmaktadır. Fasiyesin ilk 10 m'si içinde bol miktarda Nummulites fosili yer almaktadır. Ayrıca bu fasiyesin içerisinde kömürlü ve bol makrofosilli ara seviyeler gözlenmiştir ve bu seviyelerden el örnekleri alınmıştır (Şekil 4.10). Dr. Ercüment SİREL ile birlikte yapılan incelemeler ve mikroskobik çalışmalar sonucu bu fosillerin cinsleri; *Assilina Arenensis ALMELA*, *Nummulites of Involutus & SHAUB*, *Assilina spp.* olarak tayin edilmiştir. Bu cinsler de fasiyesin yaş aralığının Eosen'in alt seviyelerinde olduğunu göstermektedir (Şekil 4.11). Ayrıca çamurtaşı fasiyesinin içerisinde *Textularia sp.*, *Miliolina sp.*, *Cibicides sp.*, *Bilokulina sp.* mikro fosil formlarına ve *Gastropoda sp.*, *Pelecypoda sp.*, *Brachiopoda sp.*, *Ostrea sp.* makro fosil formlarına rastlanmıştır (Şekil 4.12).



Şekil 4.10 Çamurtaşı fasiyesinden alınmış el örnekleri



Şekil 4.11 Çamurtaşı Fasiyesi'nden alınmış numunenin ince kesitiyle yapılan mikroskop çalışması sonucu gözlenen *Nummulites* fosili





Şekil 4.12 İncelenen makrofosil formları (*Ostrea sp.*)

### 4.3.3 Kumtaşı fasiyesi: (F3)

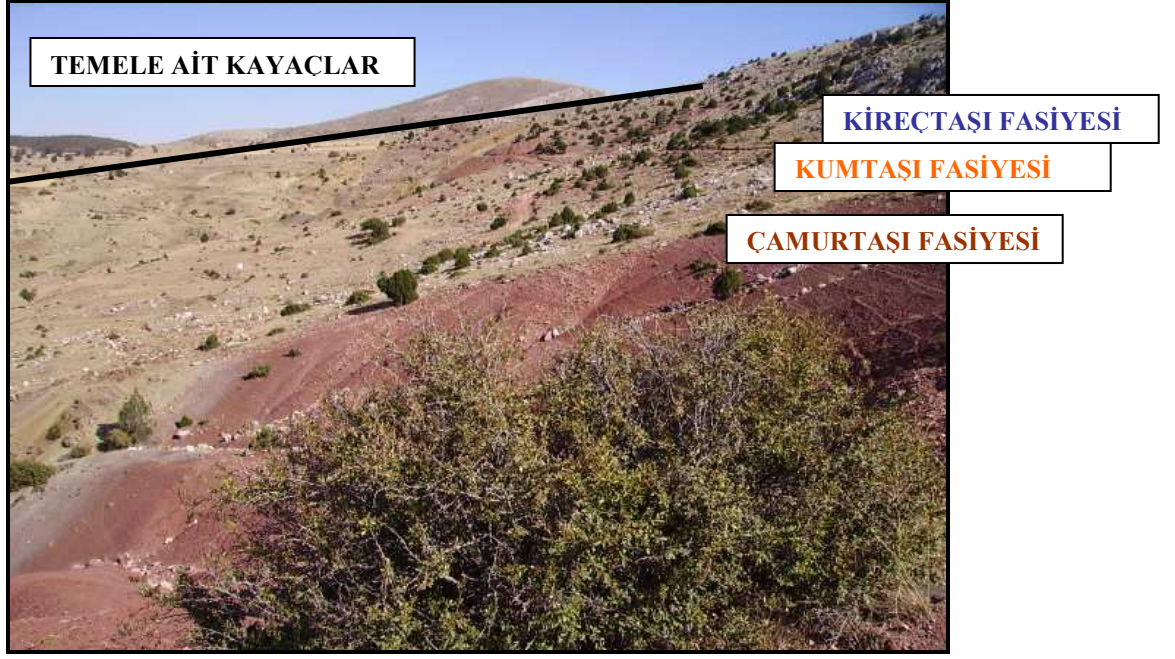
Çalışma alanında çamurtaşı fasiyesini kumtaşı fasiyesi üzerlemektedir.

2-1/16 mm tane boyuna sahip, genelde yuvarlaklaşmış detritik tanelere kum denilmektedir. Kum taneleri genellikle silisklastik özellikte olup, bir bağlayıcıyla çimentolandığında kumtaşı ismini alır.

Kumtaşlarının sınıflandırılmasında tane bileşimi ile bağlayıcı unsur beraber kullanılmaktadır. Bu kapsamda kimyasal bir bağlayıcı ile çimentolanmış olanlar arenit, kil hamurla bağlanmış olanlar ise vake ismini alırlar. Bu gruplara kayaç bileşimi de eklenerek kumtaşı adlandırması yapılmaktadır.

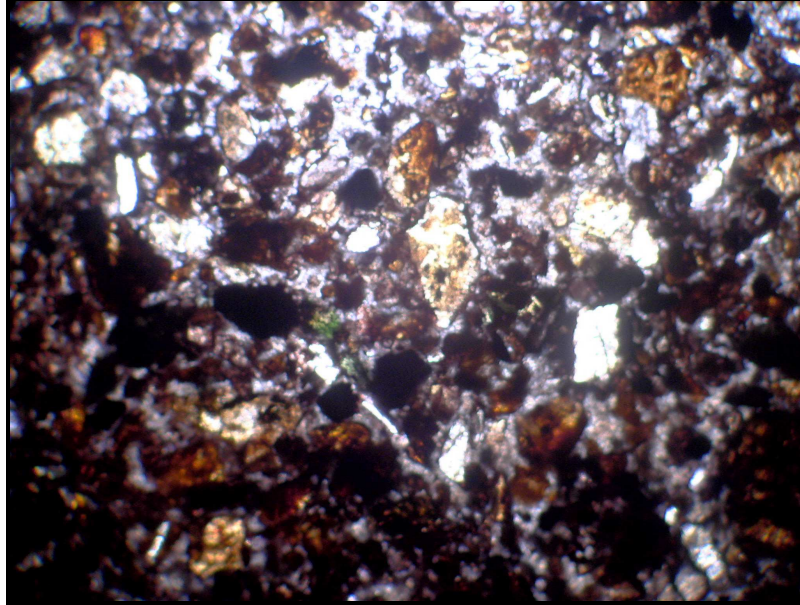
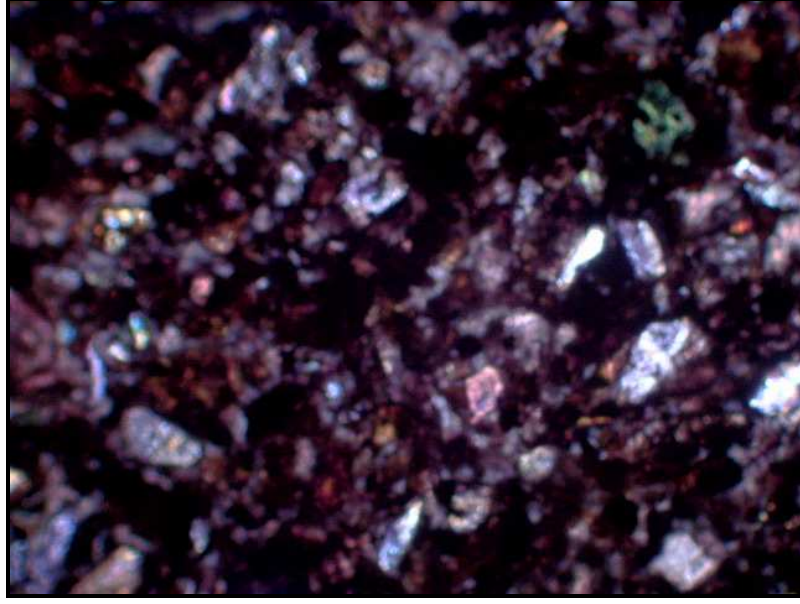
Çalışma alanında çamurtaşı fasiyesiyle geçiş gösteren kumtaşı fasiyesi, yaklaşık 10 m kalınlık arz etmektedir. (Şekil 4.13) Kumtaşı fasiyesi, sarı-boz renklerde gözlenmekte olup, üzerine gelen kireçtaşı fasiyesiyle geçiş göstermektedir. Bu fasiyes, yer yer kalış oluşumları içermektedir.

Doğu yönüne bakıldığında, bu Alt Eosen istifinin temel kayalar üzerine uyumsuz olarak geldiği görülmektedir.



Şekil 4.13 Çalışma alanında gözlenen kırmızı-gri alacalı çamurtaşı ve üzerine gelen sarı-boz renklerdeki kumtaşı fasiyesi ve kumtaşı fasiyesini de üzerleyen kireçtaşı fasiyesi

Yapılan petrografik incelemeler sonucu çalışma alanında gözlenen kumtaşının cinsi, kil bağlayıcıyla bağlanmış kayaç parçalarının fazla olduğu kumtaşı türü olan litik vake olarak tanımlanmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14 Kumtaşından alınan numunenin ince kesit görüntüleri

#### 4.3.4 Kireçtaşı fasiyesi (F4)

Çalışma alanında kumtaşı fasiyesinin üzerinde onunla dereceli geçişler gösteren kireçtaşı fasiyesi yer almaktadır.

Kireçtaşları, karbonat kayaçlar grubu içerisine yer almaktadır. Yani bileşiminde %50'den fazla CO<sub>3</sub> minerali içermektedir. Kireçtaşının bileşiminde aragonit ve kalsit bulunmaktadır. Kireçtaşı genellikle kimyasal ve biyokimyasal olaylara bağlı şekilde oluşmaktadır. Dünya genelinde sığ, tropik, yarı tropik, normal tuzlulukta ve silisiklastik akımının olmadığı denizler, karbonat üretiminin ana ortamlarıdır.

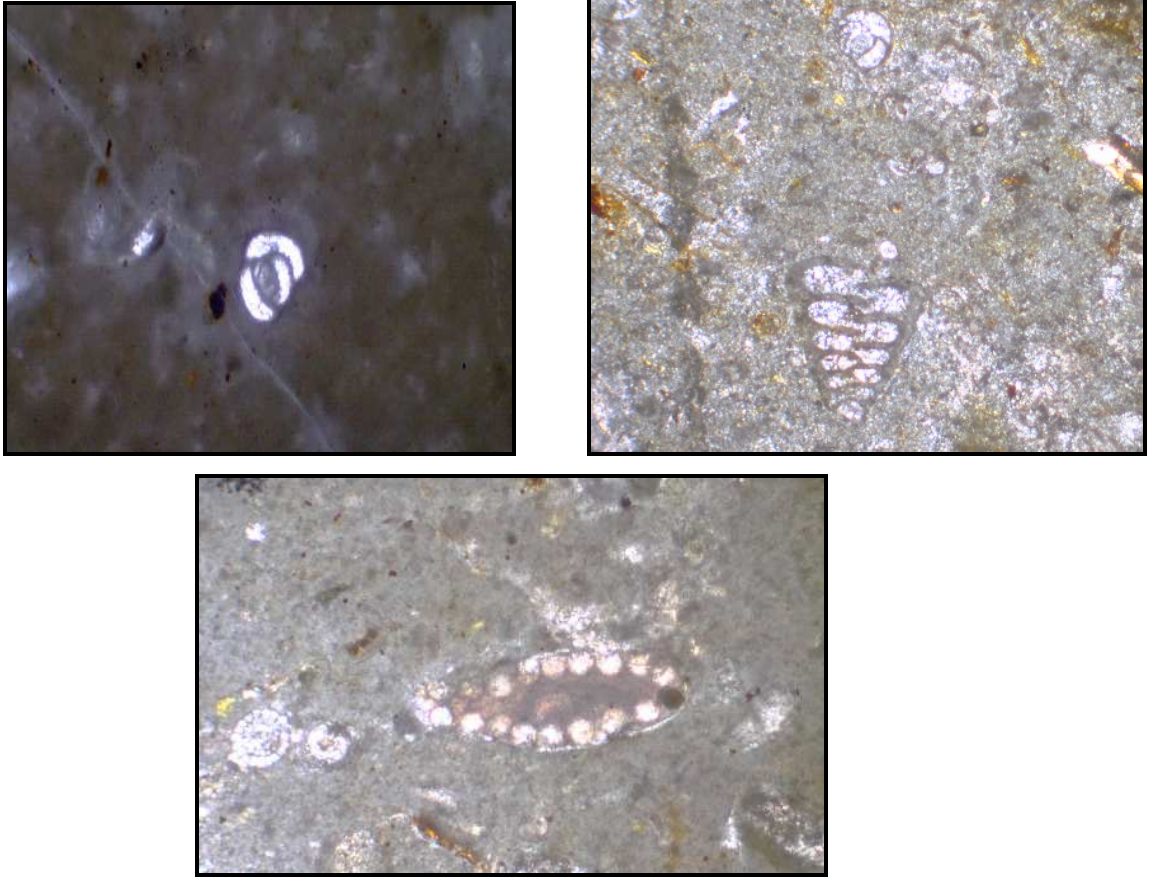
Kireçtaşlarının bileşenleri, allokem ve ortokem olmak üzere iki grupta incelenmektedir. Ortokem, bağlayıcı anlamına gelmekte olup, mikrit ve sparit olmak üzere iki türdür. Kireçtaşının taneseli unsurlarını ise allokemler meydana getirmektedirler. İnce kesitler ile bileşimsel özelliği tanımlanan kireçtaşları, araştırmacılarının adını alan Folk ve Dunham sınıflandırmalarına göre adlandırılmaktadırlar. Kireçtaşlarının ortamsal modellemelerinde ise Standart Mikrofasiesler (SMF) ve XYZ – Irwin Zonları modellemeleri kullanılmaktadır.

Çalışma sahasında, kumtaşı fasiyesinin üzerine dereceli geçişler göstererek kireçtaşı fasiyesi gelmektedir. Kireçtaşı fasiyesi, yaklaşık 15 m kalınlığa sahip olup; dereceli geçişlerden dolayı yer yer kumlu kireçtaşı özelliği göstermektedir (Şekil 4.15). İnceleme alanındaki kireçtaşı fasiyesi, gri-esmer renkte gözlenmektedir ve üzerine gelen marn fasiyesiyle derecelenmeli geçiş göstermektedir. Kireçtaşı fasiyesinin incelenmiş seviyelerinden alınmış olan numunelerle yapılan elek analizi ve mikroskop incelemeleri sonucu fasiyes içerisinde *Textularia sp.*, *Miliolina sp.*, *Cibicides sp.*, *Bilokulina sp.* gibi mikrofosillere; *Gastropoda sp.*, *Brachiopoda sp.* ve *Pelecypoda sp.* gibi makrofosillere rastlanmıştır (Şekil 4.18).

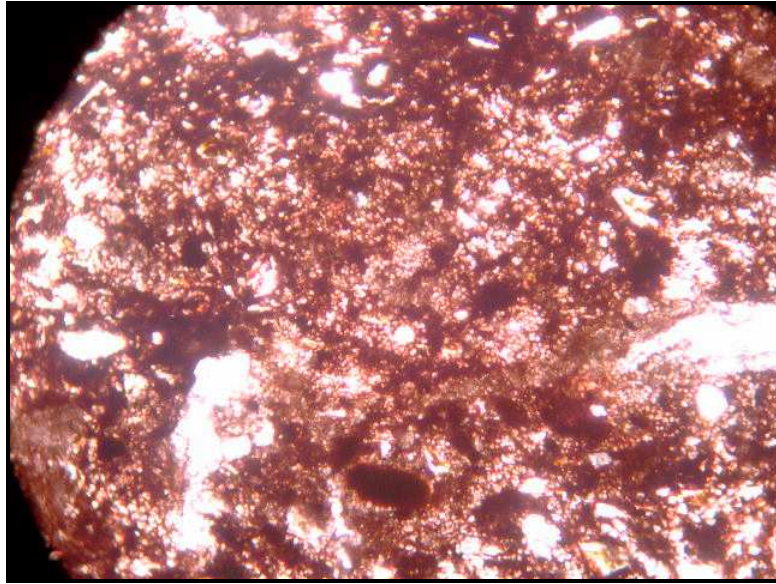
Kireçtaşı örneklerinde yapılan mikroskobik incelemeler, karbonat çökelim ortamlarında demiroksit miktarının yüksek olduğunu göstermektedir. Bu da büyük olasılıkla çevredeki ofiyolitten türeyen demir minerallerinin alterasyonuna bağlıdır (Şekil 4.19).



Şekil 4.15 Sarı-boz renkli kumlu seviyeler içeren kireçtaşı fasiyesi



Şekil 4.16 Kireçtaşı fasiyesindeki *Bilokulina sp.*, *Textularia sp.*, *Cibicides sp.* ve *Chara* örnekleri



Şekil 4.17 Kireçtaşı numunesinin ince kesitinde görülen demiroksitleşmeler

#### 4.3.5 Marn fasiyesi (F5)

Çalışma alanında kireçtaşı fasiyesinin üzerine dereceli geçişler göstererek marn fasiyesi gelmektedir.

Doğada, %50-70 oranında kireç ve %50-30 oranında kil karışımından oluşmuş kayaca marn denilmektedir. Oluşum bakımından tamamıyla sedimanter olup, diyajenez geçirmiş, genellikle düzenli tabakalı olarak bulunur. Marn oluşumu için daha çok tektonik ve orojenik hareketlerin durulduğu sakin ortamlar daha uygundur. Marn, çoğunlukla beyaz, gri veya kahverengidir fakat kırmızı ve siyahı da bulunmaktadır. Türkiye’ de ve dünyada bulunan marnların büyük bölümü, Mesozoik ve Tersiyer’ e mensuplardır.

İnceleme alanında yer alan marn fasiyesi, üzerine geldiği kireçtaşı fasiyesiyle dereceli geçişler yapmakta ve bölgede yaklaşık 20 m kalınlık sunmaktadır. Bu fasiyes görünüş itibariyle alacalı kırmızı – yeşil renge sahiptir.

Marn fasiyesinin alt kısımlarında yer yer marnlı – kumlu seviyeler gözlenmekte olup, bu seviyeler yer yer sert tabakalar oluşturmuşlardır. Çalışma alanında incelenen marn fasiyesinin diğer fasiyesleri üzerlediği gözlenmiştir.



#### 4.3.6 Çalışma alanındaki kömür fasiyesi

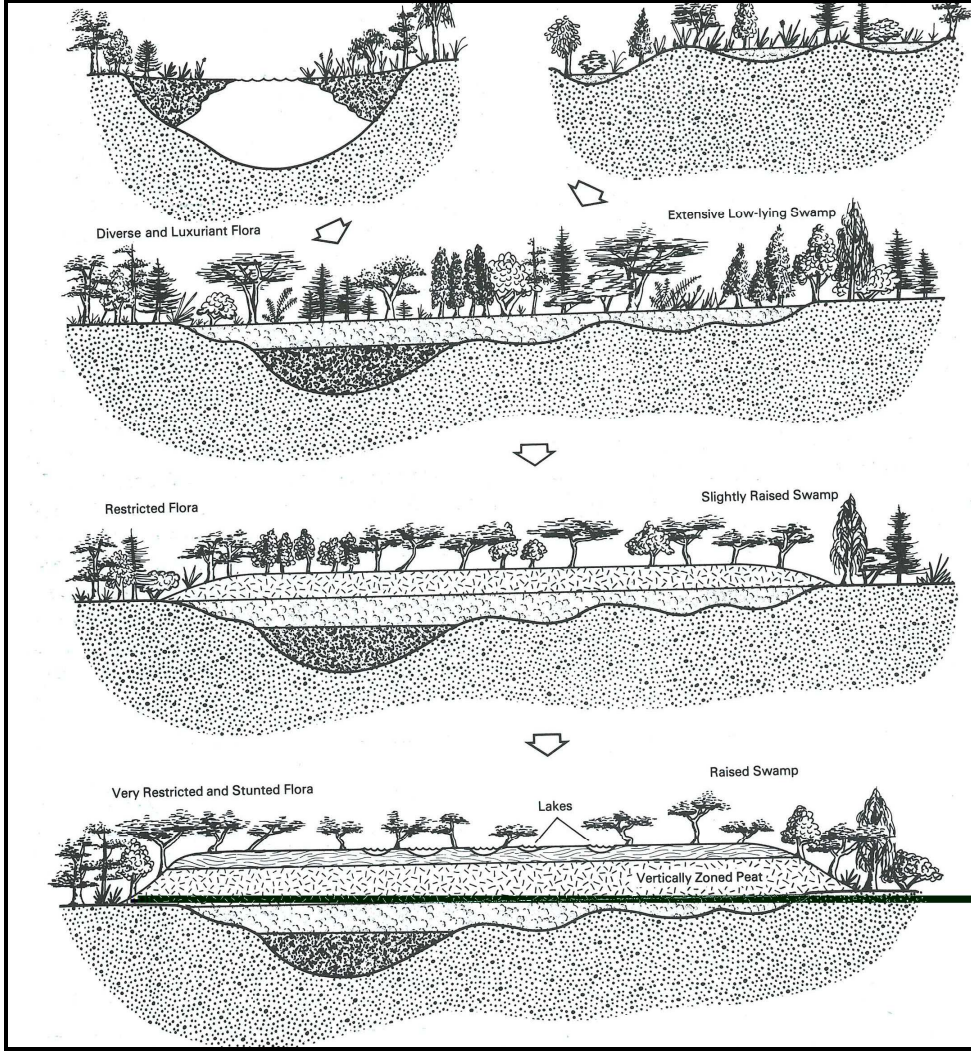
Çalışma alanında yer yer kömür fasiyeslerine rastlanmaktadır. Bu fasiyesler fazla kalınlığa sahip değildirler, fakat kömür analizleri ve bunların değerlendirilmesinden turba oluşumu sırasındaki paleocoğrafya hakkında önemli bulgular elde edilebilmektedir.

Bitkisel materyallerin bir sedimanter çökme ortamında birikmesi, depolanması ve diyajenezi sonucu kömür oluşmaktadır. Kömürlerin iki ana tipi vardır; hümik kömürler ve sapropelik kömürler. Kömürlerin büyük bir kısmı, çoğunluğu turbalardan oluşan hümik tiptedir. Sapropelik kömürler, anaerobik koşullardaki sualtı çamurları olarak depolanırlar. Parlak kömürler, daha çok vitrinitçe (hüminitçe) zengin, buna karşın mat kömürler liptinit ve bazen mineralce zengindirler.

Turba oluşum ortamları daha çok yeraltı su seviyesinin yeryüzüyle kesiştiği yani su, hava ve karanın birbirine en yakın olduğu ve ortamda bitkilerin bol olduğu bataklık ortamlarıdır.

Bataklıklar, esasen 2 kısımda incelenmektedir; alçak bataklık ve yüksek bataklık (Şekil 4.18). Alçak bataklıklar yani kıyı bataklıkları, büyük boyutlu serbest su kütlelerine yakın ve onlarla ilişkili olup, acı sulu ortamlardır. Alçakta uzanan bataklıklar, aktif klastik depolanmanın uzağındaki alanlarda kalın, yüksek kaliteli turbalar depolayabilirler. Yüksek bataklıklar ise, kara içlerinde durgun su kütlelerine yakın ve onlarla ilişkili olup, tatlı su ortamlarıdır. Yükselmiş bataklıklar, önceden var olan topografyayı yansıtmayan dışbükey bir üst yüzeye sahiptir. Bu tip bataklık, serin ve tropikal turba oluşum alanlarında yaygındır. Yükselmiş bir bataklık, sadece yıllık yağışın yıllık buharlaşmadan fazla olduğu alanlarda gelişir.

Yüksek bataklıklar normalde çok asidiktir (pH 3,3-4,6) ve suları, bitkisel madde bakımından zayıftır. Bu tip bataklıklar, klastik sedimantasyonun olduğu alanlarda oluşabilirler (Teicmuller and Teichmuller 1982).



Şekil 4.18 Bataklık tiplerinin evrimsel sekansı (Romanov 1968)

Kömürlerin kalitesini ve oluştuğu ortamı bulmak için çeşitli analizler yapılmaktadır. Bunları; proximate (kaba-kimyasal), ultimate (elementer), petrografik ve teknolojik olarak sınıflandırabilir.

Proximate analizlerde kömürdeki nem, kül, uçucu madde, sabit karbon (bağlı karbon) ve toplam kükürt gibi analizleri kapsamaktadır. Çalışma alanındaki kömürler ortalama %2,98 nem, %33,6 kül, %35,4 uçucu madde, %28,02 sabit karbon ve %4,72 toplam kükürt içeriğine ve 3443 kcal/kg ısı değere sahiptir (Çizelge 4.1) (Şengüler 2005).

Çizelge 4.1 Çalışma alanındaki kömürlerin proximate analiz sonuçları (Şengüler 2005)

	Analiz	Orijinal Numune	Havada Kuru Numune	Kuru Numune	Susuz, Külsüz Numune
Kısa Analiz	Su %	9,67	2,98		
	Kül %	31,28	33,6	34,63	
	Uçucu Madde %	32,96	35,4	36,49	55,82
	Sabit Karbon %	26,09	28,02	28,88	44,18
	TOPLAM %	100	100	100	100
Kükürt	Yanar Kükürt %	3,93	4,23	4,35	6,66
	Külde Kükürt %	0,46	0,49	0,51	
	Toplam Kükürt %	4,39	4,72	4,86	
Kok-Gaz (ISO Yöntemi)	Kok %	57,37	61,62	63,51	44,18
	Gaz %	42,63	38,38	36,49	55,82
Isıl Değer	Aşağı (kcal/kg)	3165	3443	3566	5456
	Yukarı (kcal/kg)	3392	3643	3755	5744

Ultimate analizlerde ise kömürdeki karbon, hidrojen, azot, oksijen ve kükürt değerlerine ulaşılmaktadır. Çalışma alanındaki kömürler, %38,75 karbon, %2,92 hidrojen, %0,82 azot, %16,7 oksijen ve %4,23 kükürt içermektedir (Çizelge 4.2) (Şengüler 2005).

Çizelge 4.2 Çalışma alanındaki kömürlerin ultimate analiz sonuçları (Şengüler 2005)

<b>Element</b>	<b>Orijinal Numune</b>	<b>Havada Kuru Numune</b>	<b>Susuz,Külsüz Numune</b>
<b>C %</b>	36,08	38,75	61,1
<b>H %</b>	2,72	2,92	4,6
<b>N %</b>	0,76	0,82	1,29
<b>O %</b>	15,55	16,7	26,34
<b>S (yanar) %</b>	3,93	4,23	6,66

Petrografik analizlerde kömürün en temel birimi olan maserallerden yararlanır. Bir kömürde maseraller, maseral gruplarını, maseral grupları mikrolitotipleri, mikrolitotipler, litotipleri, litotipler ise kömür tiplerini meydana getirir. Maseral grupları, Çizelge 4.3 'te ayrıntılı bir şekilde gösterilmiştir.

Çizelge 4.3 Kömürleri oluşturan maseral ve maseral grupları (Kavuşan 2008, Teichmuller and Teichmuller 1982'den derlenmiştir)

Maseral Grubu	Maseral	Morfoloji	Köken
Vitrinit	Telinit	Hüresel yapı	Hücre duvarları;ağaç oluşu,dallar,kökler,vb'dir.
	Colinit	Şekilsiz	Çözünmemiş organik maddenin jel formda çökmesi.
	Vitrodetrinit	Vitrinit parçaları	Bitkilerin ve hümik turba parçalarının erken bozunması.
Ekzinit (Liptinit)	Sporinit	Fosil formda	Mega- ve mikrosporlar.
	Kütinit	Ekler içerebilen bantlar	Kütiküller-yaprakların,filizlerin ve ince gövdelerin dışındaki tabaka.
	Rezinit	Hücre dolgusu,tabakalar veya yayılmış.	Bitki reçineleri,balmumu ve diğer salgılar.
	Alginit	Fosil formda	Algler.
	Liptodetrinit	Ekzinit parçaları	Bozunma artıkları.
İnertinit	Füzinit	Boş ya da mineral dolgulu hüresel yapı.Hücre yapısı genelde iyi korunmuş.	Okside olmuş bitkisel materyal-genelde bitkilerin yanmasına bağlı olarak.
	Semifüzinit	Hüresel yapı	Kısmen okside olmuş bitkisel materyal.
	Makrinit	Amorf çimento	Okside olmuş jel materyal.
	İnertodetrinit	Füzinit,semifüzinit ve/veya makrinitin küçük parçaları.	Yeniden-depolanmış inertinit.
	Mikrinit	Taneler;yuvarlak taneler;yaklaşık 1 mikronm	Kömürleşme sırasında özellikle ekzinit gibi maserallerin bozunması.
	Sclerotinit	Fosil formda.	Mantarsı artıklar.

Çalışma alanındaki kömürlerde baskın maseral grubu %63-67'lik bir oranla huminit (vitrit), maseral ise %50-55'lik bir oranla gelinit (colinit) tir. Liptinit grubu maseraller,%2-3 ve inertinit grubu maseraller ise %4-7 oranında bulunmaktadır. (Çizelge 4.4) (Şengüler 2005).

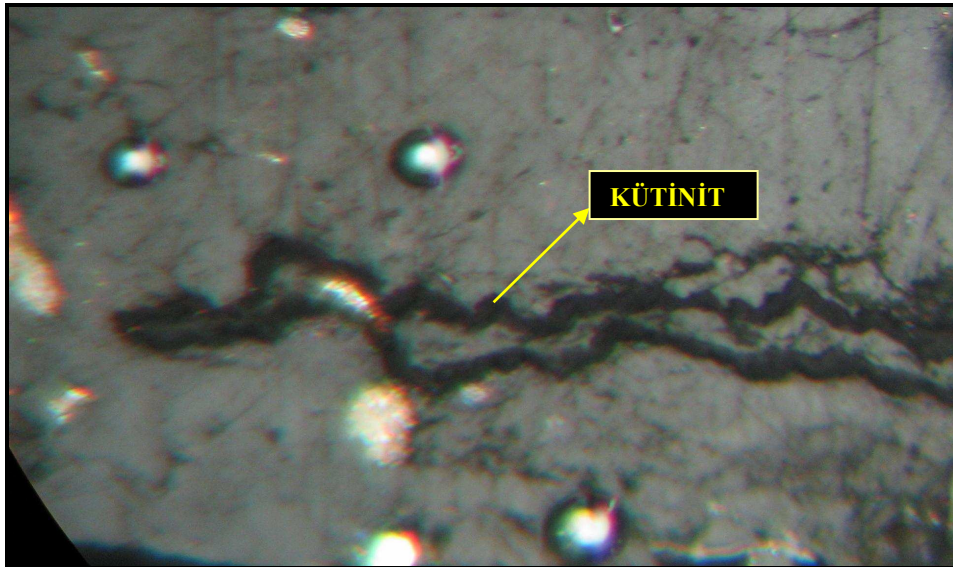
Çizelge 4.4 Çalışma alanındaki kömürlerin petrografik analiz sonuçları (Şengüler 2005)

Örnek	Hüminit (%)						Liptinit (%)			Inertinit (%)			Mineral Madde (%)			G.Top.	Fasiyes (Kalkreuth at.al., 1991)	
	T.Ülm.	Eu-Ülm.	Att.	Den.	Gel.	Top. (%)	Sp.	Cut.	Top. (%)	Mac.	Scl.	Top. (%)	Pr.	In.	Top. (%)		GI	TPI
1	2	3	3	4	55	67	1	1	2	3	1	4	4	23	27	100	3,00	0,50
2	1	2	2	3	52	60	1	2	3	4	3	7	5	25	30	100	3,33	0,33
3	3	3	3	4	50	63	2	1	3	3	2	5	5	24	29	100	3,25	0,60

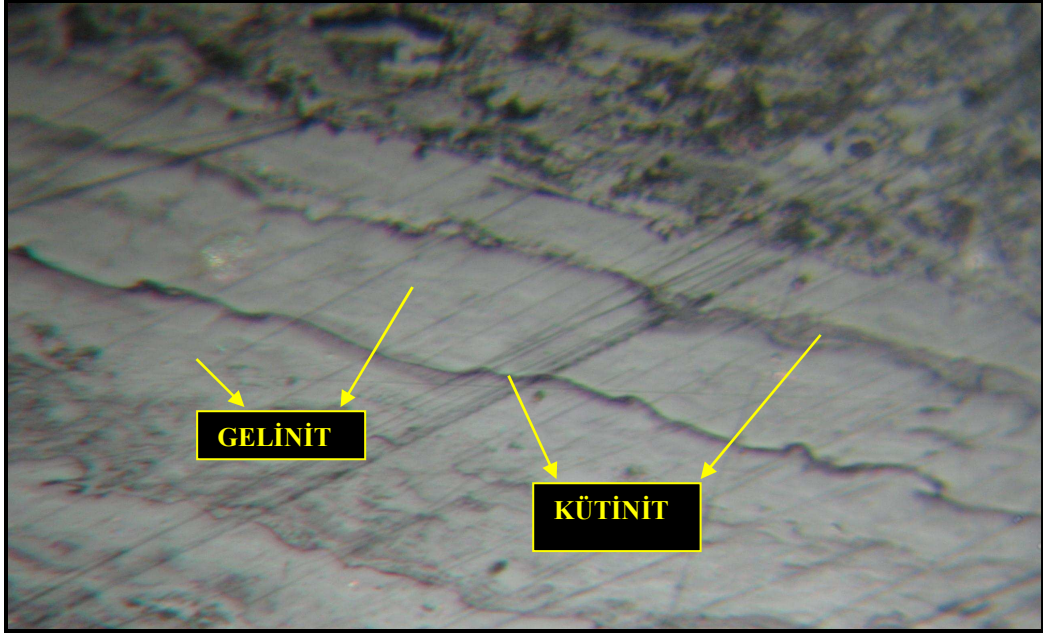
T.Ülm. : Tekstoülminit  
Eu-Ülm.: Eu-Ülminit  
Att. :Atrinit  
Den. :Densinit  
Gel. :Gelinit  
Sp. :Sporinit  
Cut. :Kütinit  
Mac. :Makrinit  
Scl. :Sklerotinit  
Pr. :Pirit  
In. :İnorganik Mineral Madde  
Top. :Toplam  
G.Top. :Genel Toplam  
GI. :Jelleşme İndeksi (Gelification Index)  
TPI. :Doku Koruma İndeksi (Tissue Preservation Index)

GI ve TPI indeksi hesaplamalarında Kalkreuth at.al., 1991'e ait eşitlikler kullanılmıştır.

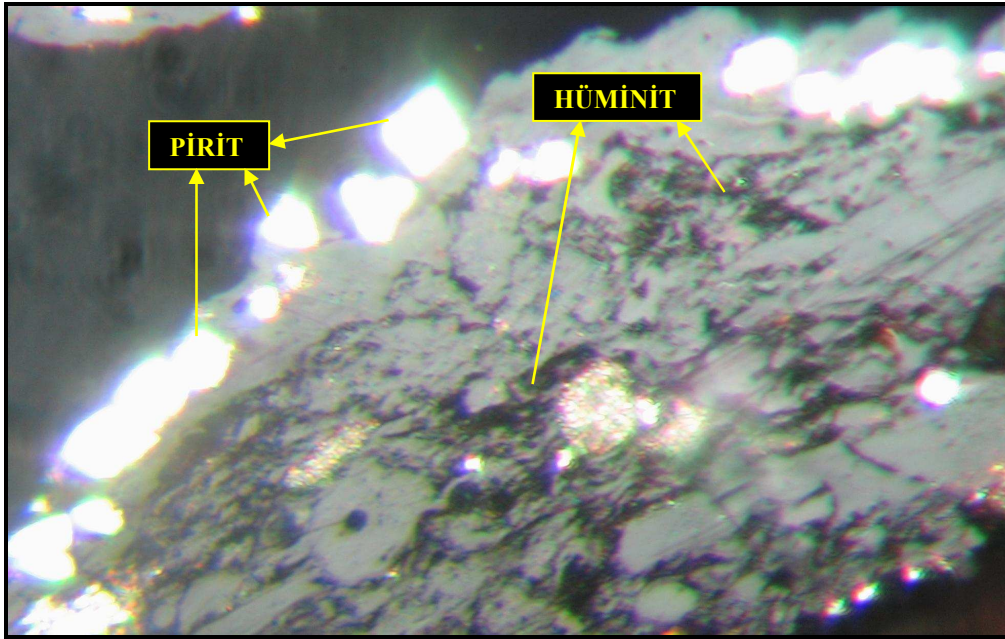
Yapılan petrografik tanımlamalar sonucu baskın olarak gözlemlenmiş maserallere ve mineral maddelere dair mikroskop görüntüleri aşağıda sunulmuştur (Şekil 4.19 – 4.22), (Şengüler Sözlü Görüşme).



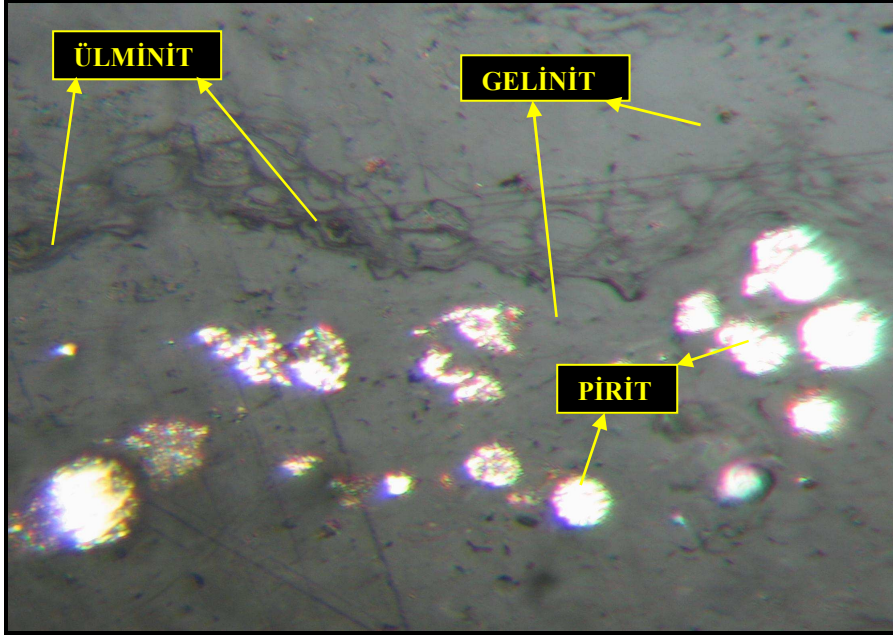
Şekil 4.19 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen kütinit



Şekil 4.20 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen kütinit ve gelinit



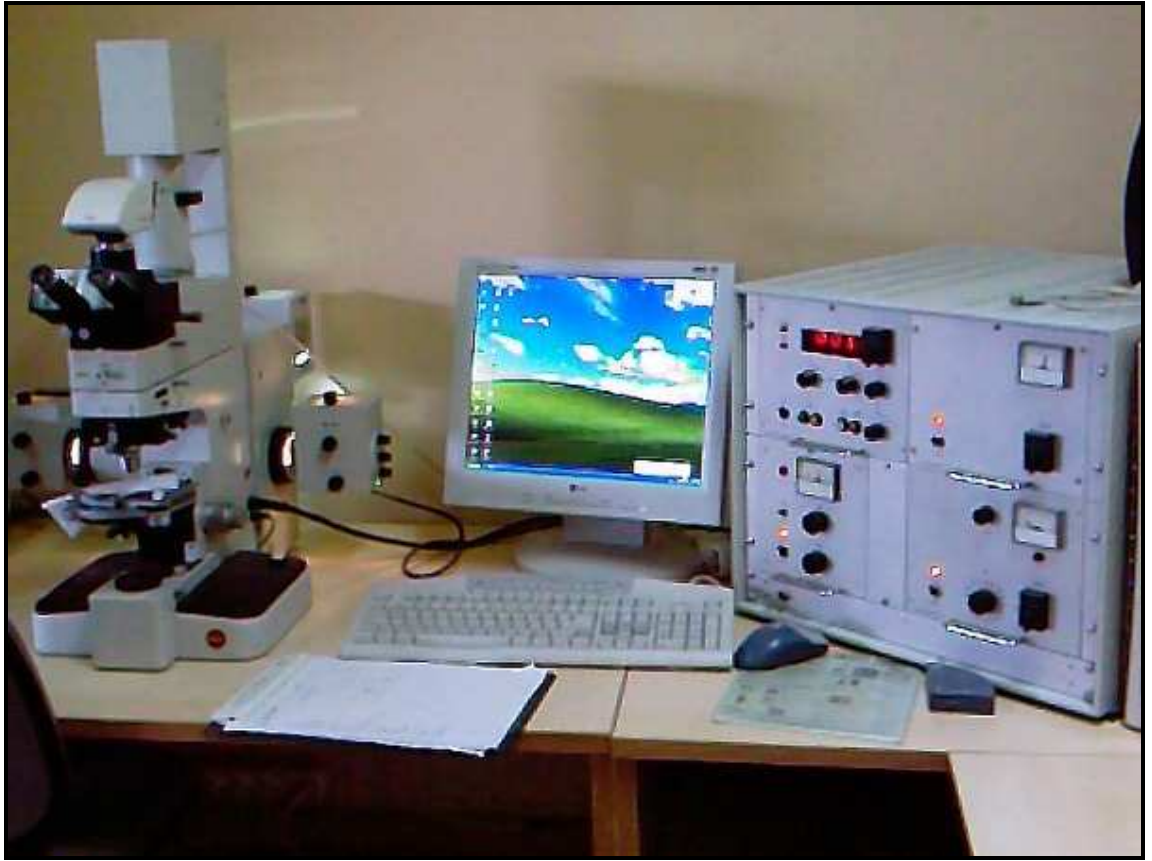
Şekil 4.21 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen pirit ve kırıntılı hüminit



Şekil 4.22 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen pirit, ülminit ve gelinit

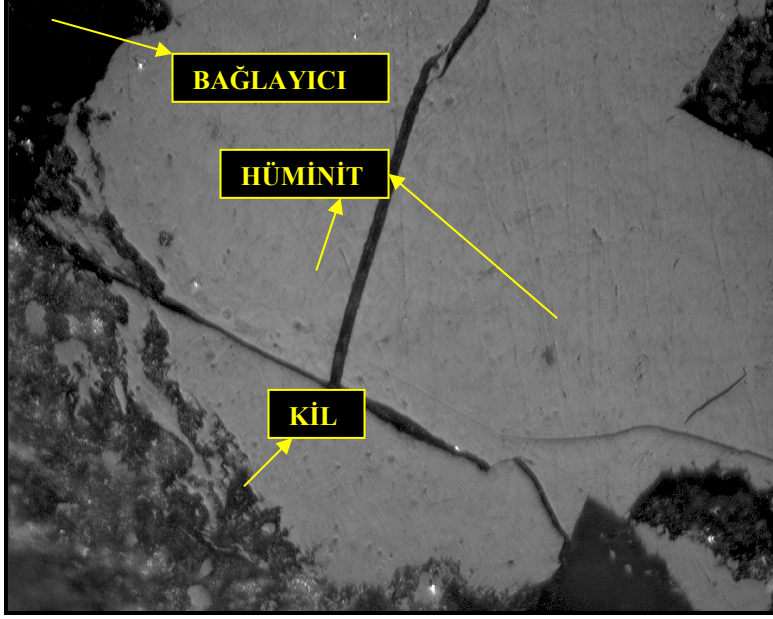
Ayrıca sahadan alınan kömür numuneleriyle, materyal ve yöntem kısmında da açıklandığı gibi, MTA laboratuvarlarında parlatma biriketi (Şekil 4.23) hazırlanmış, daha sonra hazırlanan bu örnek, Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mikroskop Laboratuvarında incelenerek, maseral tayini yapılmış ve hüminit (vitrinit) yansıtması değerleri ölçülmüştür (Şekil 4.23).



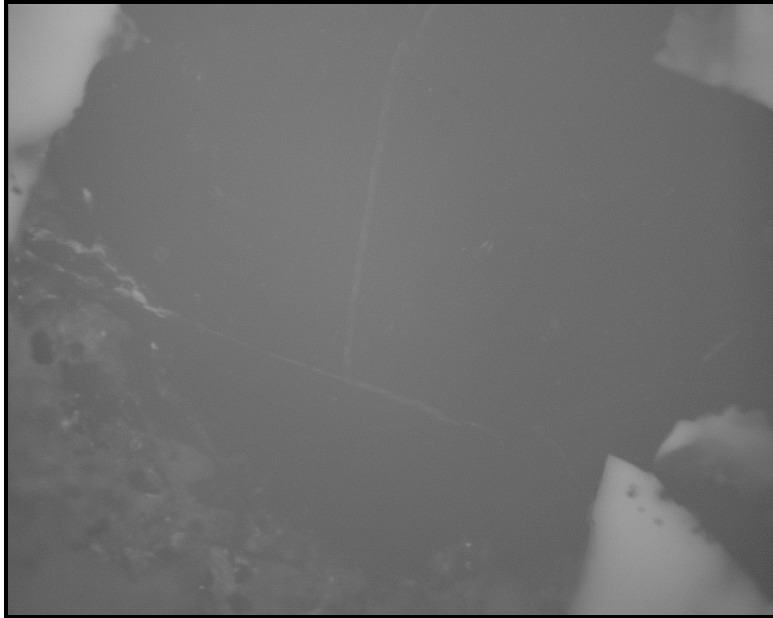


Şekil 4.23 Çalışma alanından arazi çalışması sonucu alınan kömür numunesi, hazırlanan parlatma biriketi ve incelendiği mikroskop ortamı

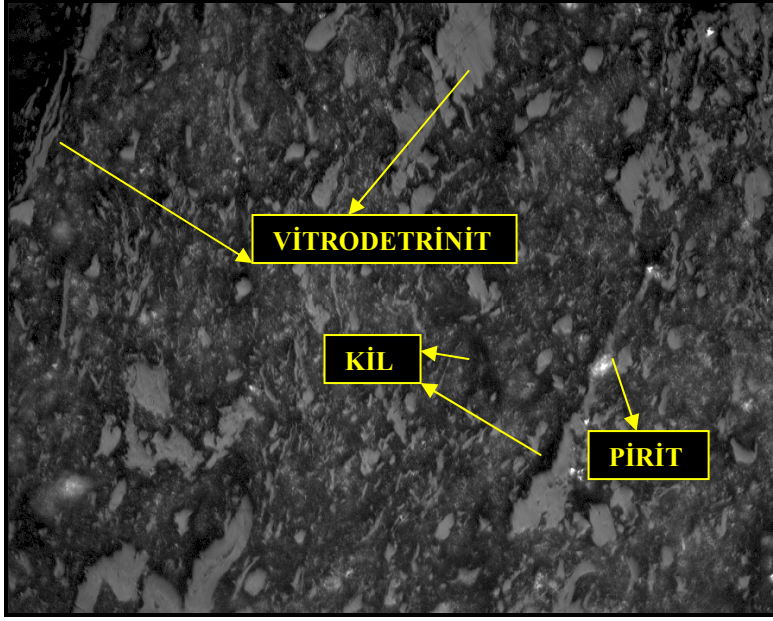
Mikroskop incelemeleri sonucu örneklerde daha yaygın oranda hümodetrinit maseralinin (taşınmış malzeme), kil minerallerinin ve çok daha az oranda piritin varlığı gözlenmiştir. Aşağıda bu çalışma sonucu elde edilmiş olan mikroskop görüntüleri sunulmuştur. İlgili görüntülerdeki fotoğrafların boyutu 270 x 340 mikrometredir.



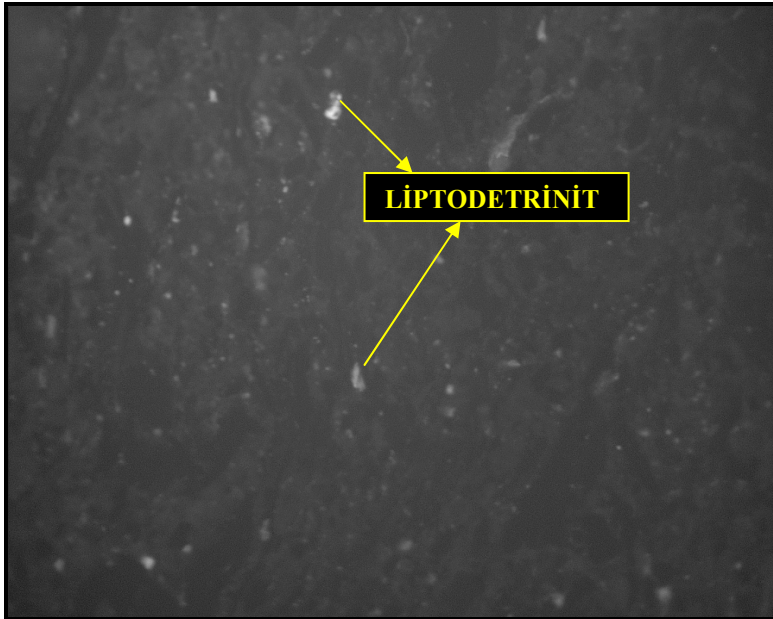
Şekil 4.24 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit ve kil mineralleri



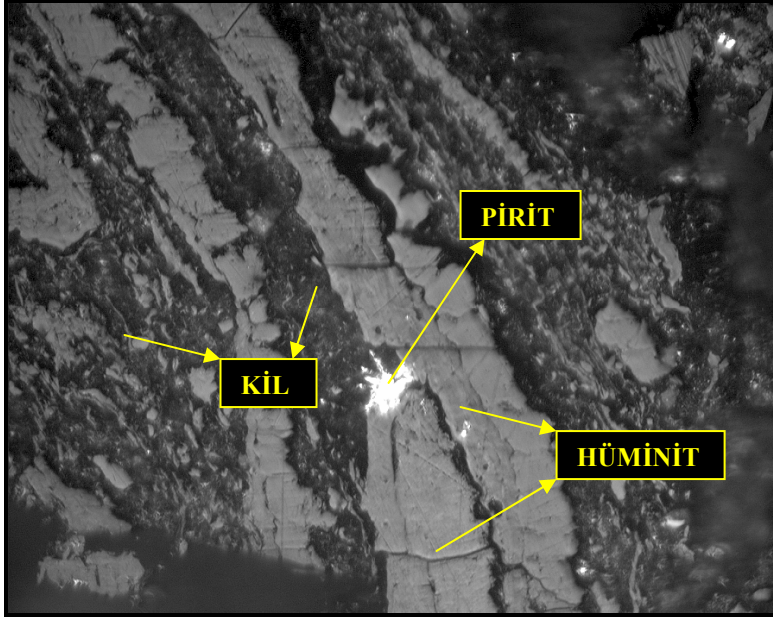
Şekil 4.25 Bu fotoğraf, Şekil 4.24'ün fluoresans ışığındaki görünümüdür



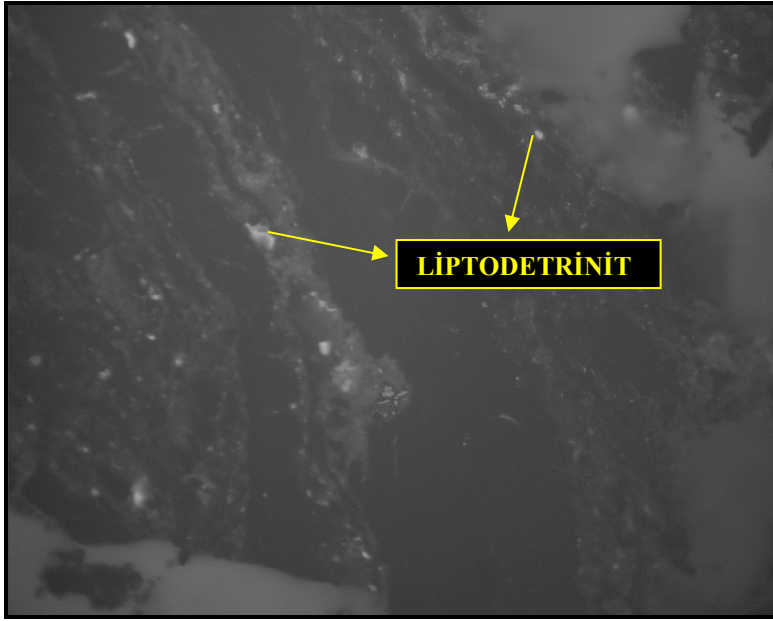
Şekil 4.26 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen vitrodetrinit, kil mineralleri ve pirit



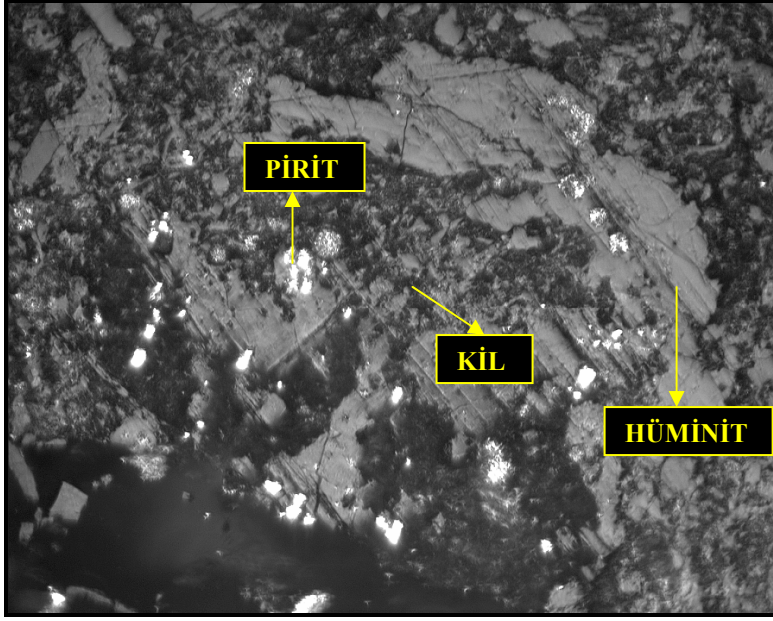
Şekil 4.27 Bu fotoğraf, Şekil 4.26'nın fluoresans ışıktaki görünümüdür



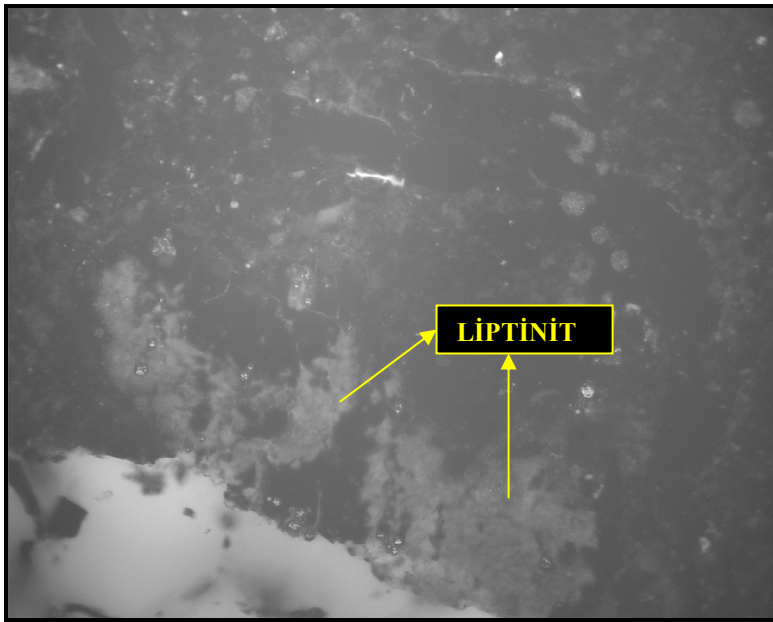
Şekil 4.28 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, kil mineralleri ve pirit



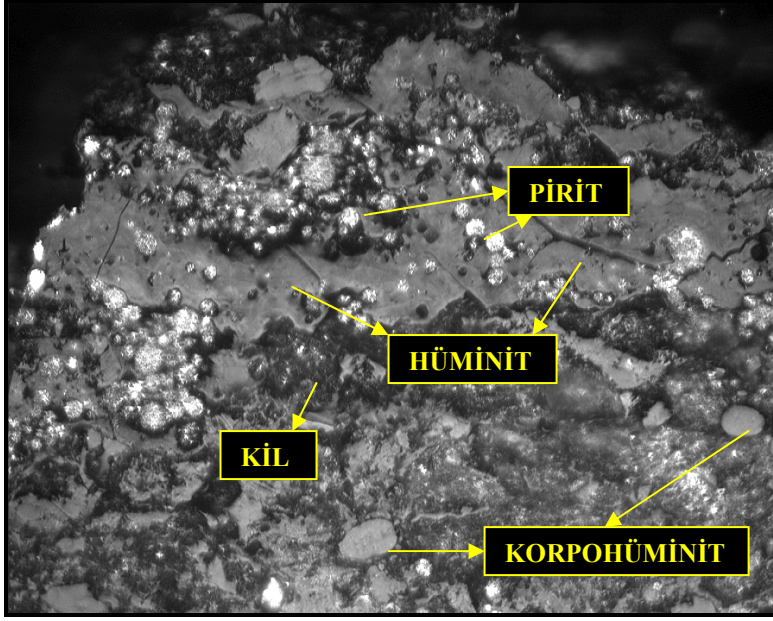
Şekil 4.29 Bu fotoğraf, Şekil 4.28'in fluoresans ışıktaki görünümüdür



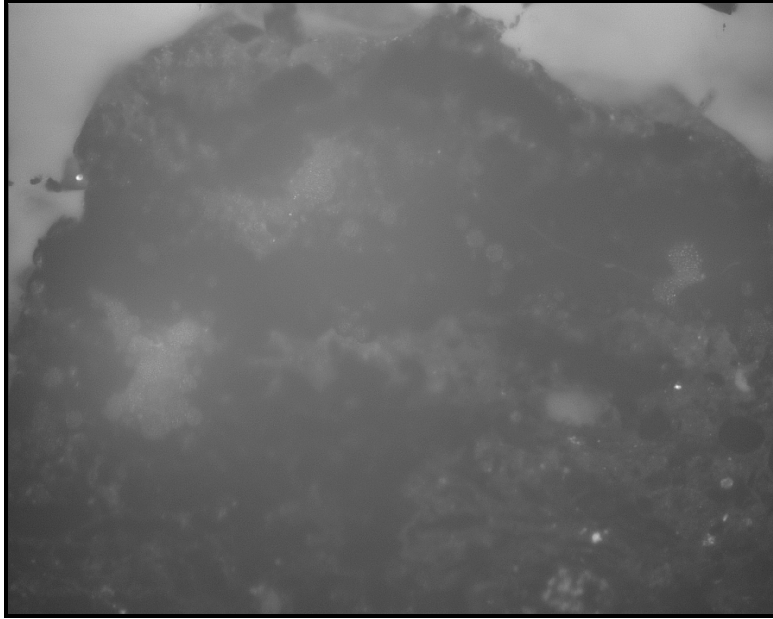
Şekil 4.30 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, kil mineralleri ve pirit



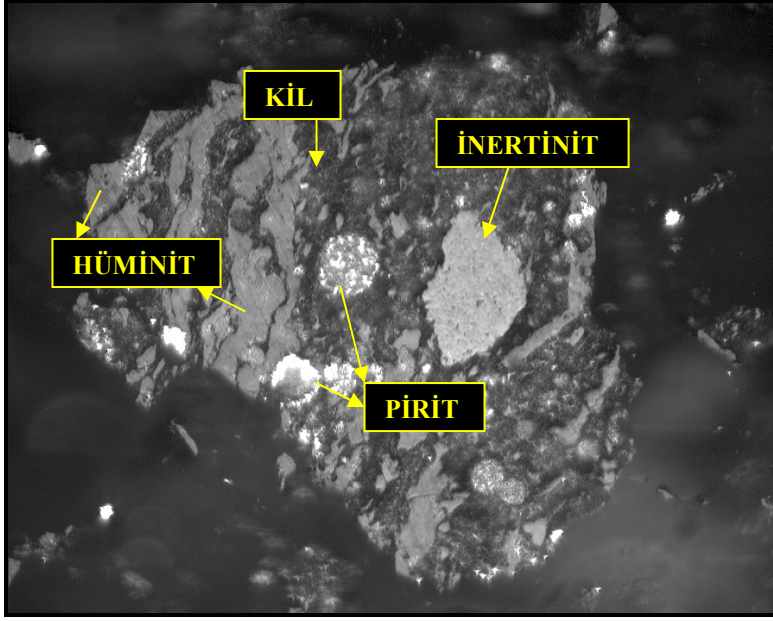
Şekil 4.31 Bu fotoğraf, Şekil 4.30'un fluoresans ışıktaki görünümüdür



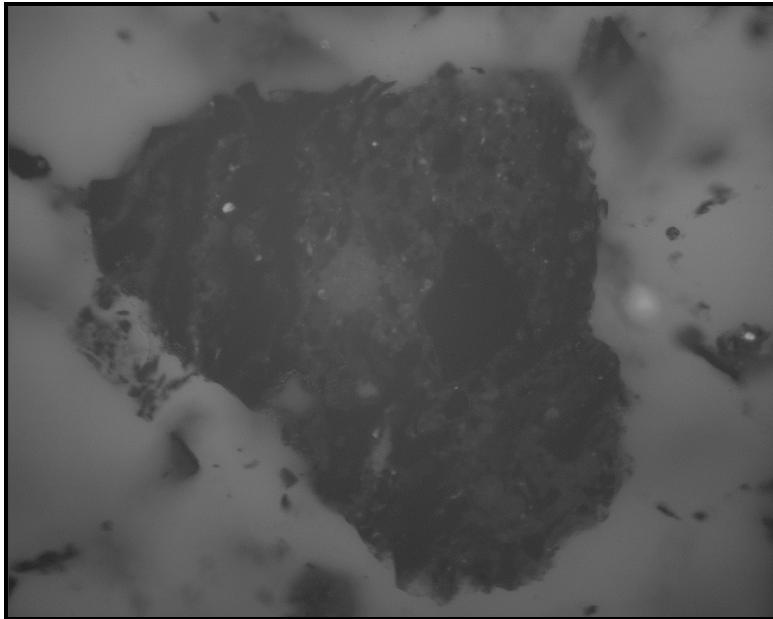
Şekil 4.32 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, korpohüminit, kil mineralleri ve pirit



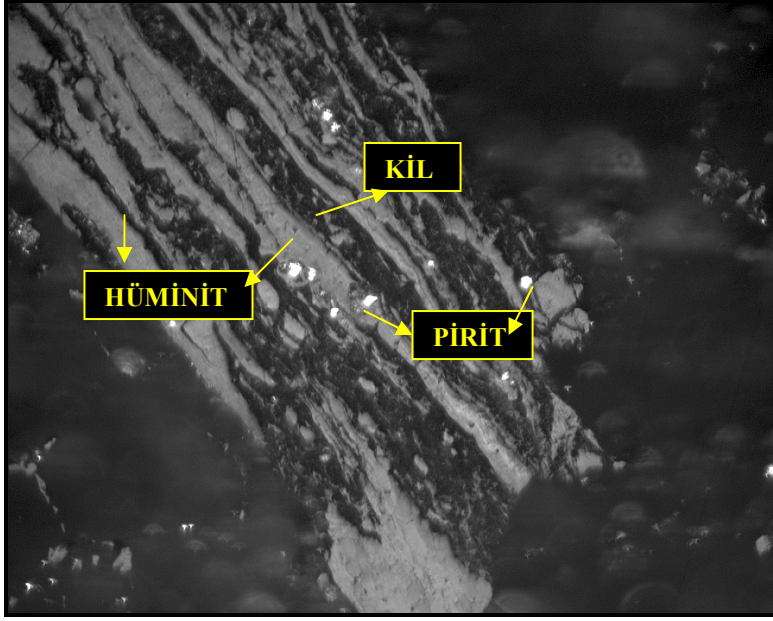
Şekil 4.33 Bu fotoğraf, Şekil 4.32'nin fluoresans ışıktaki görünümüdür



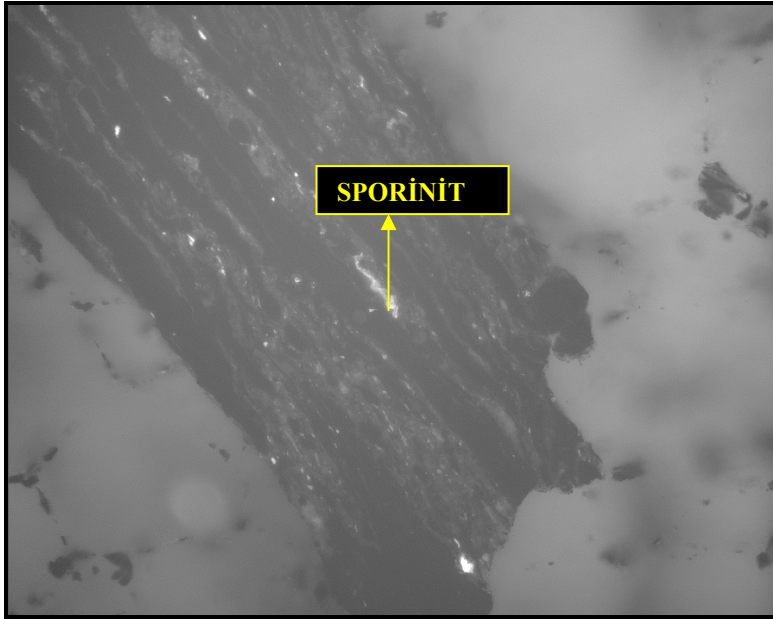
Şekil 4.34 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit , inertinit, kil mineralleri ve pirit



Şekil 4.35 Bu fotoğraf, Şekil 4.34'ün floresans ışığındaki görünümüdür



Şekil 4.36 Çalışma alanındaki kömürlerde gözlenen hüminit, kil mineralleri ve pirit



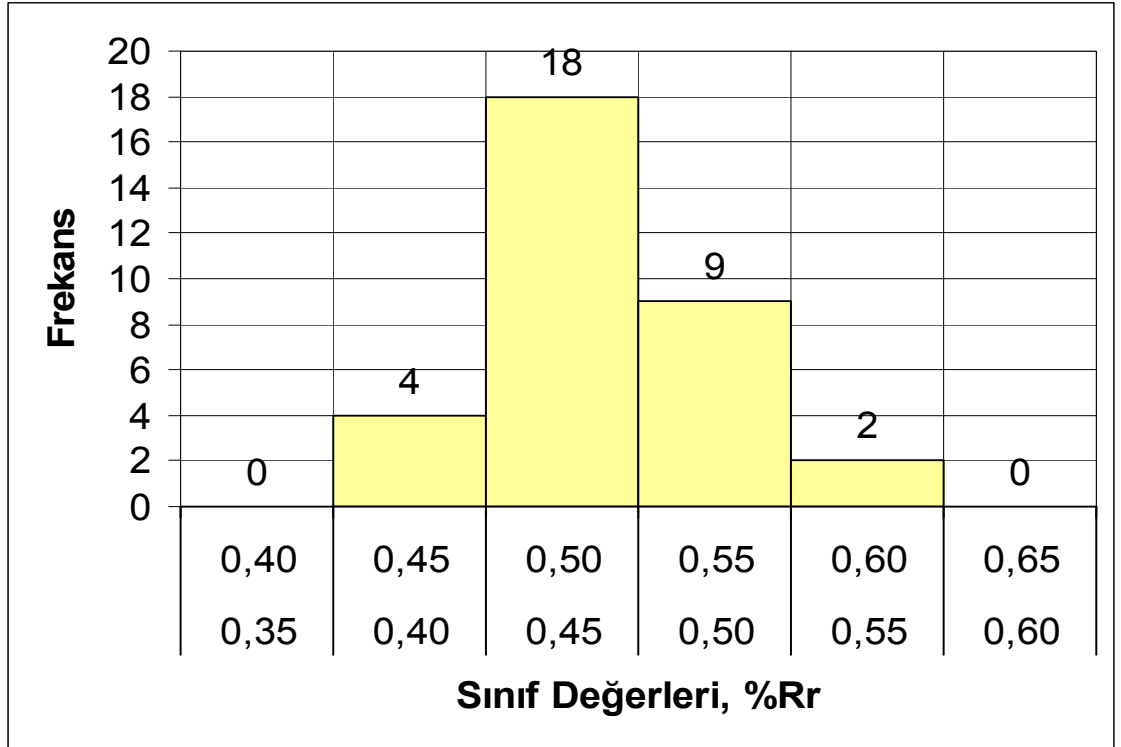
Şekil 4.37 Bu fotoğraf, Şekil 4.36'nın fluoresans ışıktaki görünümüdür



#### 4.4. Kömürleşme Derecesi

İncelenen kömürlerin kömürleşme derecesi, vitrinit (hüminit) yansıtma ölçümü ile belirlenmiştir. Olanaklar ölçüsünde bir kömür örneğinin yansıtma değeri, tez kapsamında ölçülmüştür. Ölçüm sırasında yansıtması 0,551 olan safir standardı kalibrasyon için kullanılmıştır. İncelenen örnekte 33 adet farklı hüminit/vitrinit üzerinde yansıtma değeri ölçülmüştür, ölçüm sonuçlarının dağılışı Şekil 4.38’de sunulmuştur. Rastgele (random) hüminit/vitrinit yansıtması ölçüm sonuçlarının minimum değeri 0,41%Rr, maksimum değeri 0,57%Rr, aritmetik ortalaması 0,49%Rr, standart sapması 0,04 ve standart hatası 0,01 olarak bulunulmuştur.

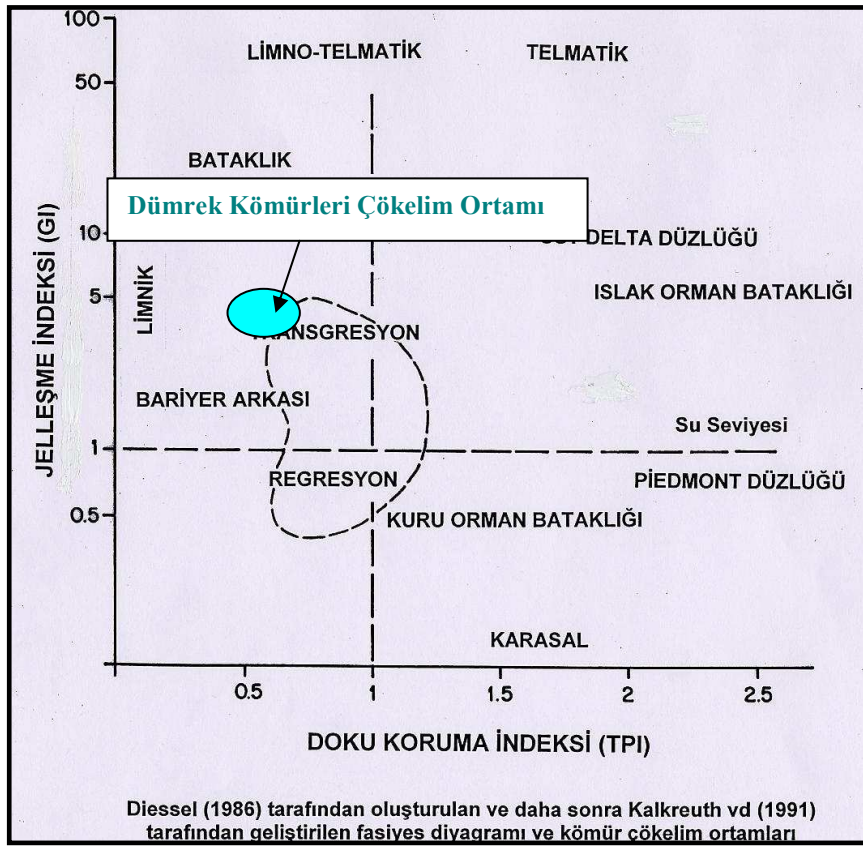
Sivrihisar-Dümrek sahasında yer alan kömürlerin kömürleşme derecesi, Stach et al. 1982’de verilen ASTM sınıflamasına göre “alt bitümlü kömür A veya yüksek uçuculu bitümlü kömür-C” ve Alman DIN sınıflamasına göre “parlak kahverengi kömür” aşamasında kömürleşme derecesine sahip olduğu saptanmıştır.



Şekil 4.38 Hüminitlerde (vitrinitlerde) ölçülen rastgele (random) yansıtma değerlerine ait dağılışı çubukları

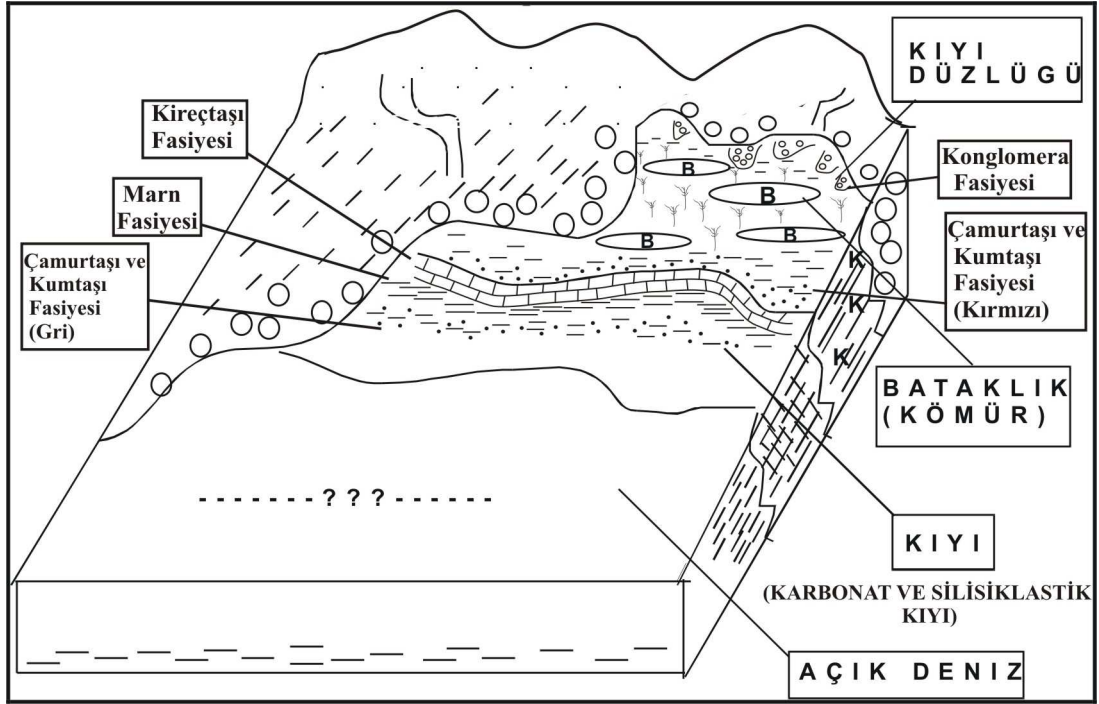
#### 4.5 Ortamsal Yorum

Çalışma alanındaki kömürlerde incelenen vitrinit yansıması değerleri, kömürün ASTM sınıflamasına göre “alt bitümlü kömür A veya yüksek uçuculu bitümlü kömür-C” ve Alman DIN sınıflamasına göre “parlak kahverengi kömür” aşamasında kömürleşme derecesine olduğunu, jelleşme indeksi ve doku korunma indeksi hesaplamaları, Dümrek sahasındaki kömürlerin kıyı düzlüğü bataklığında yani alçak bataklıkta oluştuğunu göstermektedir (Şekil 4.39), (Şengüler 2005).



Şekil 4.39 Kömür çökeliş ortamlarını gösteren diyagram (Şengüler 2005)

İnceleme alanında yapılan sedimentolojik gözlem ve veriler de bu sonuçları desteklemektedir (Şekil 4.40).



Şekil 4.40 İnceleme alanını gösteren ortamsal model

## **4.6 İnceleme Alanının Türkiye ve Dünyadaki Benzer Ortamlarla Karşılaştırılması**

Çalışma alanımız, içerdiği sedimanter birimleri, ortamsal modellemesi, yaşı ve fosil içeriği bakımından Türkiye’de ve dünyada yer alan bazı sahalarla benzeşmektedir. Bu sahaların özellikleri özetle aşağıdaki bölümlerde açıklanmıştır.

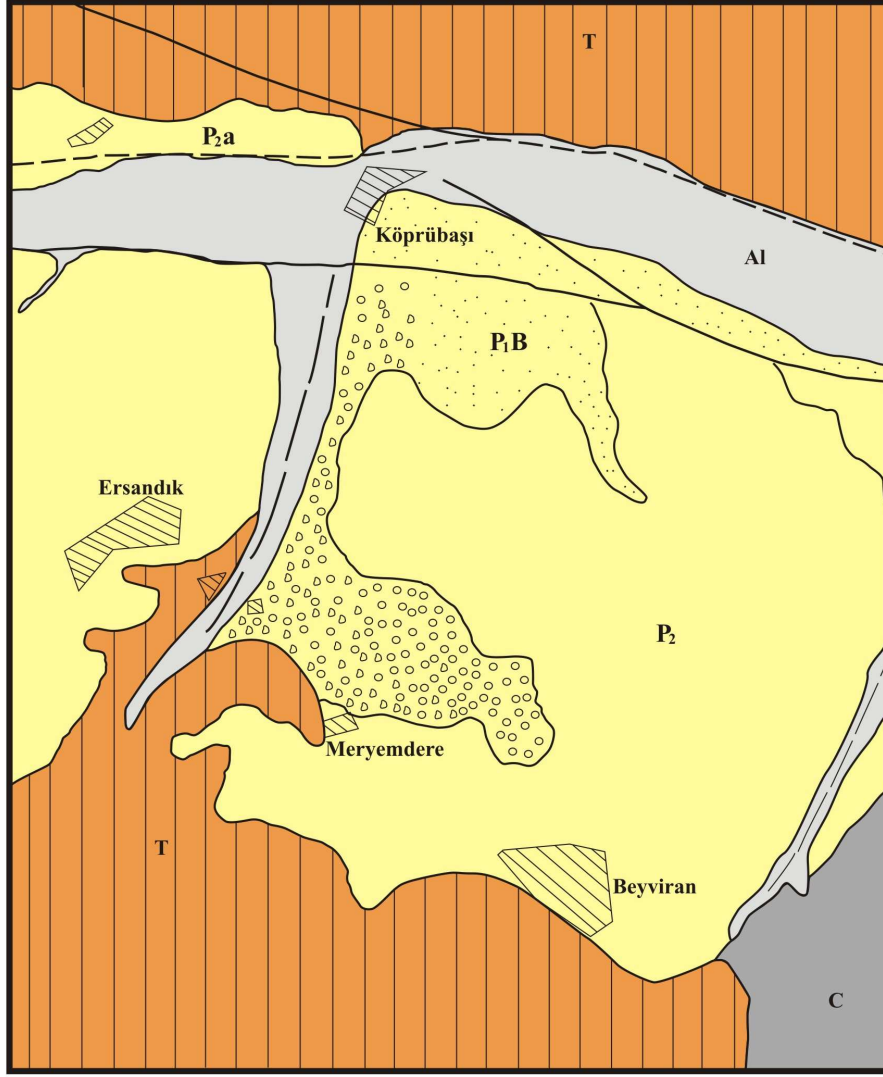
### **4.6.1 Samsun Havza batısındaki linyit çalışması hakkında rapor**


Bu rapor, Kavuşan vd. (1978) tarafından hazırlanmıştır. Bu çalışmada ele alınan etüt sahası, Samsun-Havza ilçesinin doğu ve batısında uzanan Pliyosen arazisidir. Bölgede yer alan Eosen Formasyonları, bu tez çalışmasıyla benzer özellik sunmaktadır.

Çalışma alanında sırasıyla Paleozoik yaşlı, Mesozoik (Kretase) yaşlı, Senozoyik (Eosen, Ü.miyosen – A. Pliyosen) ve Pleistosen yaşlı formasyonlar yer almaktadır.

Bölgedeki Eosen Formasyonları, kömürlü olmaları nedeniyle detaylı incelenmiştir. Beyviran Köyü, Ersandık Köyü, Çeltek Köyü civarında mostraları bulunmaktadır ve yayılımları oldukça geniştir.

Şeyl, kumlu şeyl, mor-kırmızı renkli konglomera, tüfler, kalker mercekleri ve volkanikler şeklinde bulunmaktadır. Taban seviyesinde linyitler yer almaktadır (Beyviran ve Elaldı Köyleri zuhurları). Volkanikler, andezitik karakterlidirler ve porfiritik hornblendli andezitler, fenokristalen feldspatlar içermektedirler. Fliş karakterli seviyeler, volkaniklerle aratabakalı olarak görünmektedirler. Fliş serisi, koyu yeşilimsi gri renkte şeyl konglomeratik kumtaşı değişimleri şeklinde yer almaktadır.



<b>LEJAND</b>		
Al	Alüvyonlar	Kuvaterner
C	Konglomera, Mil, Silt	Pleistosen
P <sub>2a</sub>	Kil, Mil, Silt, Balçık	Flüvyal Fasiyes Üst Pliyosen - Alt Pleistosen (?)
P <sub>2</sub>	Kum, Kil, Silt, Mil, Linyit	Limno - Flüvyal Fasiyes Orta - Üst Pliosen
T	Temel Formasyonları; Andezit, Tüf, Kumtaşı, Kıltaşı, Kireçtaşı	Eosen Mesozoik Paleozoik
P <sub>1B</sub>	Kum (orta ve kaba taneli)	
		
		Fay

Şekil 4.41 Samsun Havza batısındaki jeolojik birimleri gösteren bir jeoloji haritası

#### 4.6.2 Amasya - Suluova – Mirdehur (Oğulbaşı) Köyü bölgesindeki linyit yatağı

Bu çalışma, Günalan (1977) tarafından yılında hazırlanmıştır. Bu çalışmada ele alınan saha, güney ve batısından Amasya-Samsun demiryolu; Amasya-Samsun, Anakara-Samsun devlet karayolu ile sınırlandırılmıştır. Bölgede yer alan Eosen Formasyonları'nın Nummulites ve Gastropoda fosilleri içermeleri, bu tez çalışmasıyla benzer özellik sunmaktadır.

Sahanın stratigrafisine bakacak olursak; sırasıyla Jura-Kretase kalkerleri, Eosen serisi, Pliyosen serisi ve alüvyon oluşumlarını görürüz.

Bölgede yer alan Eosen Serisi, üç ayrı kısımda incelenmiştir. Bunlar; Çeltek Formasyonu (kömürlü formasyon), Armutlu Formasyonu ve Eosen Volkanikleri'dir.

##### a) Çeltek Formasyonu

Toplam kalınlığı 200-220 m olan bu formasyon S. Pekmezci tarafından Alt Çeltek ve Üst Çeltek olmak üzere ikiye ayrılmıştır. Alt kısımda bir kömür tabakası bulunmakta olup, Jura-Kretase kalkerleri üzerine diskordan olarak gelir. 120-140 m kalınlığında gri sarımsı kahverengi sert gre konglomeralarla aralarında yeşilimsi gri killi bulunan alt kısmın üzerine toplam kalınlığı 70-80 m olan alacalı kil ve greler içeren bölüm gelir. Bu seviye içinde yer yer Nummulit fosillerine ve sekonder jips oluşuklarına rastlanmaktadır.

##### b) Armutlu Formasyonu

7-10 m kalınlığında bitümlü şist seviyesiyle başlamaktadır. Formasyonun toplam kalınlığı 100-150 m arasındadır. Gri, açık yeşil marn ve gri açık kahverengi renklerdeki grelerden meydana gelmiştir. Kırmızı yeşil alacalı renk, formasyonun karakteristiğidir. Greler içinde bazı kısımlarda Nummulit fosillerine rastlanmıştır.

c) Eosen Volkanikleri

Andezit akıntıları ve tüflerden oluşmuş olup, kalınlığı 10-200 m arasında değişmektedir.

#### 4.6.3 Bolu-Mengen Eosen yaşlı kömürlerin jeolojik konumu ve özellikleri

Bu çalışma, 2004 yılında G. Kadıncık tarafından, G. Kavuşan danışmanlığında hazırlanmış bir doktora tezidir. Bu çalışmayla, Bolu- Mengen- Gökçesu yöresinde, Eosen yaşlı linyit kömürlerinin konumu ve özellikleri araştırılmıştır. Bu çalışmanın bizim tez konumuzla benzerliği, sahanın Eosen yaşlı formasyonlar içermesi ve baskın maseral grubunun hüminit maserali olmasıdır.

Eosen çökelişi, altta denizel bentik karakterli Safranbolu formasyonu ile başlayıp, kömürlü ve kıyı gerisinde başlayıp, kömürlü ve kıyı gerisinde gelişmiş, göl (limnik) ve örgülü akarsu (fluvial) ortamlarını yansıtan Yunuslar Formasyonu ve yine denizel bentik karakterli Soğanlı formasyonu ile devam etmektedir.

Kömürleşme ve bataklık ortamının gelişimi, G/GB-K/KD eksenli uzaman ve K-KD'da genişleyerek devam eden bir basenedir. Bölgedeki kıvrım eksenleri  $K20^0-35^0D$  doğrultusunda, güneydeki Arkot dağı, kuzeyde Bolu masifinin Alpin orojenezindeki hareketlerine bağlı olarak gelişmiştir.

Üretim yapılan işletme galerilerinden derlenen örneklerin kısa ve elementer analizlere göre damar stampları hazırlanmış, kömürlü seviyenin genel özelliği ve kömür damarlarının kalite ve nitelikleri belirlenmiştir.

Kömürlerin petrografik analizlerine göre en önemli maserallerini sırasıyla hüminit, inertinit ve liptinit grubu maseraller oluşturmakta ve yapılan maseral ortam analizlerine dayanarak limnik bir bataklık ortamında çökelediği saptanmıştır.

Hüminitlerde yapılan yansıma analizleriyle  $R_{max}=0,495$  olduğu ve kömürleşme derecelerinin subbitümlü kömür, paleosıcaklıklarının 80-100°C olduğu belirlenmiştir. Poligon yöntemi kullanılarak inceleme alanının görünür kömür rezervi 62.945.107 ton olarak hesaplanmıştır.

#### **4.6.4 Eosen Sorgun kömürlerindeki çevresel duyarlı iz elementlerinin dağılımı**

Bu çalışma, Karayiğit vd. (2000) tarafından gerçekleştirilmiştir. Sorgun Havzası'nda yer alan Alt Eosen kömür yatakları içeren formasyonları inceleyen bu çalışma yaşı ve litolojisi bakımından tez çalışmamızla benzer özelliklere sahiptir.

Sorgun Havzası'nda yer alan Yeniçeltekte, Küçükköhne ve Ayrıdam kömür yataklarındaki Alt Eosen kömür damarının içerdiği iz elementlerin dağılımı, kül içeriği ve maseral kompozisyonuna dayanarak araştırılmıştır. Bu kömür damarı, büyük ölçüde hüminitten meydana gelmiştir. Bu çalışmada beş damar kesitten 35 adet numune alınmıştır. Sonuçlar, kuru kömür bazında EDP-XRF spektrometresi kullanarak elde edilmiştir. Bir çok element çalışılmıştır; örneğin, Ga, Ce, La, Th, Nb, Rb, Zr, V, Cu, U, Pb, Sb, Cs, Sn, Cr, Se, Y ve Zn, mineral maddeyle (kil mineralleri) birinci dereceden alakalıdır. Arsenik, Zn, Se ve Sb ise muhtemelen numunelerdeki piritin içinde konsantre halde yer almaktadır.



#### 4.6.5 Sorgun-Suluova A. Eosen gölssel kömürlerinin mineroloji ve petrografisi

Bu çalışma Karayiğit vd. (1997) tarafından yapılmıştır. Tez çalışmasıyla benzer özellikleri; bölgedeki kömürlü formasyonların A. Eosen yaşına sahip olması ve kömürlerdeki baskın maseral cinsinin hüminit olmasıdır.

A. Eosen kömür rezervleri, Türkiye’de sınırlı sayıda bulunmaktadır ve en önemlileri de Sorgun ve Suluova Havzaları’nda yer almaktadır. Kalın kömür damarı iki havzanın temelinde bulunan Çeltekk Formasyonu içinde yer almaktadır.

Çeltekk Formasyonu, fluvial-gölssel fasiyeste gelişmiştir ve O.-Ü. Eosen yaşlı transgresif birimler tarafından uyumsuz olarak üzerlenmiştir. Alınan kömür numuneleri ile, minerolojik ve petrografik olarak ayrıca sporinit ve kütinitin floresan emisyon spektra tanımlaması için çalışılmıştır.

Toplam 75 adet kömür numunesi; düşük nem içeriği (0.69-9.31 wt%, av. 3.90 wt%), geniş kül verimliliği oranı ( 2.4-67.8 wt% av. 19.9 wt%), toplam sülfür içeriği (0.55-7.60 wt%, av.2.15 wt%) ve calorifik değerleri (1689-7480 kcal/kg, av. 5458 kcal/kg) olarak tanımlanmıştır.

Kömürde yer alan mineraller, havada kuru kömür bazında X-Ray difraksiyon metoduyla kaolinit, kuvars ve pirit olarak belirlenmiştir. Kömürdeki baskın maseral tipi, hüminit grubu olup (av. 69.0 vol%) ayrıca; liptinit (av. 4.9 vol%), inertinit (av. 0.8 vol%) ve mineral madde (av. 25.3 vol%) içermektedir.

#### **4.6.6 Amasya yöresi'ndeki linyitli Çeltek formasyonu'nun stratigrafisi, fasiyes ve çökelme ortamı özellikleri**

Bu makale, Atalay (2001) tarafından yazılmıştır. Türkiye'nin Tersiyer yaşlı en önemli kömür havzalarından biri olan Çankırı-Çorum-Yozgat-Amasya havzasında yer alan ve bu makalenin konusunu oluşturan Çeltek Formasyonu, önceki yıllarda birçok araştırmacı tarafından çalışılmıştır.

Çeltek Formasyonu'nun içerisinde olduğu göle giren akarsular, küçük ölçekli deltalar da oluşturmuşlardır (Suluova-Eskiçeltek). Gölün oluşması ile ilgili menderesli akarsuların yanal yönde yer değiştirmeleri sonucu, göl akarsu çökelleri ile dolarak kapanmıştır. Bu sırada iklim göreceli, olarak kuraklaşmıştır. Tekrar nemli ve yağışlı iklime geçilmesi ile menderesli akarsularla ilgili turba içeren göller oluşmuştur (Merzifon- Yeniçeltek; Suluova-Bayır ve Çukurören). Bu göller başlangıçta sığ ve bataklık özelliğinde iken, sonraları göreceli olarak derinleşmişlerdir (Şekil 4.42).

Çeltek Formasyonu, en altta çakıltası ve kumtaşı ardalanmasından oluşur. Bunların üstüne ince paralel laminalı, yer yer karbonat oranı artan, tabanında ekonomik kömür düzeyleri kapsayan esmer kirli beyaz renkli marn ve kilttaşları gelir. Bunlar yaygın bitki kök izleri, yaprak ve balık fosilleri ile omurgalı fosil kalıntıları içerirler. Üste doğru gri, kül renkli merceksel geometrili, kanallı, çapraz tabakalı kumtaşlarına geçilir. Daha üstte ince-orta, düzgün tabakalı, tabanları keskin, üst düzeyleri geçişli olan ve kireçtaşı arakatıkları içeren silttaşı, kiltası, kumtaşı ardalanması bulunur.

Silttaşı ve kilttaşları, bitki kırıntısı ve tatlısu gastropod fosilleri kapsar. Bu ardalanmalı birimin üstünde ise merceksel geometrili, tabanları aşınmak, orta-kötü boylanmak, sıkı tutturulmuş, karbonat çimentolu, çapraz tabakalı, derecelenmek, çakılları temel kayalardan türemiş çakıltaşları ile, bitki kırıntısı, kalışı ve demir yumruları ile yer yer ince kömür düzeyleri kapsayan, omurgalı hayvanlara ait fosil parçaları bulunduran kırmızı, şarabi ve alacalı renklerdeki kiltası, silttaşı ardalanması yer alır. Ardalanmalı birim, içinde merceksel geometrili çakıl ve kumtaşı düzeyleri bulundurur

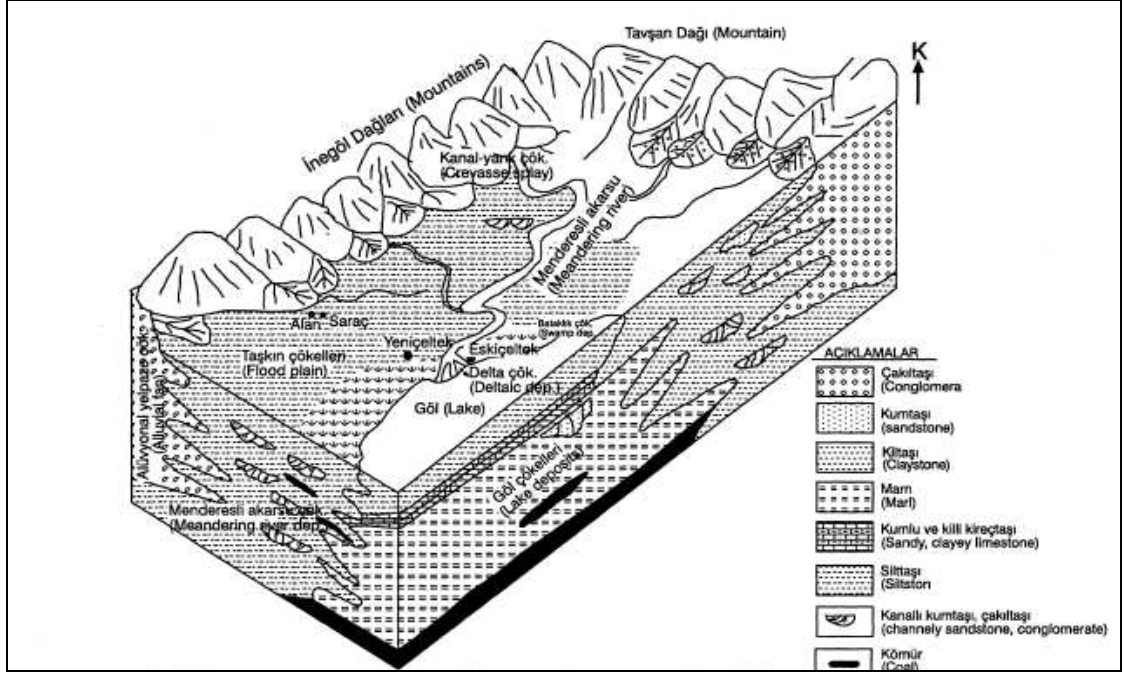
Çeltek Formasyonu' nun en üstünü ise organik maddece zengin, ince paralel laminalı, bitki kök izli, yaprak fosilli, yaygın gastropod fosilleri, ince kömür düzeyleri içeren kilttaşları ile killi kireçtaşları oluşturur. Genç vd. (1991), Çeltek Formasyonu içinden derledikleri büyük omurgalı fosillerden *Embrithopada* (mammalia) gen. et. sp. Indet; *Entellodontoidea* (*Archacotherium*) sp; *Paleoamesia kansui* Ozansoy fosillerini tanımlamışlar ve birime Alt Eosen yaşı vermişlerdir. Daha sonraki yıllarda, Orta Anadolu-İçbatı Karadeniz Linyit havza etütleri projesi kapsamında Çeltek Formasyonu'ndan palinoloji örnekleri derlenmiş ve aşağıdaki spor ve polenleri tanımlanmıştır. *Trilites* (*Aut Ischyosporites*) *tertiarius* (PFLUG) KRUTSCH; *Cicatricosisporites paradogogensis* KRUTZSCH; *Monocolpopollenites crassiexinus* THIELE-PFEIFFER; *Caryapollenites circulus* (PFLUG) KRUTZSCH; *Echinatisporis hungaricus* KEDVES. Yukarıdaki örnekleri tanımlayan Doç.Dr. Funda AKGÜN Çeltek formasyonuna Orta Eosen yaşı vermiştir.

Önceki yıllarda, aynı birimden omurgalı fosiller derleyen ve bunları tanımlayan Dr. Gerçek Saraç, formasyona Alt Eosen yaşı önermiş (Genç vd. 1993), daha sonraki yıllarda aynı fosilleri tekrar incelediğini ve önceki yıllarda önerdiği yaşm hatalı olduğunu, birimin Orta Eosen yaşı içerdiğini belirtmiştir. Birim için yukarıda önerilen yaşlar, litostratigrafik ilişkilere göre düşünülen yaşı da doğrulamaktadır.

Çeltek Formasyonu'nun üzerine uyumlu olarak sığ deniz kırıntılılarından oluşan, Özdemir ve Pekmezci (1983) tarafından tanımlanan Armutlu Formasyonu gelir. Formasyonun tabanında gri, yeşil renkli kiltası ve marnlar bulunur. Bunlar yer yer tabakalanma, yaygın bitki izi, nummulit, lamellibranch fosilleri içerirler.

Bu birim üste doğru kirliliği artan sarı renkli silttaşı ve kumtaşıyla geçer, yer yer de ardalanmalı olarak izlenirler. Kirliliği artan sarı, kirliliği artan kahve renkleri içeren kumtaşları, orta-kalın tabakalanmalı, derecelenmeli, paralel ve konvolut laminalanmalı olup, tabanlarında büyük ve küçük ölçekli taban yapıları içerirler ve yaygın nummulit, ekinid, mercan, ostrea ve lamellibranch fosilleri, bitki kırıntısı, bitki izleri kapsarlar, içerdiği bitki kırıntıları yönlendirmelidir. Tabanları keskin, üst düzeyleri çoğunlukla geçişli olup, tabanlarında büyük ölçekli oygu-dolgu yapıları gelişmiştir.

Formasyonun içerdiği bentik ve planktonik foraminiferlerden *Acarinia bullbrooki* BELLİ; *Morozovella spinulosa* CUSHMAN; *Asilina aspera* DONCIEUX; *Nummulites beaumonti* D'ARCHIAC ve HAÏME; *Nummulites millecapat* BOBEE; *Globorotalia cf. bullbrooki* BULLI; *Velates schmioldeli* CHEMMETZ; *Pottalia trochodiformis* LAMARCK; ostrokodlardan *Neocyprideis apostolescui* KERJ; makro fosillerden *Ostrea cf. roncana* PARTSCH; *Ostrea (Gigantostrea) gigantea* SOLANDER fosilleri tanımlanmış (Genç vd.1993), birime Orta Eosen yaşı verilmiştir.



Şekil 4.42 Çeltik Formasyonu' nun olası çökeltme ortamlarının şematik modeli

#### 4.6.7 İngiltere'de bulunan Whitecliff sahili

Bu bölümde alıntı yapılan bilgiler, School of Ocean and Earth Science , National Oceanography Centre, Southampton ,Southampton University, I. West'in internet sitesinde yer almaktadır.

Whitecliff Sahili, kuzeyde tebeşir tepeleriyle korunmakla beraber, büyük olasılıkla Paleojen- Tersiyer için Güney İngiltere'deki en iyi oluşumu sunmaktadır. Bu arazideki yumuşak kum ve kil tepeleri, Avrupa'nın en önemli kesitlerinden birini oluşturmaktadır.

Whitecliff Sahili'nin jeolojisi, araziye jeolojik birimlere ayırarak incelenmiştir (Şekil 4.43). Bu birimler;

- Whitecliff Sahili Tebeşiri,
- Whitecliff Sahili'ndeki Tersiyer Tepeleri,
- Paleosen Formasyonu,
- Londra Kil Formasyonu (Alt Eosen, İpresiyen)
- Portsmouth Kum Üyesi ve Whitecliff Kum Üyesi,
- Bracklesham Grubu (Orta Eosen),
- Cardita Yatağı,
- Barton Kili,
- Solent Grubu,
- Headon Yamacı Formasyonu,
- Bambridge Kireçtaşı,
- Bambrige Marnı.

Whitecliff Sahili'nin jeolojisini oluşturan tüm bu birimlerden Bracklesham Grubu, yaşı, oluşum ortamı, kapsadığı formasyonlar ve fosil içeriği bakımından bizim çalışma konumuzla benzerlik göstermektedir.

Bracklesham Grubu, linyit içeren, laminalı, gri, kumsu killerle değişiklik gösterebilen denizel mollusklu arjillik kumlar ve kumsu killerden oluşmaktadır. Bu birimdeki ilgi çekici oluşumlar, bol miktardaki Nummulites fosilleri ve linyitik kömür birimlerinin varlığıdır. Bracklesham Grubu, kendi içinde dört adet formasyona ayrılmaktadır. Bunlar,

- Selsey Kum Formasyonu (30 m); Nummulites Fosilleri içeren, gri renkli glokonitik kumlar,
- Marsh Farm Formasyonu (13.5 m); Linyit içeren grimsi kahve renkli laminalı kumsu killer (heterolitik),
- Earnley Kum Formasyonu (25 m); Daha fazla Nummulites Fosili içeren gri renkli glokonitik kumlar,



#### **4.6.8 Baluchistan (Pakistan) 'da bulunan Mach ve Daghari kömür sahalarında yer alan Ghazij formasyonu**

Bu çalışma Gingerich *et al.* (1999) tarafından gerçekleştirilmiştir.

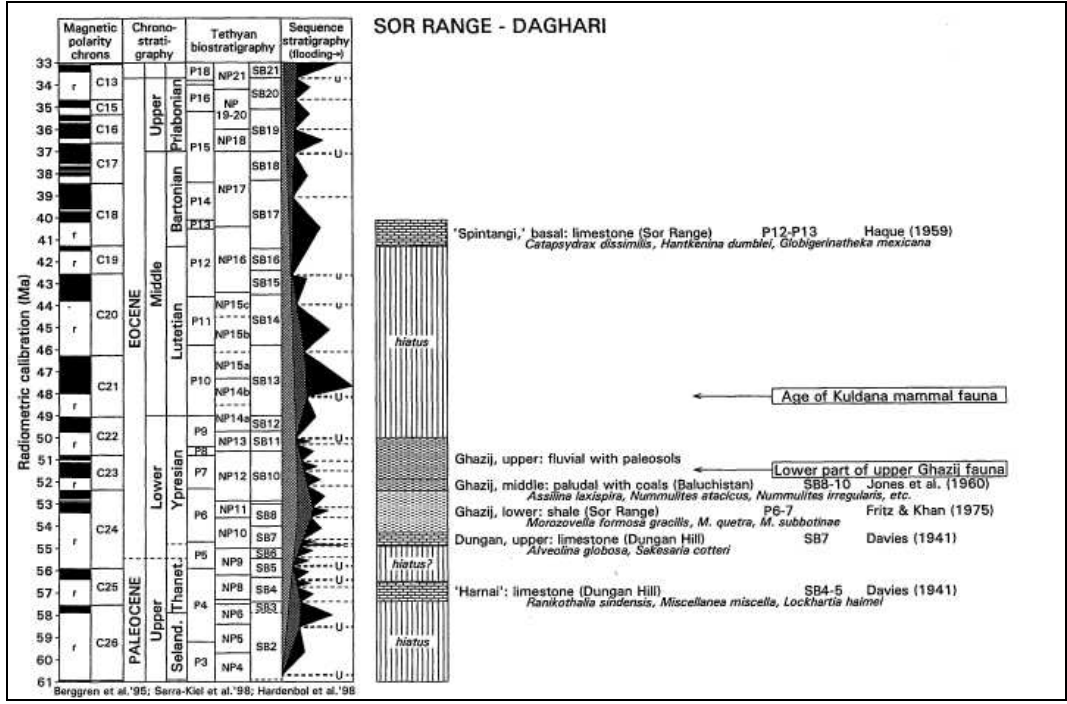
Ghazij Formasyonu, orta kısımlarında kömür oluşumları içeren denizel ve karasal klastik tabakalanmalardan oluşmaktadır. Ghazij Sedimanları, Erken Eosen zamanında, Neo-Tetis Okyanusunun Indo-Pakistan karasını üzerlemesi esnasında açığa çıkan kıta-önü havzasında çökelmişlerdir (Şekil 4.44).

Ghazij Formasyonu, üç kısımda incelenebilir;

1. Denizel fosiller ve lenticular kumtaşları içeren yeşil renkli şeyl birimi,
2. Aratabakalı linyitik kömür ve tabular kumtaşları içeren yeşil renkli şeyl birimi (bu birimin içerisinde Nummulites Fosili gözlenmektedir),
3. Lenticular kumtaşları ve konglomera içeren yeşil, kahve, kırmızı, mor ve sarı renkli çamurtaşı ve şeyl birimi.

Bu formasyon, bizim çalışmamızla kömür içermesi, Eosen yaşlı olması ve Nummulites fosili içermesi bakımından benzeşmektedir.





Şekil 4.44 Ghazij Formasyonunu da gösteren, Daghari kömür yatağına ait Paleosen-Eosen formasyonlarının korelasyonu

## 5. SONUÇLAR

İnceleme alanında yapılan saha çalışmaları, laboratuvar incelemeleri ve literatür araştırmaları sonucu şu veriler elde edilmiştir:

1. Çalışma sahası, dar bir alanı kapsamakta olup, bölgedeki sedimanter kayalar ve stratigrafisi ve ortamsal yorumu hakkında geçmiş dönemlerde yapılmış sınırlı çalışmalar mevcuttur. Tez çalışmasının yapıldığı saha hakkında elde edilen bilgiler, saha incelemesi ve literatür araştırması olmak üzere iki yöntemle oluşturulmuştur.
2. Bu tez çalışmasında fasiyes ağırlıklı ortam çalışmasına yer verilmiş olup, bölgedeki tüm fasiyesler, özellikleriyle beraber açıklanmış ve resimlenmiştir. Buna göre bölgede birbiriyle geçişli olarak gözlenen konglomera, kömür, çamurtaşı, kumtaşı, kireçtaşı ve marn fasiyesi olmak üzere 6 ana fasiyes vardır. Kömür fasiyesi, diğerleri kadar kalınlık sunmasa da özellikle ortam yorumu bakımından önem arz etmektedir.
3. Bu ortamsal birliktelik, kömür içeren Alt Eosen istifinin bir geçiş ortamında depolandığını gösterir. Konglomera, kumtaşı, çamurtaşı, akarsu silisiklastik sahil; kireçtaşı ve marn ise karbonat sahil koşullarını yansıtır. Bu depolanma sürecinde deniz seviyesi değişimleri, bu fasiyes topluluklarının dikey ve yanal yönde geçişli olmasını sağlamıştır.
4. Çalışma alanında yapılan saha çalışması sonucu fasiyeslerden elde edilen numunelerle laboratuvarda yıkama, elek analizi ve ince kesit çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmalar sayesinde fosil bakımından zengin fasiyesler bulunmuştur. Çalışma alanındaki fasiyeslerin yaş tayini için önem arz eden bu fosillerin cinsleri; *Assilina Arenensis ALMELA*, *Nummulites of Involutus&SHAUB*, *Assilina spp.* olarak tayin edilmiştir. Bu cinsler de yaş aralığının Eosen'in alt seviyelerinde olduğunu göstermektedir.

5. Çalışma alanındaki kömürlerde incelenen vitrinit yansıması değerlerine göre kömürün ASTM sınıflamasına göre “alt bitümlü kömür A veya yüksek uçuculu bitümlü kömür-C” ve Alman DIN sınıflamasına göre “parlak kahverengi kömür” aşamasında kömürleşme derecesine sahip olduğu, jelleşme indeksi ve doku korunma indeksi hesaplamalarından sonra, Dümrek sahasındaki kömürlerin kıyı düzlüğü bataklığında yani alçak bataklıkta oluştuğu tespit edilmiştir. Yapılan sedimanter kayaç incelemeleri de bu tanımlamayı destekleyen niteliktedir.
6. Dünya üzerinde ve Türkiye’de çalışma alanına benzer alanlar mevcuttur. Türkiye’de Samsun Havza batısı, Amasya Suluova, Mirdehur Köyü, Sorgun, Bolu Mengen yöreleri, Pakistan’da Ghazij Formasyonu, İngiltere’deki Whitecliff Sahili-Bracklesham Grubu, tez çalışmasının yapıldığı sahayla tam olarak aynı özellikte olmasalar da benzer özellikler göstermektedirler. İlgili bölümlerde bu alanlarla ilgili detaylı anlatım sunulmuştur. Fakat kısaca bu benzerlikler şöyle özetlenebilir; Samsun – Havza batısında yer alan linyit sahası, bu bölgede Eosen yaşlı formasyonların yer alması ve bu formasyonların kömür içermeleri bakımından bizim çalışma sahamızla benzerlik göstermektedir. Amasya – Suluova – Mirdehur Köyü linyit sahası ise, yine bizim çalışma alanımızda görüldüğü gibi Eosen yaşlı formasyonlar içermekte olup, kömür içermektedirler. Ayrıca fosil içeriği bakımından yani formasyonlarda *Nummulites* ve *Gastropod* fosilleri gözlenmesinden dolayı da bizim sahamızla benzer bir özellik sunmaktadır. Bolu – Mengen yöresindeki kömür sahası ise yine Eosen yaşlı olup, kömür içermesiyle sahamızla benzeşmektedir. Ayrıca Dümrek kömürlerinde olduğu gibi buradaki kömür oluşumlarında da baskın maseral grubunun hüminit olduğu tayin edilmiştir. Sorgun – Suluova kömür oluşumlarına baktığımız zaman, buradaki formasyonların Alt Eosen yaşlı olduğunu ve kömürlerdeki baskın maseral grubunun tayin edildiğini görmekteyiz. Yani, Sorgun – Suluova kömür oluşumları hem yaşı hem de kömürlerdeki baskın maseral grubuyla sahamızla benzerdir.

Dünyadaki örneklere baktığımız zaman ise İngiltere ve Pakistan'da benzer özellikteki sahalar göze çarpmaktadır. İngiltere'de yer alan Whitecliff sahil bölgesindeki Bracklesham Grubu, kömür oluşumları, Eosen yaşlı formasyonlar ve *Nummulites* fosili içermektedir. Bu üç özelliğiyle sahamızla benzeştiği gözlenmiştir. Pakistan'da yer alan Mach ve Daghari kömür sahalarında yer alan Ghazij Formasyonu ise, Eosen yaşlı olması, kömür ve *Nummulites* fosili içermesi bakımından sahamızla benzeşmektedir.

7. Muhtemelen yukarıda bahsedilen bu kömür oluşumları, Alt Eosen transgresyonunun Anadolu genelindeki ilk evresinin bir işaretçisidir.

## KAYNAKLAR

- Allen, J.R.L. 1965. Late Quaternary Niger Delta and adjacent areas: sedimentary environments and lithofacies. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 49; 547-600.
- Anderson, J.A.R. 1964. The structure and development of the peat swamps of Sarawak and Brunei. J. Trop. Geogr., 18; 7-16.
- Atalay, Z. 2001. Amasya yöresindeki linyitli Çeltik formasyonunun stratigrafisi, fasiyes ve çökelme ortamı özellikleri. Türkiye Jeoloji Bülteni, 44 (2); 1-22.
- Baganz, B.P. Horne, J.C. and Ferm, J.C. 1975. Carboniferous and recent Mississippi lower delta plains: a comparison. Trans. Gulf - Cst. Ass. Geol. Socs., 25; 183 – 191.
- Barber, K.E. 1981. Peat Stratigraphy and Climatic Change. Balkema, 219, Rotterdam.
- Bellamy, D.J. 1972. Templates of peat formation. Proc. 4th int. Peat Congress, 4; 7 – 18.
- Blatt, H., Middleton, G.V. and Murray, R.C. 1980. Origin of Sedimentary Rocks. Prentice - Hall, 782, New Jersey.
- Bohor, B.F., Hatch, J.R. and Hill, D.J. 1976. Tonstein partings in Tertiary coals of the Rocky Mountain region. Bull. Am. Ass. Petrol. Geol., 60; 651.
- Brelie, G.V.D. 1953. Sivrihisar ve Polatlı bölgesinde yapılan bir linyit prospeksiyonu hakkında rapor. MTA Rapor No: 2437.
- Bustin, R.M., Cameron, A.R., Grieve, D.A. and Kalkreuth, W.D. 1983. Coal petrology, its principles, methods, and applications. Short Course Notes Geol. Ass. Can, 3; 273.
- Cameron, A.R. 1971. Some petrological aspects of the Harbour coal seam, Sydney Coalfield, Nova Scotia. Bull. geol. Surv. Can., 175; 74
- Casagrande, D.J., Siefert, K., Berschinski, C. and Sutton, N. 1977. Sulphur in peat-forming Systems of the Okefenokee Swamp and Florida Everglades: origins of sulfur in local. Geochim. Cosmochim. Acta., 41; 161-167.
- Crelling, J.C. and Dutcher, R.R. 1980. Principles and applications of coal petrology; short course notes. Soc. Econ. Paleont., 8; 127.
- Demirel, İ.H., Saraç C. and Şen, Ö. 2000. Geostatistical reserve estimation: a case study in the Çanakçı coal seam of Ermenek basin, Turkey. Energy Sources Part A, 22 (10); 925-933.

- Dutcher, R.R. 1978. Field description of coal. Am. Soc. test. Mater., Spec. Techn. Publ., 661; 71.
- Gençoğlu, H.ve İrkeç, T. 1994. Ankara-Polatlı-Türktaciri ÖİR 4790 No'lu sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No: 2773 .
- Gençoğlu, H. 1996. Eskişehir-Sivrihisar-Oğlakçı Köyü ÖİR 5877 No'lu sepiyolit sahasına ait maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No: 4479.
- Gingerich, P.D., Arif, M., Khan, I.H., Clyde, C.W. and Block, J.I. 1999. Machocyon Abbasi, a new Early Eocene Quettacyonid (mammalia, condylarthra) from the middle Ghazij Formation of Mach and Daghari coal fields, Baluchistan (Pakistan). Contributions from the museum of paleontology, University of Michigan, 30 (9); 233-250.
- Gözler, M.Z., Cevher, F., Ergül, E. ve Asutay, H.J. 1996. Orta Sakarya ve güneyinin jeolojisi. MTA Rapor No: 5486.
- Günalan, E. 1977. Amasya - Suluova – Mirdehur (Oğulbaşı) Köyü bölgesindeki G.M.D. 62930 sayılı linyit sahasına ait işletme projesi. MTA Rapor No: 5830.
- I.C.C.P. 1963. Internationales Lexicon für Kohlenpetrologie: Centre National de la Recherche Scientifique 15, Quai – Anatole – France, Paris.
- I.C.C.P. 1971. Internationales Lexicon für Kohlenpetrologie: Centre National de la Recherche Scientifique 15, Quai – Anatole – France, Paris.
- I.C.C.P. 1995. Vitrinite classification, International Commite for Coal and Organic Petrology, 24, Aachen.
- I.C.C.P. 2001. The new inertinite classification ( ICCP System 1994). The science of technology of fuel and energy, 80; 459-471.
- Stach, E., Mackowsky, MTH., Teichmuller, M., Taylor, G.H. Chandra, D. and Teichmuller, R. 1982. Stach's textbook of coal petrology, 535, Gebruder, Borntraeger, Berlin.
- Sykorova, I., Pickel, W., Christanis, K., Wolf, M., Taylor, G.H. and Flores, D. 2005. Classification of huminite – ICCP System 1994. International Journal of Coal Geology; 62; 85-106.
- Karayiğit, A.İ., Spears, D.A. and Booth, C.A. 2000. Distribution of environmental Sensitive trace elements in the Eocene Sorgun coals, Turkey. International Journal of Coal Geology, 42 (4); 297-314.

- Karayığıt, A.İ., Gayer, R.A., Ciciođlu, E. and Eriş, E. 1997. Minerology and petrography of the two Lower Eocene lacustrine coals, Sorgun and Suluova, Turkey. *International Journal of Coal Geology*, 34 (1-2); 111-130.
- Kavuşan, G., Oruç, M. ve Gümüşsu, M. 1978. Samsun Havza batısındaki linyit çalışması hakkında rapor. MTA Rapor No: 7050.
- Kavuşan, G. ve Kadıncız, G. 2004. Bolu-Mengen Eosen yaşlı kömürlerin jeolojik konumu ve özellikleri. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı Doktora Tezi.
- Kavuşan, G. 2008. Kömür Jeolojisi dersi sunumları. <http://80.251.40.12/~kavusan/>
- Moore, L.R. 1968. Cannel coals, bogheads and oil shales. *Coal and Coal Bearing Strata* Ed. By D.G. Murchison and T.S. Westoll. Oliver & Boyd, 129, Edinburgh.
- Romanov, V.V. 1968. Hydrophysics of bogs. Israel Program for Scientific Translations, 29, Jerusalem.
- Şengüler, İ. 2005. Eosen Kömürlerinin (Dümrek, Sivrihisar, Eskişehir) Kimyasal Petrografik Özellikleri ve Depolanma Ortamı. 58. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitabı, 230, Ankara.
- Teichmuller, M. and Teichmuller, R. 1982. The geological basis of coal formation. *Stach's Textbook of Coal Petrography*. 97, Berlin.

## ÖZGEÇMİŞ

Adı Soyadı : Gökşin TÜKEL

Doğum Yeri : Ankara

Doğum Tarihi : 19.05.1983

Medeni Hali : Bekar

Yabancı Dili : İngilizce

Eğitim Durumu (Kurum ve Yıl)

Lise : Özel Arı Lisesi (2000)

Lisans : Ankara Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği  
(2004)

Yüksek Lisans: Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği  
Anabilim Dalı (Eylül 2004 - Mart 2008)

Çalıştığı Kurumlar ve Yıl

Büro Form Mühendislik Madencilik Taah. Ve Tic. Ltd. Şti.

Temmuz 2006 - Ağustos 2007

Çetiz Çevre Mühendislik Geri Dönüşüm İnş. Mad. Müş. San. Tic. Ltd.

Ağustos 2007 – Ocak 2008

Hasan YAZICI Mühendislik Müşavirlik

Şubat 2008- .....