

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ
SERİ A**

YERBİLİMLERİ

**Cumhuriyet University
Bulletin of the Faculty of Engineering
Serie A**

Earth Sciences

SAHİBİ (OWNER)

C.Ü. Mühendislik Fakültesi adına:
on behalf of the Faculty of Engineering, C.Ü.:
AHMET GÖKÇE

EDİTÖR (EDITOR)

İŞİK YILMAZ

Yayın Kurulu (Editorial Board)

Demir ALTINER (O.D.T.Ü.)	Aral OKAY (İ.T.Ü.)
Ömer BOZKAYA (Cumhuriyet Ü.)	Ahmet SAĞIROĞLU (Fırat Ü.)
Hasan BAYHAN (Hacettepe Ü.)	Cem SARAÇ (Hacettepe Ü.)
Erdin BOZKURT (O.D.T.Ü.)	Gürol SEYİTOĞLU (Ankara Ü.)
Durmuş BOZTUĞ (Cumhuriyet Ü.)	Abdülrahim ŞAHBAZ (Muğla Ü.)
Atilla ÇİNER (Hacettepe Ü.)	Abidin TEMEL (Hacettepe Ü.)
Mehmet EKMEKÇİ (Hacettepe Ü.)	Okan TEKELİ (Ankara Ü.)
Vedat DOYURAN (O.D.T.Ü.)	Vedia TOKER (Ankara Ü.)
Burhan ERDOĞAN (Dokuz Eylül Ü.)	Mahmut TUNÇ (Cumhuriyet Ü.)
Yavuz ERKAN (Hacettepe Ü.)	Necdet TÜRK (Dokuz Eylül Ü.)
Aziz ERTUNÇ (Süleyman Demirel Ü.)	Asuman TÜRKMENOĞLU (O.D.T.Ü.)
Ahmet GÖKÇE (Cumhuriyet Ü.)	Reşat ULUSAY (Hacettepe Ü.)
Ergun KARACAN (Muğla Ü.)	Taner ÜNLÜ (Ankara Ü.)
Naci GÖRÜR (İ.T.Ü.)	Baki VAROL (Ankara Ü.)
M. Cemal GÖNCÜOĞLU (O.D.T.Ü.)	Hüseyin YALÇIN (Cumhuriyet Ü.)
Nilgün GÜLEÇ (O.D.T.Ü.)	Namık YALÇIN (İstanbul Ü.)
Remzi KARAGÜZEL (Süleyman Demirel Ü.)	Mefail YENİYOL (İstanbul Ü.)
Ali KOÇYİĞİT (O.D.T.Ü.)	Namık YALÇIN (İstanbul Ü.)
Engin MERİÇ (İstanbul Ü.)	Ali YILMAZ (Cumhuriyet Ü.)
Ali İhsan KARAYİĞİT (Hacettepe Ü.)	Osman YILMAZ (İstanbul Ü.)
Ergun GÖKTEN (Ankara Ü.)	Yücel YILMAZ (İ.T.Ü.)

Yazışma Adresi
(Correspondance Address):

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Dergisi

Seri A

YERBİLİMLERİ

58140 SİVAS

Telefon
0-346-219 10 10 (1305 Dahili)

Faks
0-346-219 11 71

e-posta

iyilmaz@cumhuriyet.edu.tr

isik.yilmaz@gmail.com

CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ
SERİ A

YERBİLİMLERİ

Cumhuriyet University
Bulletin of the Faculty of Engineering
Serie A

Earth Sciences

Cilt / Volume : 22

No.: 1-2

2005

**İÇİNDEKİLER
(CONTENTS)**

**Kangal havzası (Sivas Tecer dağı güneyi) Mg-kil ve Mg-karbonat oluşumlarının
incelenmesi**

*The study of Mg-clay and Mg-carbonate occurrences of Kangal basin (South of Sivas Tecer
mountain)*

Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA, Zeynel BAŞIBÜYÜK

1

**Haymana (Ankara güneybatısı) yöresi Maastrichtiyen-Daniyen bentik foraminifer
paleoekolojisi**

*Maastrichtian-Danian benthic foraminifera paleoecology of Haymana (southwest Ankara)
region*

Zeynep ALKAN, F. Selen ÖZCE, Nazire ÖZGEN ERDEM

31

Kangal havzası (Sivas Tecer dağı güneyi) Mg-kil ve Mg–karbonat oluşumlarının incelenmesi

The study of Mg-clay and Mg–carbonate occurrences of Kangal basin (South of Sivas Tecer mountain)

Hüseyin YALÇIN, Ömer BOZKAYA, Zeynel BAŞIBÜYÜK

Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

ÖZ

Sivas Havzası üzerinde neotektonik rejim altında gelişen intrakratonik/intrakontinental Kangal havzası Orta Miyosen-Geç Pliosen yaşlı akarsu, göl ve/veya playa çökellerinden oluşmakta ve farklı fasiyeslere karşılık gelen mineralojik değişimler ile temsil edilmektedir. Kangal Havzası birimleri çoğunlukla killi-karbonatlı, kısmen silisiklastik kayalardan oluşmakta olup; manyezit, paligorskit ve sepiyolit gibi önemli endüstriyel hammadde potansiyeli içermektedir. Bunlardan ofiyolitlerle ilişkili manyezit oluşumları genellikle 10 cm'ye ulaşan yumru, saçınımlı ve damarlar biçiminde bulunmaktadır. Sedimanter manyezit oluşumları; kiltası/marnlar içerisinde 1-20 cm'lik saf yumrular ve 50-150 cm'lik az kil ve/veya dolomit içeren tabakalar halinde gözlenmektedir. Yer yer diğer kil ve/veya karbonat mineralleri ile birliktelik oluşturan sedimanter sepiyolit-paligorskit seviyelerinin kalınlığı 10-100 cm arasında değişmektedir. Kangal Havzası birimlerinde litolojik farklılıkların bir sonucu olarak bolluk sırasına göre karbonat (ideal-ortaç Mg kalsit, aragonit, ideal-Ca dolomit ve Ca manyezit), silis (kuvars ve opal-CT) ve kil mineralleri (başlıca dioktahedral smektit, paligorskit ve sepiyolit; az miktarda illit, klorit, serpantin, talk, kaolinit ve karışık tabakalı C-S ve I-S) bulunmaktadır. Mg-kil ve Mg–karbonat oluşumları serpantinlerin ve volkanojenik ürünlerin yüzeysel alterasyonu ve/veya göl suyunda bozuşmasından açığa çıkan ve karbonat kayalarından taşınan iyonlardan itibaren neoformasyon ve/veya diğer minerallerin transformasyon ile gerçekleşmiştir.

Anahtar Kelimeler: Sepiyolit-paligorskit; manyezit; iz ve nadir toprak elementleri; izotop.

ABSTRACT

Intracratonic/intracontinental Kangal Basin developed on the Sivas Basin under neotectonic regime is made up of Middle Miocene-Late Pliocene fluvial, lacustrine and/or playa sediments and represented by mineralogical variations corresponding different facies. The units of Kangal Basin consist of mostly clayey-calcareous and partly siliciclastic rocks and contain important industrial raw materials such as magnesite, palygorskite, and sepiolite. Of these, ophiolite-related magnesite occurrences exist generally up to 10 cm thick in the form of nodule, dissemination, and veins. Sedimentary magnesite occurrences are observed in the claystones/marls such as 1-20 cm-pure nodules and 50-150 cm-little clay and/or dolomite-containing layers. The thickness of sedimentary sepiolite-palygorskite levels range from 10 to 100 cm and associate with other clay and/or carbonate minerals in places. Carbonate (ideal-intermediate Mg calcite, aragonite, Ideal-Ca dolomite and Ca magnesite)-silica (quartz, and opal-CT) and clay minerals (chiefly dioctahedral smectite, palygorskite and sepiolite, small amounts of illite, chlorite, serpentine, talc, kaolinite and mixed layers C-S and I-S) are present in order of abundance as a result of lithological differences. Mg-clay and –carbonate deposits occurred as neoformation from the weathering and/or alteration in the lake water of serpentinites and volcanogenic products and also ions transported from the carbonate rocks and/or transformation of the other minerals.

Keywords: Sepiolite-palygorskite; magnesite; trace and rare earth elements; isotope.

GİRİŞ

İnceleme alanı, Ulaş-Kangal-Çetinkaya (Sivas) arasındaki yaklaşık 3000 km² lik bir alanda yüzeyleyen karasal birimleri kapsamakta ve 1:100.000 ölçekli SivasJ38 paftasının tamamı ile DivriğiJ39 paftasının batısını temsil etmektedir.

Mg-kil minerallerinden sepiyolitler; Tersiyer yaşlı kayalarda (fosfat, tuz, sülfat, karbonat, zeolit, silis) ve değişik ortamlarda (pedojenez, göl, lagün ve deniz) yaygın biçimde oluşmaktadır (Singer ve Galan, 1984). Türkiye’de Miyosen yaşlı göl havzalarında tabakalı ve yumru (Eskişehir: Ece ve Çoban, 1994; Ece, 1998; Konya-Yunak: Yeniyo, 1986; Sivrihisar: Yeniyo, 1992 ve 1993; Sivas-Çetinkaya: Yalçın ve Bozkaya, 1995a); Paleojen yaşlı denizel ortamlarda tabakalı (Malatya-Hekimhan, Yalçın ve Bozkaya, 1995b) ve Üst Kretase yaşlı ultramafikler içinde damar tipi (Ankara-Elmadağ: Yalçın ve Bozkaya, 2004) sepiyolit ve/veya paligorskit oluşumları bulunmaktadır. Mg-karbonat minerallerinden manyezit ve dolomitler ultramafiklerde ve ofiyolitik dizilimin kaynak kayaları oluşturduğu bölgelerdeki göl ortamlarda sepiyolitlere eşlik edebilmektedir.

Ultramafik kayaların serpantinleşme süreci ile eşzamanlı ve/veya sonrasında gelişen mineralizasyonlar silikat (sepiyolit, talk, pektolit, ksonotlit) ve karbonat (kalsit, dolomit, manyezit) olmak üzere iki tür endüstriyel hammadde potansiyeli içermektedir. Bu mineraller, serpantinlerin malzeme verdiği göl havzalarında da yaygın biçimde ortaya çıkabilmektedir (Yalçın ve Bozkaya, 2006). Kangal Havzası’nın çevresinde Toros Kuşağı’na ait karbonat ve ofiyolitik kayalar ile Sivas Havzası’na ait kırıntılı ve karbonat kayalar yüzeylenmekte olup; tipik bir kapalı göl havza görünümü sunmaktadır. Ofiyolitik seri ile sınır oluşturan ve ultramafiklerden beslenen sulu karasal ortamların, Mg-silikat ve Mg-karbonat minerallerini üretmesi öngörülerek, Tecer Dağı güneyini kapsayan bu çalışma planlanmıştır. Bu araştırmada minerallerin dağılımı (kronostratigrafik, yanal-düşey ve fasiyes), oluşumu, kökeni, evrimi, parajenetik

ilişkileri, mineralojik ve kimyasal özellikleri ortaya konulacaktır.

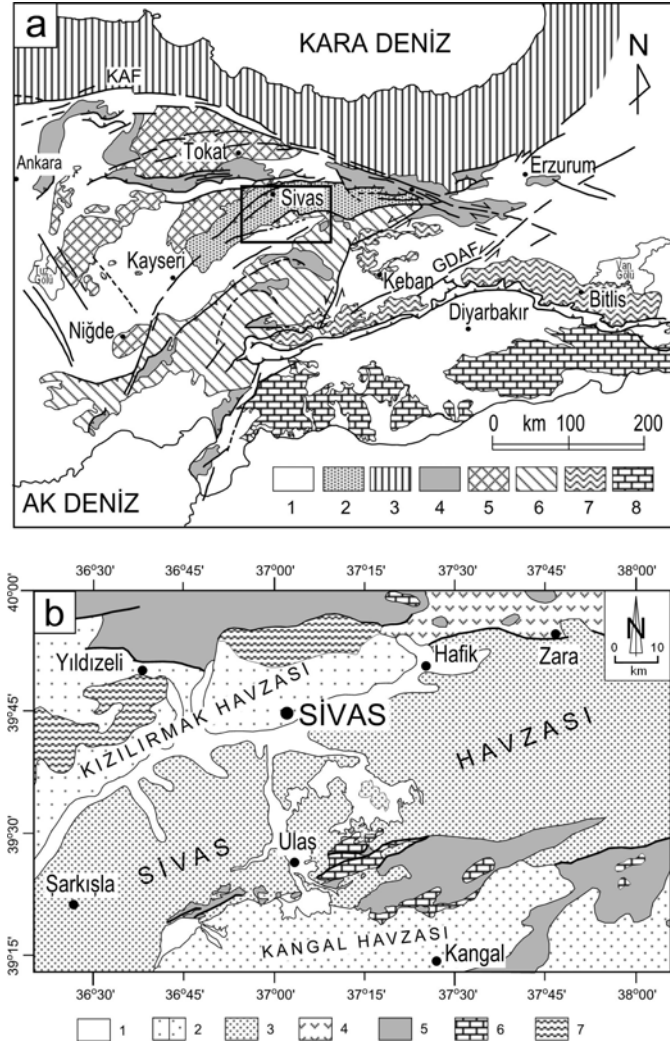
BÖLGESEL VE YEREL JEOLJİ

İnceleme alanının yakın çevresinde farklı yaş, jeotektonik konum ve kayaç türlerine sahip birimler bulunmaktadır (Şekil 1).

Bu birimlerden, Refahiye Ofiyoliti’ni de kapsayan Kuzey Anadolu Ofiyolitleri, Neo-Tetis okyanusunun kuzey koluna ait allokon toplulukları temsil ettiği ve bu toplulukların Üst Kretase-Paleosen’de (Yılmaz, 1985) ya da Üst Kretase’de (Göncüoğlu ve diğ., 1997) güneye doğru Torid-Anatolid Platformu üzerine yerleştiği ileri sürülmüştür.

Neo-Tetis’in kapanmasına koşut olarak Geç Kretase’den itibaren Sakarya Kıtası ve Kırşehir Bloku olmak üzere iki kıtasal birim üzerinde (Şengör ve Yılmaz, 1981), Orta Anadolu havzaları (Koçyiğit, 1991; Görür ve diğ., 1998) oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen’e kadar gelişimlerini sürdürmüşlerdir. Bu havzalardan biri olan Sivas havzası çarpışma ile ilişkili tipik bir ön ülke havzası olup (Görür ve diğ., 1998), Üst Plaeosen’de (Kavak, 1998; Poisson ve diğ., 1996) oluşmaya başlamış ve Orta Miyosen’de Anadolu ve Arap levhalarının çarpışması ile evrimini tamamlamıştır (Görür ve diğ., 1998).

Neo-Tetis’in Eosen’de kapanmasından sonra çarpışma ile ilişkili magmatiklerden Paleosen’de Orta Anadolu Granitoidleri (Boztuğ, 2000) ile Orta-Üst Eosen’de Orta Anadolu Siyenitoidleri (Boztuğ ve diğ., 1994) ve Orta Anadolu Volkanikleri gelişmiştir. Orta Miyosen’den itibaren ise neotektonik "Ova" rejimi (Şengör, 1979) altında intrakratonik ve/veya intrakontinental havzalar gelişmiş olup (Görür ve diğ., 1998), bu rejim Geç Pliyosen’e kadar (Koçyiğit, 1991) devam etmiştir. Bu dönemde oluşan Kangal ve Kızılırmak havzaları (Guezou ve diğ., 1996), Sivas Havzası kayalarının yanı sıra, ofiyolitik ve magmatik kayalar üzerinde yaygın olarak çekayır türü havzalar (Yılmaz, 1998) temsil etmektedir.



Şekil 1. a) Bölgesel jeolojide Sivas Havzası'nın konumu (Bingöl, 1989; Göncüoğlu ve diğ., 1997; Görür ve diğ., 1998'den değiştirilerek). 1: Örtü kayaç birimleri, 2: Sivas Havzası, 3: Pontid Kuşağı, 4: Ofiyolitik kayaçlar, 5: Orta Anadolu Kristalin Karmaşığı, 6: Torid Kuşağı, 7: Doğu Anadolu metamorfik kayaçları, 8: Güneydoğu Anadolu Otoktonu (Arap Platformu), NAF: Kuzey Anadolu Fayı, SEAF: Güneydoğu Anadolu Fayı, b) Sivas Havzası çevresindeki tektonik birimler, 1: Alüvyon (Kuvaterner), 2: Kızılırmak ve Kangal havzaları (Orta Miyosen-Pliyosen: silisiklastik-karbonat-volkanikler), 3: Sivas Havzası (Geç Paleosen-Erken Miyosen: silisiklastik-karbonat-volkanik-evaporitler), 4: Sivas volkanikleri (Erken-Orta Eosen), 5: Torid Kuşağı allokton birimleri (Geç Kretase ofiyolitleri), 6: Torid Kuşağı Otokton Birimleri (Erken Paleosen-Geç Jura karbonatları), 7: Kırşehir Masifi (Paleozoik metamorfik kayaçları).

Figure 1. The setting of Sivas Basin within the regional geology (modified from Bingöl, 1989; Göncüoğlu et al., 1997; Görür et al., 1998). 1: Cover rock units, 2: Sivas Basin, 3: Pontide Belt, 4: Ophiolitic rocks, 5: Central Anatolian Crystalline Complex, 6: Tauride Belt, 7: Eastern Anatolian metamorphic rocks, 8: Southeastern Anatolian Autochthonous (Arab Platform), NAF: North Anatolian Fault, SEAF: Southeast Anatolian Fault, b) Tectonic units in the Sivas Basin around, 1: Alluvium (Quaternary), 2: Kızılırmak and Kangal basins (Middle Miocene-Pliocene: siliciclastic-carbonate-volcanics), 3: Sivas Basin (Geç Paleosen-Erken Miyosen: siliciclastic-carbonate-volcanics-evaporites), 4: Sivas volcanics (Early-Middle Eocene), 5: Tauride Belt allochthonous units (Late Cretaceous ophiolites), 6: Tauride Belt autochthonous units (Early Paleocene-Late Jurassic carbonates), 7: Kırşehir Massive (Paleozoic metamorphic rocks).

Neotektonik rejimin ürünü olan bu havzalar Üst Miyosen-Geç Pliyosen yaşlı akarsu, göl ve/veya playa çökellerinden oluşmakta (Örneğin; Şengör, 1979; Koçyiğit, 1991; Görür ve diğ., 1998; Poisson ve diğ., 1996) ve farklı fasiyeslere karşılık gelen mineralojik değişimler içermektedir (Yalçın ve Bozkaya, 1995a ve 2003; Yalçın ve diğ., 2000).

Sivas Havzası'nın temelini güney ve/veya kuzey kenarında Toros kuşağına ve Kırşehir Masifi metamorfitelerine ait birimler oluşturmaktadır. Geç Paleosen-Pliyosen yaşlı formasyonların dizilimi, Kurtman'ın (1973) çalışması temel alınarak, Poisson ve diğ. (1996) tarafından oluşturulan yeni kronolojik verilerin ışığında yeniden düzenlenmiş ve stratigrafik istif oluşturulmuştur (Şekil 2 ve 3).

İnceleme alanındaki karasal birimleri Kangal Havzası'na ait Geç Miyosen-Pliyosen yaşlı fluviyogölsel ortamda çökelmiş birimler oluşturmaktadır. Bunlardan Deliktaş Formasyonu'nun (İnan ve diğ., 1993) alt seviyeleri Örencik, üst seviyeleri ise Kulmaç biçiminde iki üyeye ayrılarak incelenmiştir. Aktimur ve diğ. (1988) karasal birimleri Kangal formasyonu üstteki karbonat kayaçlarını ise Etyemez üyesi olarak adlandırmış olup, karbonatlı seviye Poisson ve diğ.'nin (1996) Merakom formasyonuna karşılık gelmektedir. Bu çalışmanın ana konusunu oluşturan alttaki kırıntılılar ile üstteki karbonatlar dikey yönde tedrici geçişli olduğu için değerlendirilmiştir. Bölgedeki en genç birimi lav akıntıları ve piroklastitler ile temsil edilen Yamadağ volkanikleri (Yalçın ve diğ., 1998) oluşturmaktadır.

MATERYAL VE YÖNTEM

İnceleme alanında çoğunluğu karasal birimlere ait olmak üzere toplam 426 adet mineral ve kayaç örneği alınmıştır. Bunlar Cumhuriyet Üniversitesi (C.Ü.) Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) yıkanıp kurutulduktan sonra incekesit, kırma-öğütme-eleme, kil ayırma, X-ışınları difraksiyonu (XRD) ve optik mikroskopi (OM) gibi çeşitli işlemlerden geçirilmiştir. Saf veya saf yakın 7 adet kil minerallerinin ana, iz/eser ve nadir toprak element (REE) çözümlenmeleri ile 3 karbonat mineralinin oksijen-karbon izotop

jeokimyası Kanada'daki Activation Laboratories Ltd. (Actlabs) şirketine yaptırılmıştır.

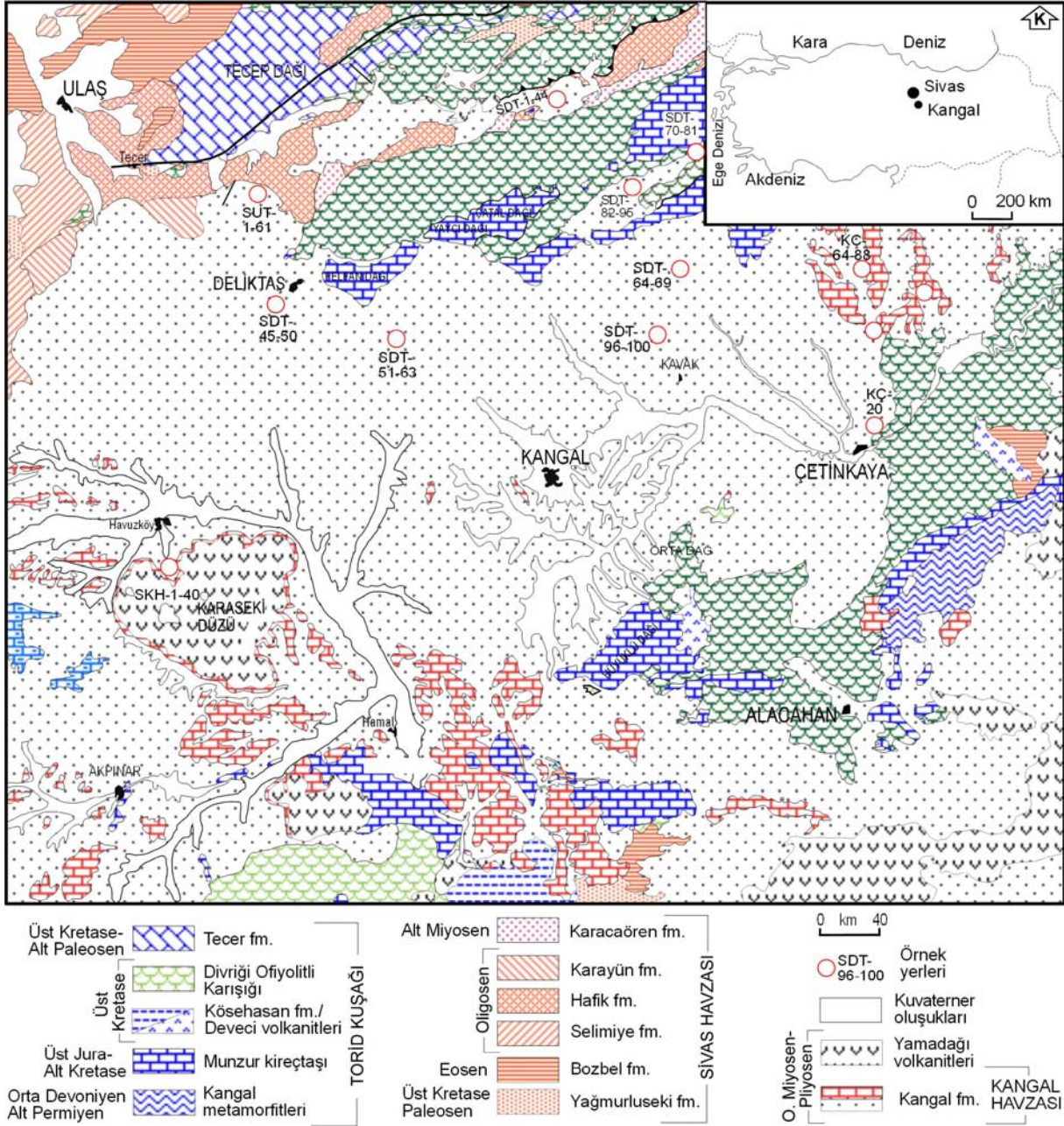
C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda hazırlanan lam preparatlar (ince kesit) üzerindeki incelemeler Nikon marka, alttan aydınlatmalı binoküler polarizan mikroskobunda yapılmıştır. Bu yöntem ile kayacı oluşturan bileşenler ve bunların dokusal özellikleri tanımlanarak kayaçların adlandırılmalarının yanı sıra; bozuşma ve bozunma ürünleri aydınlatılmaya çalışılmıştır.

Killi-karbonatlı kayaçlara ait 7 örnekte enerji saçılımlı spektrometre'yi (EDS) de kapsayan taramalı elektron mikroskop (SEM) incelemeleri Ankara TPAO laboratuvarında yapılmıştır. Örneklerin yaklaşık 5 mm² lik bir alanı; Au veya C ile kaplanarak sırasıyla dokusal-kökensel ve yarı-nicel kimyasal bileşimleri belirlenmiştir.

OM ile incelenemeyecek kadar küçük tane boyuna sahip kayaçların tüm kayaç (XRD-TK) mineralojik bileşimlerinin ve kil boyu bileşenlerinin (XRD-KF), ayrıca minerallerdeki polimorfik değişimlerin belirlenmesi amacıyla X-ışınları kırınımı/difraksiyonu kullanılmıştır.

XRD çalışmaları içi örnekler önce 3-5cm' lik parçalar halinde çekiçle, daha sonra Fritsch marka çeneli kırıcıda 5mm'den küçük taneler halinde kırılmış ve yine aynı marka silikon karbid çanaklı öğütücüde sertlikleri de dikkate alınarak yaklaşık 10-30 dk süreyle öğütülmüştür. Bu şekilde elde edilen toz malzeme naylon torbalara konulup etiketlendikten sonra, çözümlenmelere hazır konuma getirilmiştir. XRD çözümlenmeleri Rigaku marka DMAX IIIC model X-ışınları difraktometresinde (Anot = Cu (CuK_α=1.541871Å), Filtre = Ni, Gerilim = 35 kV, Akım = 15 mA, Gonyometre hızı = 2°/dak., Kağıt hızı = 2cm/dak., Zaman sabiti = 1 sn, Yarıklar = 1° 0.15 mm 1° 0.30 mm, Kağıt aralığı = 2θ = 5-35°) yapılmıştır.

XRD çözümlenmeleri sonucunda örneklerin tüm kayaç ve kil boyu bileşenleri (< 2 µm) tanımlanmış ve yarı nicel yüzdeleri dış standart yöntemi (Brindley, 1980) esas alınarak hesaplanmıştır.



Şekil 2. Kangal Havzası'nın jeoloji ve örnekleme haritası (Atabey ve Aktimur, 1997; Öztürk ve diğ., 1996'dan basitleştirilerek ve yeniden düzenlenerek).

Figure 2. Geological and location map of Kangal Basin (simplified and rearranged from Atabey and Aktimur, 1997; Öztürk et al., 1996).

YAŞ	BİRİM	KALINLIK (m)	LİTOLOJİK SİMGE	AÇIKLAMALAR
KUVATERNER		?		Alüvyon
Pliyo-sen	Merakom			Gösel kireçtaşı-dolomitik kireçtaşı-dolomit
Orta-Üst Miyosen-	Kangal			Volkanikler
	Yamadağı V.			Fluviyatil silisiklastikler
Alt Miyosen	Karacaören	250-500		Sarı renkli (yer yer kumlu) kireçtaşı
				Kireçtaşı arakatlı yeşil renkli kilitaşı/marn-jips-kumtaşı ardalanması
				Krem renkli (yer yer kumlu) marn
Oligosen	Karayün	200-300		Kırmızı renkli, marn arakatlı kumtaşı-konglomera ardalanması
	Hafik	400-700		Yer yer kilitaşı/marn laminasyonlu masif jips
	Selimiye	400-600		Kırmızı-yeşil renkli kumtaşı-marn ardalanması
Eosen	Bozbel	500-800		Volkanik arakatlı, gri renkli kumtaşı-şeyl-kireçtaşı ardalanması
Ü Kretase Paleosen	Yağmur-luseki	200-800		Kırmızı renkli marn arakatlı konglomera
ÜST KRETASE VE ÖNCESİ		?		Temel kayalar (karbonat, silisiklastik, ofiyolitik seri ve metamorfikler)

Şekil 3. Sivas ve Kangal havzalarının genelleştirilmiş stratigrafi dikme kesiti.

Figure 3. Generalized stratigraphic columnar section of the Sivas and Kangal basins.

Tüm kayaç ve kil fraksiyonu hesaplamalarında mineral şiddet faktörleri kullanılmış olup, yansımalar mm cinsinden ölçülmüştür. Bu yöntemde tüm kayaç için dolomit, kil fraksiyonu için glikollü çekimlerden itibaren kaolinit referans olarak alınmıştır (Yalçın ve Bozkaya, 2002). d-mesafelerinin ölçülmesinde kuvars iç standart olarak kullanılmıştır. Kil minerallerinin

tanımlanması çoğunlukla (001) bazal yansımalarına göre yapılmıştır.

XRD-KF çözümlenmeleri için gerekli kil ayırma işlemi esas itibarıyla kimyasal çözme (kil-dışı fraksiyonun uzaklaştırılması), santrifüjleme - dekantasyon / dinlendirme ve yıkama, süspan-siyonlama - sedimantasyon - sifonlama -

santrifüjleme ve şişelemeden oluşmaktadır. Süspansiyonlama işleminin olmaması durumlarında Calgon eklenerek, bu süreç hızlandırılmaya çalışılmıştır. Santrifüjleme işlemi Heraeus Sepatech marka Varifuge 3.2 S model 5600 devir/dk hıza ve 200 cc kapasiteli metal kodelere sahip santrifüjde yapılmıştır. Ayrılmış her kil çamurundan üzerine sıvama veya kabarıp çatlayanlarda süspansiyon halinde üç adet yönlendirilmiş lam preparat hazırlanmış ve bunlar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Kil fraksiyonu difraktogramları normal-N (havada kurutulmuş), glikolleme-EG (60 °C de 16 saat desikatörde etilen glikol buharında bırakma) ve fırınlama-F (490 °C de 4 saat fırında ısıtma) işlemlerinden geçirilerek elde edilmiştir. Çekimlerde gonyometre hızı 1°/dak ve kayıt aralığı 2θ=2-30° (hata miktarı ±0.04°) olarak ayarlanmıştır.

Smektitlerin oktaedrik bileşimlerinin belirlenmesi amacıyla $d_{(060)}$ yansıması ölçülmüştür. Bu ölçüm, kuvarsin (211) piki ($2\theta = 59.982^\circ$, $d=1.541 \text{ \AA}$) referans alınarak $2\theta = 59-63^\circ$ ($\pm 0.01^\circ$) kayıt aralığında ve $0.5^\circ /\text{dak}$. gonyometre hızında gerçekleştirilmiştir.

Manyezit, dolomit, kalsit ve Mg-kalsitlerin $d_{(104)}$ yansıması (3.036 \AA , $2\theta = 29.396^\circ$) yardımıyla % mol MgCO_3 içerikleri Goldsmith ve Graf'ın (1958) geliştirdiği deneme diyagramından itibaren ortaya çıkarılan, % mol $\text{MgCO}_3 = [3.036 - d_{(104)}] / 0.003$ biçimindeki regresyon eşitliği ile hesaplanmıştır. Bu ölçümde kuvarsin (101) yansıması (3.343 \AA , $2\theta = 26.64^\circ$) standart alınmıştır.

Ana element çözümlenmelerinde lityum metaborat/tetraborat füzyon ICP, iz/eser ve nadir toprak element çözümlenmelerinde ICP-MS kullanılmıştır. Bunlar; geçiş metalleri (Cr, Ni, Co, Sc, V, Cu, Pb, Zn), granitoyid elementleri (Bi, In, Sn, W, Mo), karışık davranışlı elementler (As, Sb), halojen (Be), değerli metal (Ag), kalıcılığı düşük elementler / LFSE (K, Rb, Cs, Ba, Sr, Tl, Ga), kalıcılığı yüksek elementler / HFSE (Ta, Nb, Hf, Zr, Ti, Y, Th, U), nadir toprak elementleri / REE (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) ile diğer elemnti (Ge) kapsamaktadır.

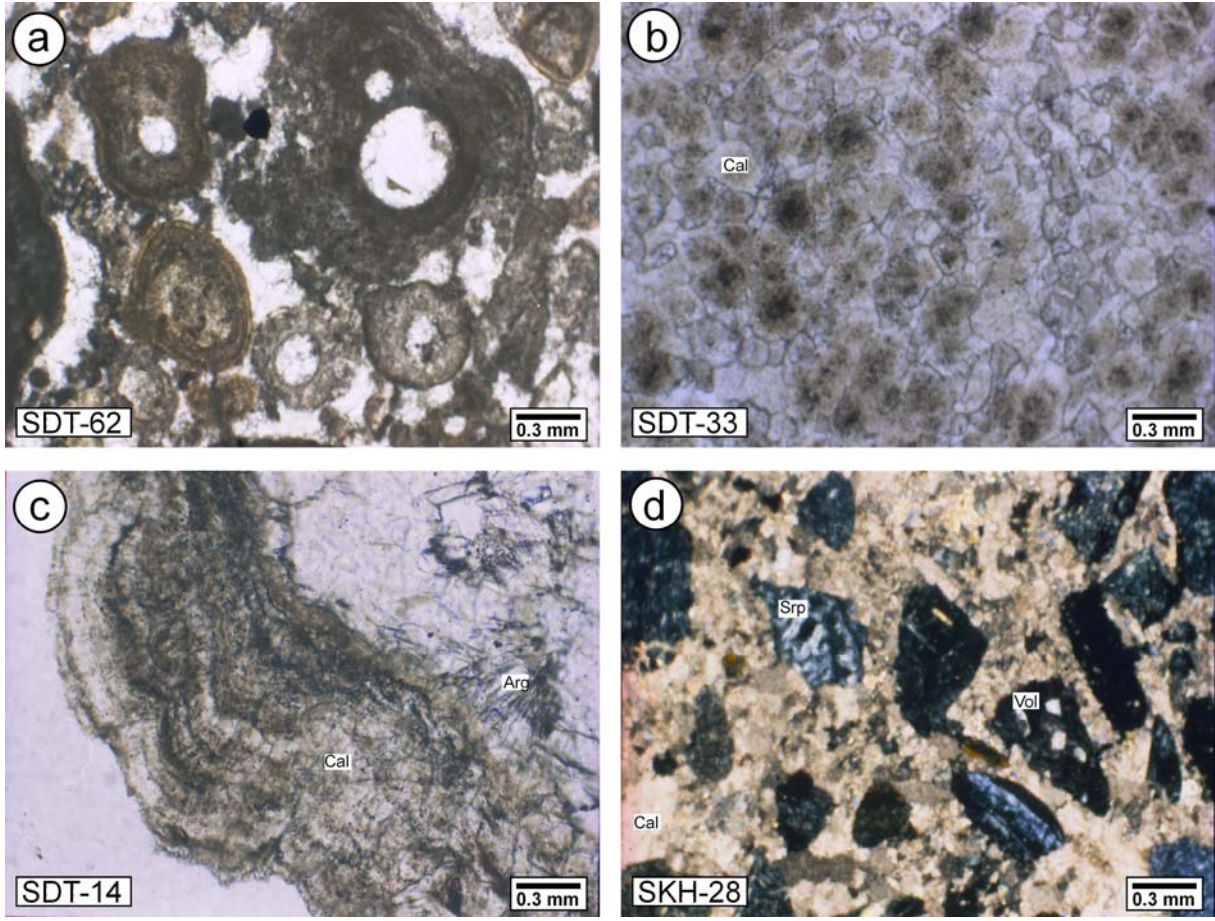
Karbonat minerallerinin O-C izotop verileri, Termal İyonlaşma Kütle Spektrometresi (TIMS) kullanılarak ölçülmüştür. İzotopik ölçümlerin kesinliği ve doğruluğu 0.2 ‰ dir. Oksijen bağıl olarak standart ortalama okyanus suyu'na (SMOW-Standard Mean Ocean Water) göre ifade edilmiş olup; burada SMOW'un $\delta^{18}\text{O}$ değerleri sıfır olarak tanımlanır. Karbon bağıl olarak Belemnite'e (PDB-PeeDee Belemnite) göre ifade edilmiş olup; burada PDB'nin $\delta^{13}\text{C}$ değeri sıfır alınmaktadır. Oksijen, bağıl olarak PDB'e göre de ifade edilmekte olup, buradaki ilişki $\delta^{18}\text{O}_{\text{PDB}} = 1.03091(\delta^{18}\text{O}_{\text{SMOW}}) + 30.91$ formülündeki gibidir.

MİNERALOJİ-PETROGRAFI

Optik Mikroskop İncelemeleri

Karbonat kayaçlarında dokusal açıdan mikritten sparite kadar değişen tüm geçişler mevcuttur. Bunlar; Folk (1968) sınıflamasına göre mikritik (dolomikrit, dolomitli mikrit, manyezitik mikrit, manyezitik dolomikrit), mikrosparitik (mikrosparit, fosilli mikrosparit, biyomikrosparit, dolomikrosparit, fosilli dolomikrosparit, manyezitik mikrosparit) ve sparitik (sparit, dolosparit, oosparit, intrasparit) olarak tanımlanmıştır. Yer yer bağlayıcı malzemede killerin yanı sıra, gözenek ve damarlarda yer yer rekristalize karbonat, ayrıca serpantin kayaç parçacıklarına, gözeneklerde kalsedonik kuvars ve organik malzeme oluşumlarına da rastlanılmaktadır. İnce taneli, gözeneklerde iri taneli, yer yer jel dokulu ve sferülitik kalsedonik kuvarslar çört türü silisli kayaçları oluşturmaktadır. Bazı örneklerde onkolit benzeri jel dokularına ve mikrolaminasyonlar gözlenmektedir. Oolitlerin yanı sıra (Şekil 4a), tanesal kalsitler (Şekil 4b) ve ışınal-sferülitik aragonitler izlenmiştir (Şekil 4c).

Kumtaşlarının bağlayıcı malzemesini kalsit ve kil mineralleri oluşturmakta; kırıntılı bileşenleri yarı-yuvarlak kayaç parçacıkları (çoğunlukla serpantin, az volkanik), ojit ve plajiyoklaz temsil etmektedir (Şekil 4d). Kötü boylanmış ve olgunlaşmamış bu kayaçlar litik grovak (Folk, 1968) olarak tanımlanmıştır.



Şekil 4. Karbonat kayaçlarının ve kumtaşının optik mikroskop görünüşleri (tek nikol), a) Oosparitlerde tek ve birleşik oolitler, b) Sparitlerde tanesel kalsitler, c) Sparitlerde ışınal aragonitler ve jel dokulu kalsitler, d) Litik grovaplarda serpantin ve volkanik kayaç parçacıkları.

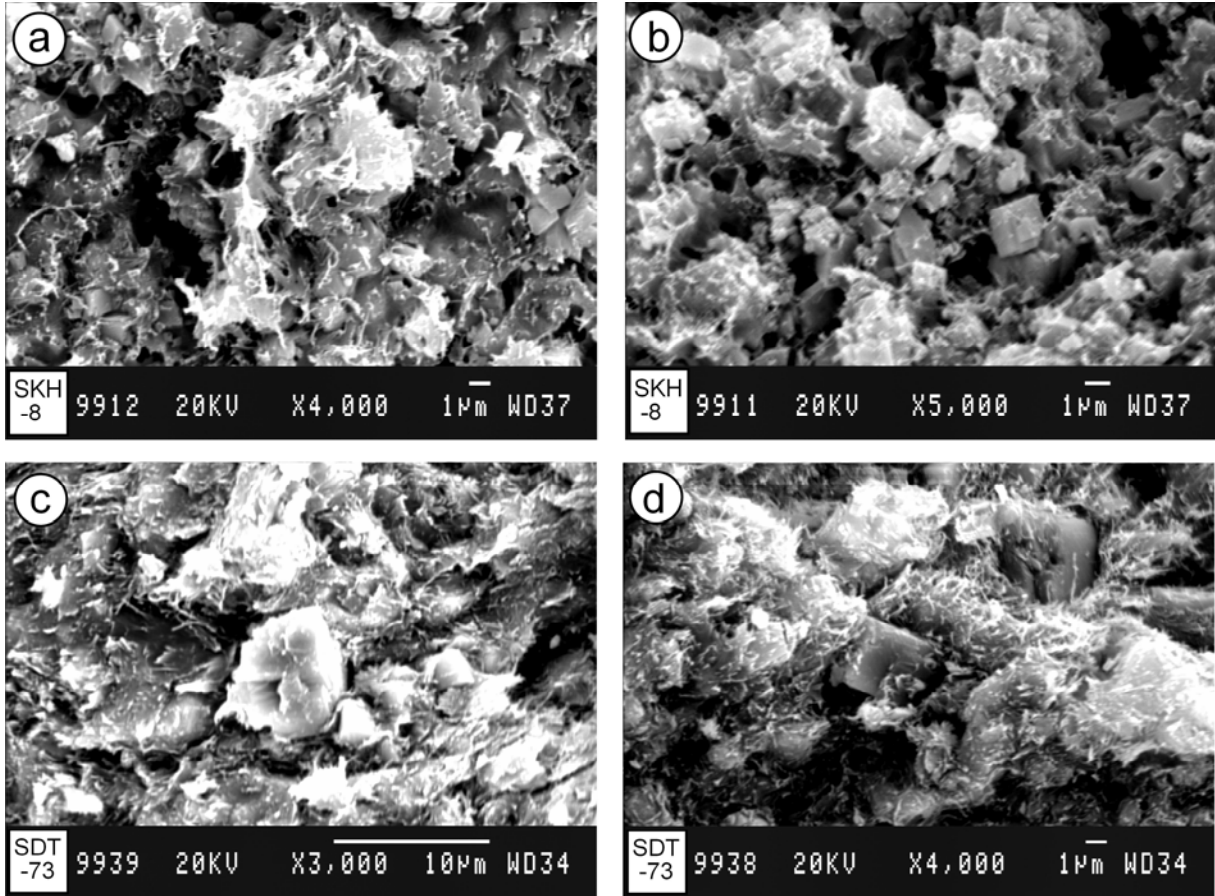
Figure 4. Optical microscopic views of carbonate rocks and sandstone (open nicol), a) Unique and united oolites in the oosparites, b) Granular calcites in the sparites, c) Radial aragonites and gel-textured calcites in the sparites, d) Serpentinite and volcanic rock fragments in the lithic graywacke.

Elektron Mikroskop İncelemeleri

Killi dolomitik kireçtaşında lifsi-iğnemsî minerallerin yanı sıra, rombohedron morfolojiye sahip karbonat mineralleri görülmektedir (Şekil 5a). Lifsi bükülmüş minerallerin sepiyolit, iğnemsî minerallerin ise paligorskit olduğu anlaşılmakta; ayrıca bazı karbonat minerallerinde çözünme izlerine rastlanılmaktadır (Şekil 5b). Karbonat minerallerinin boyutları 1-2 μm arasında değişmekte olup; üzerinde büyümüş lifsi sepiyolit-paligorskit mineralleri bulunmaktadır. Killi dolomitlerde dolomit ve paligorskitlerin genel görünümü Şekil 5c de sunulmuştur. Özşekilli

dolomitler tek ve birleşik morfoloji sunmakta ve lifsi paligorskitler tarafından kuşatılmıştır. 1-3 μm büyüklüğündeki dolomitlerin üzerinde yer yer büyümüş paligorskitler bulunmaktadır (Şekil 5d). Paligorskitlerin uzunluğu 5 μm , kalınlık ve genişliği yaklaşık birbirine eşit olup 1 μm dan küçüktür.

Dolomitli kiltaşlarında lifsi paligorskitler 2-8 μm uzunluğundadır. 12 μm büyüklüğüne ulaşabilen yarı-özşekilli dolomit üzerinde gelişmiş lifsi paligorskitler de bulunmaktadır (Şekil 6a). Gözenekte büyümüş özşekilli dolomit topluluklarının üzerinde ve çevresinde çoğunlukla birbirine paralel lifsi paligorskitler belirgindir.



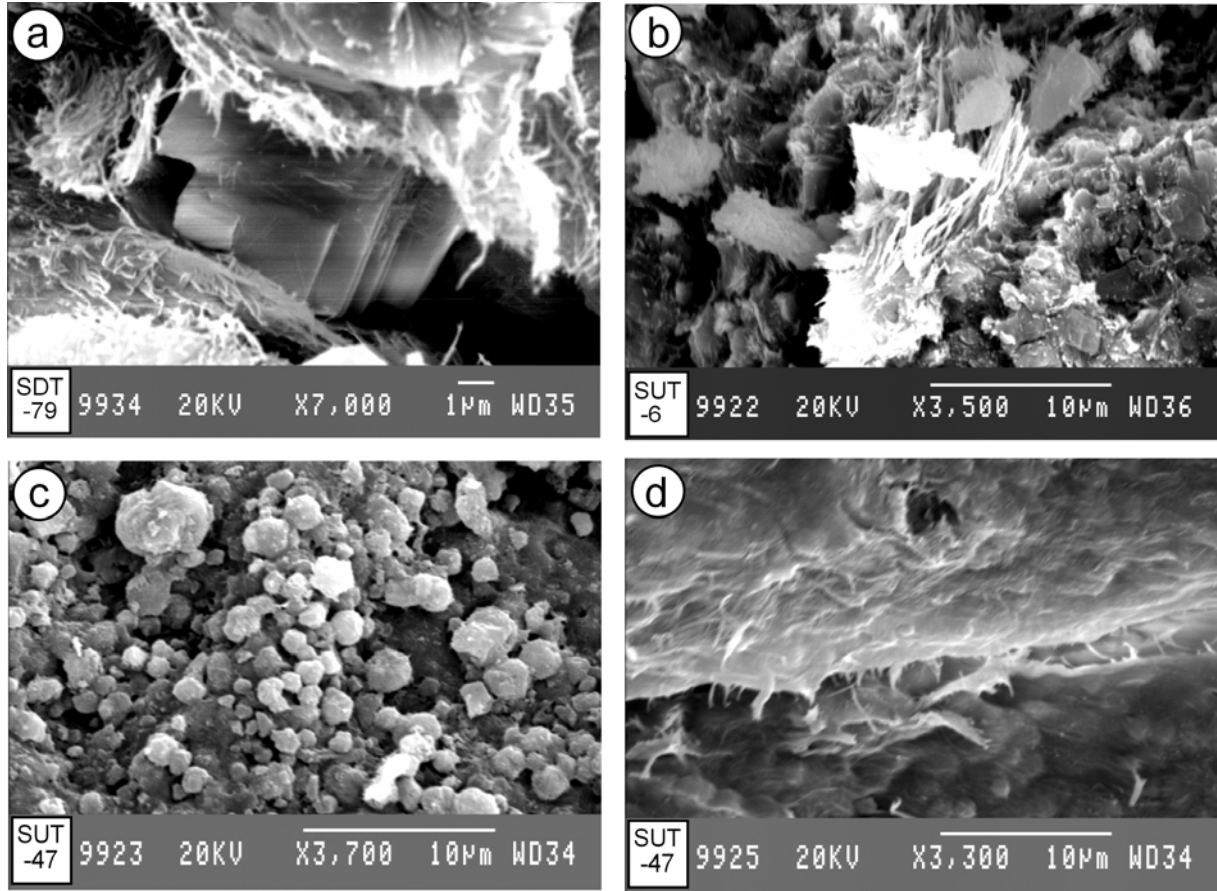
Şekil 5. Dolomitli kireçtaşı (SKH-8) ve killi dolomitlerinin (SDT-73) SEM mikrofotografı, a) Lifsi sepiyolit-paligorskitler ve karbonat mineralleri, b) Lifsi sepiyolit-paligorskitler ve yer yer çözülmüş karbonat mineralleri (sağ-orta), c) Özşekilli tek ve birleşik dolomitleri çevreleyen lifsi paligorskitler, d) Dolomitlerin üzerinde yer yer büyümüş paligorskitler.

Figure 5. SEM microphotographs of limestone with dolomite (SKH-8) and clayey dolomites (SDT-73), a) Fibrous sepiolite-palygorskites and carbonate minerals, b) Fibrous sepiolite-palygorskites and partly dissolved carbonate minerals (right-middle), c) Fibrous palygorskites surrounding euhedral unique and united dolomites, d) Palygorskites partly developed on the dolomites.

Manyezit, dolomit, paligorskit ve serpantin içeren marn örneğinde lifsi paligorskit ve levhamsı serpantinler belirgin biçimde izlenmektedir (Şekil 6b). Karbonatlar tipik romboeder morfolojisine sahip olup; 3-5 µm boyutundadır. Dolomitlerde yer yer çözünme izleri ve üzerinde gelişmiş lifsi paligorskitler görülmektedir. Bolluk sırasına göre dolomit, sepiyolit ve paligorskit bileşimindeki killi dolomitlerin mikrofotografında dolomitler 1-5 µm büyüklüğünde olup; lifsi sepiyolit-paligorskitlerin bu minerali çevrelediği görülebilmektedir (Şekil 6c). Sepiyolitlerin bağlayıcı malzemeden itibaren de gelişebilmektedir (Şekil 6d).

X-ışınları İncelemeleri

Tüm kayaç incelemelerinde belirlenen başlıca mineraller bolluk sırasına göre kil / fillosilikat, kalsit, dolomit, manyezit ve kuvarstır. Aragonit, manyezit, opal-CT ve feldispat ise bazı örneklerle sınırlıdır. Karbonat mineral pik verilerine göre; $d_{(104)}$ değerleri kalsitler için 3.035-3.023 Å (% mol $MgCO_3$ miktarı 0.00-4.33, düşük ve ortaç Mg-kalsit), dolomitler için 2.908-2.886 Å arasında değişmektedir (% mol $MgCO_3$ miktarı 42.67-50.00, Ca- ve ideal dolomit). Manyezitlerin $d_{(104)}$ yansımaları 2.751-2.747 Å ve % mol $MgCO_3$ içerikleri 95.00-96.33 arasında değişmekte olup; ideal dolomit bileşimindedir.



Şekil 6. Kilaşı (SDT-79), marn (SUT-6) ve killi dolomitlerin (SUT-47) SEM mikrofotografaları, a) Gözenekte büyümüş özşekli dolomit toplulukları ve lifsi paligorskitler, b) Levamsı serpantin, lifsi paligorskit ve özşekli karbonatlar, c) Dolomitler çevreleyen lifsi sepiyolit-paligorskitler, d) Bağlayıcı malzemeden itibaren gelişen sepiyolitler.

Figure 6. SEM microphotographs of claystone (SDT-79), marl (SUT-6) and clayey dolomites (SUT-47), a) Euhedral dolomite associations grown within the pores and fibrous palygorskites, b) Platy serpentine, fibrous palygorskite and euhedral carbonates, c) Fibrous sepiolite-palygorskites surrounding dolomites, d) Sepiolites developed from matrix.

Kil fraksiyonu incelemelerinde smektit, illit, klorit, paligorskit, sepiyolit, serpantin, talk, C-S ve I-S belirlenen minerallerdir. Saf paligorskit killi dolomitte ve kilaşlarında saptanmıştır (Şekil 7a-b) Egemen mineral olan paligorskit, çoğunlukla serpantin ile birlikte bulunmaktadır (Şekil 7c). Sepiyolit + paligorskit en yaygın parajenezlerden birini oluşturmaktadır (Şekil 7d).

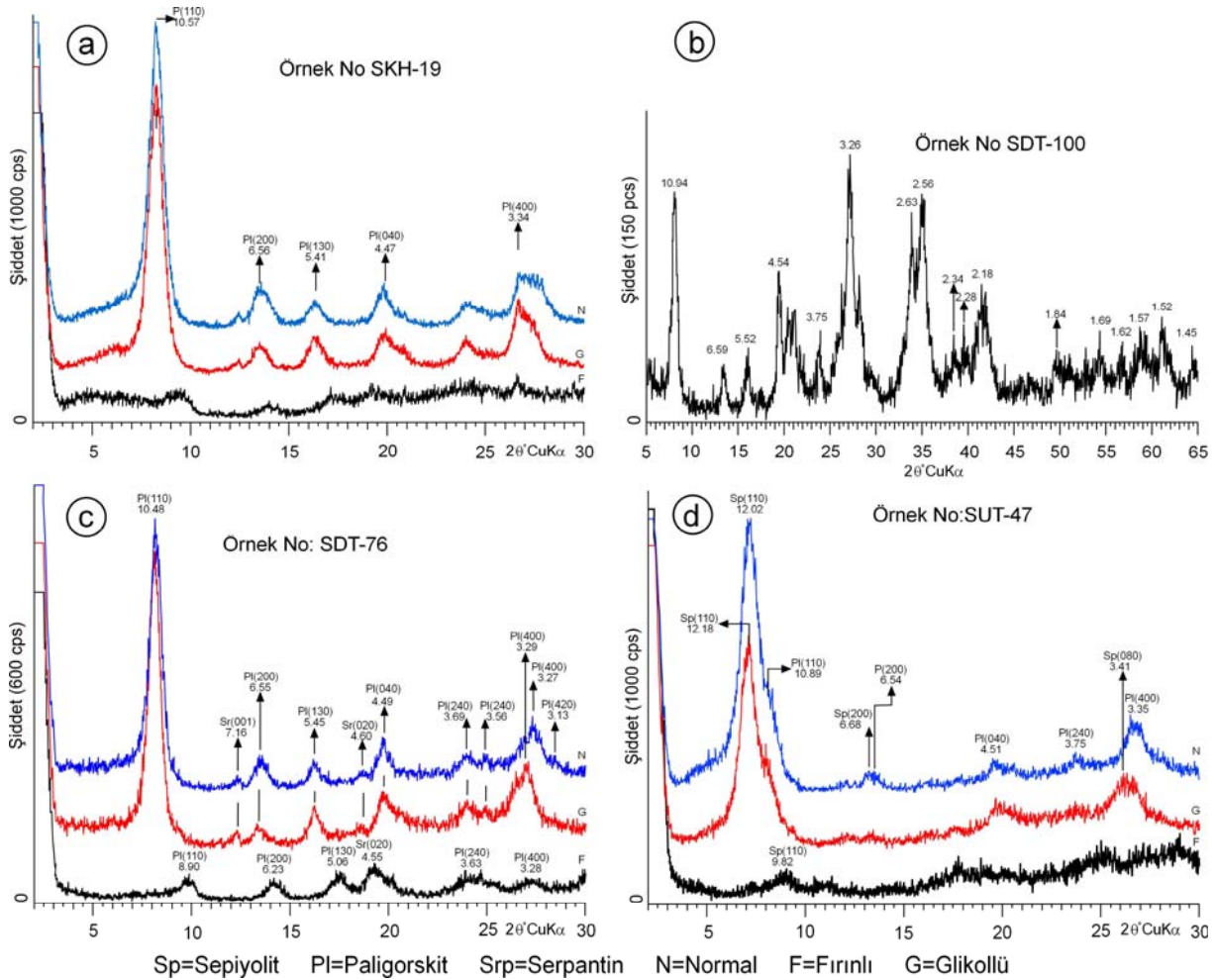
MİNERALLERİN DİKEY DAĞILIMLARI

Havuzköy yöresinde alt seviyelerde kil, üst seviyelerde ise karbonat minerallerinin miktarı artmaktadır (Şekil 8). Tüm seviyelerde egemen kil minerallerini sepiyolit ve paligorskit oluşturmaktadır. Smektit ve/veya C-S lerin orta çıktığı seviyelerde sepiyolit ve paligorskit yüzdesi azalmakta; bolluk bakımından ters bir ilişki gözlenmektedir.

Karagöl kesitinde killi kayalarda kil mineralleri, kumlu kayalarda paligorskit ve serpantin veya illit, klorit ve/veya karışık tabakalı C-S ve I-S ortaya çıkmaktadır (Şekil 9).

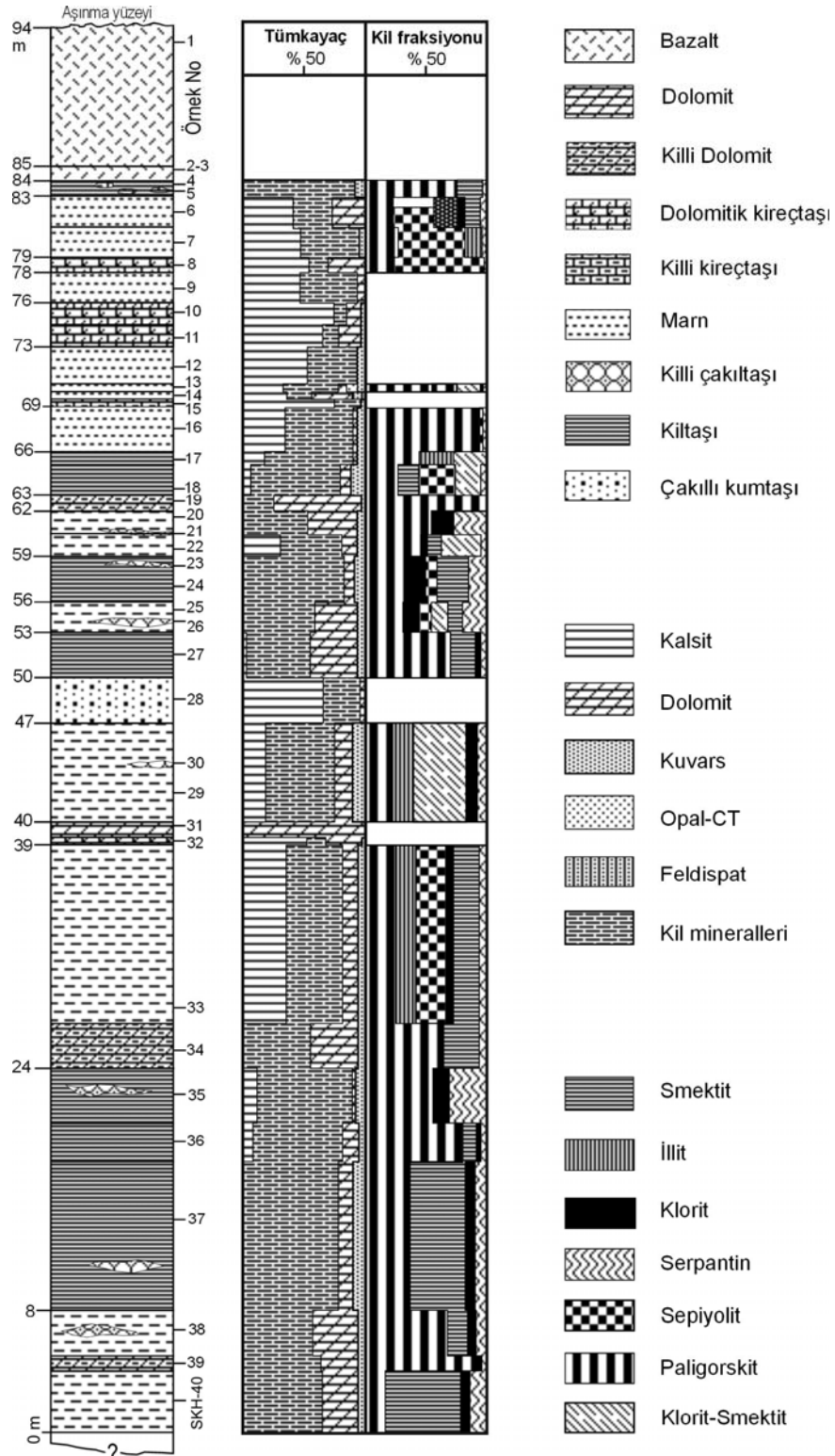
Örencik kesitinde karbonat minerallerinden sadece kalsit gözlenmekte, kumlu-çakıllı seviyelerde veya karışık tabakalı C-S ve I-S

bolluğu dikkati çekmektedir (Şekil 10). Tecer yöresinde manyezit, en alt ve en üst seviyelerde bol miktarda ortaya çıkmaktadır (Şekil 11). Alt seviyelerde paligorskit, üst seviyelerde ise sepiyolit egemen kil mineralleridir. Volkanojenik seviyelerde smektit ile yer yer karışık tabakalı kil mineralleri ortaya çıkmaktadır.



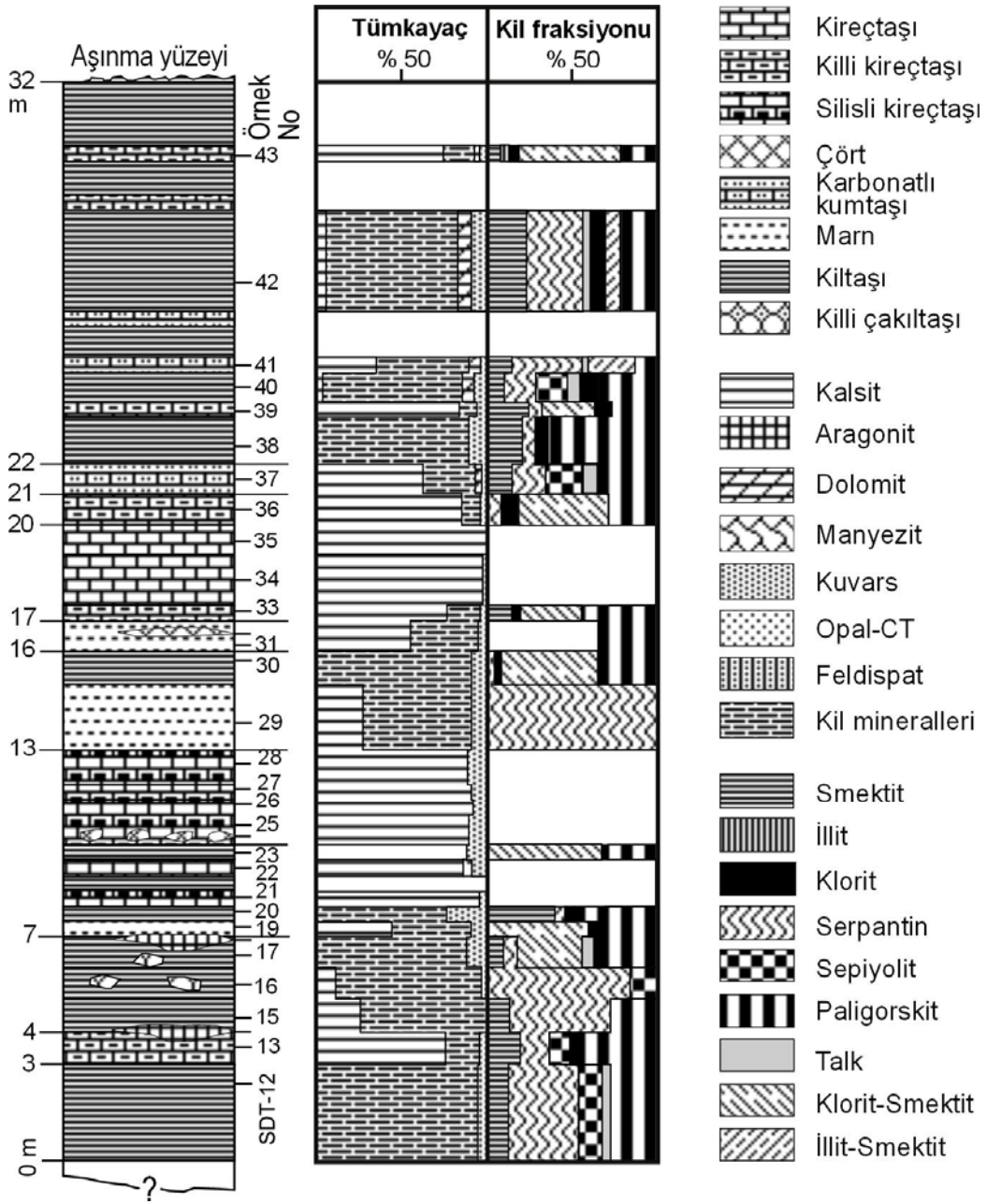
Şekil 7. Kangal Baseni'nde saptanan bazı kil minerallerinin XRD difraktogramları, a) Paligorskit, b) Paligorskit (yönlendirilmemiş), c) Paligorskit+serpantin, d) Sepiyolit + paligorskit.

Figure 7. XRD diffractograms of some clay minerals determined in the Kangal Basin, a) Palygorskite, b) Palygorskite (unoriented), c) Palygorskite+serpentine, d) Sepiolite + palygorskite.



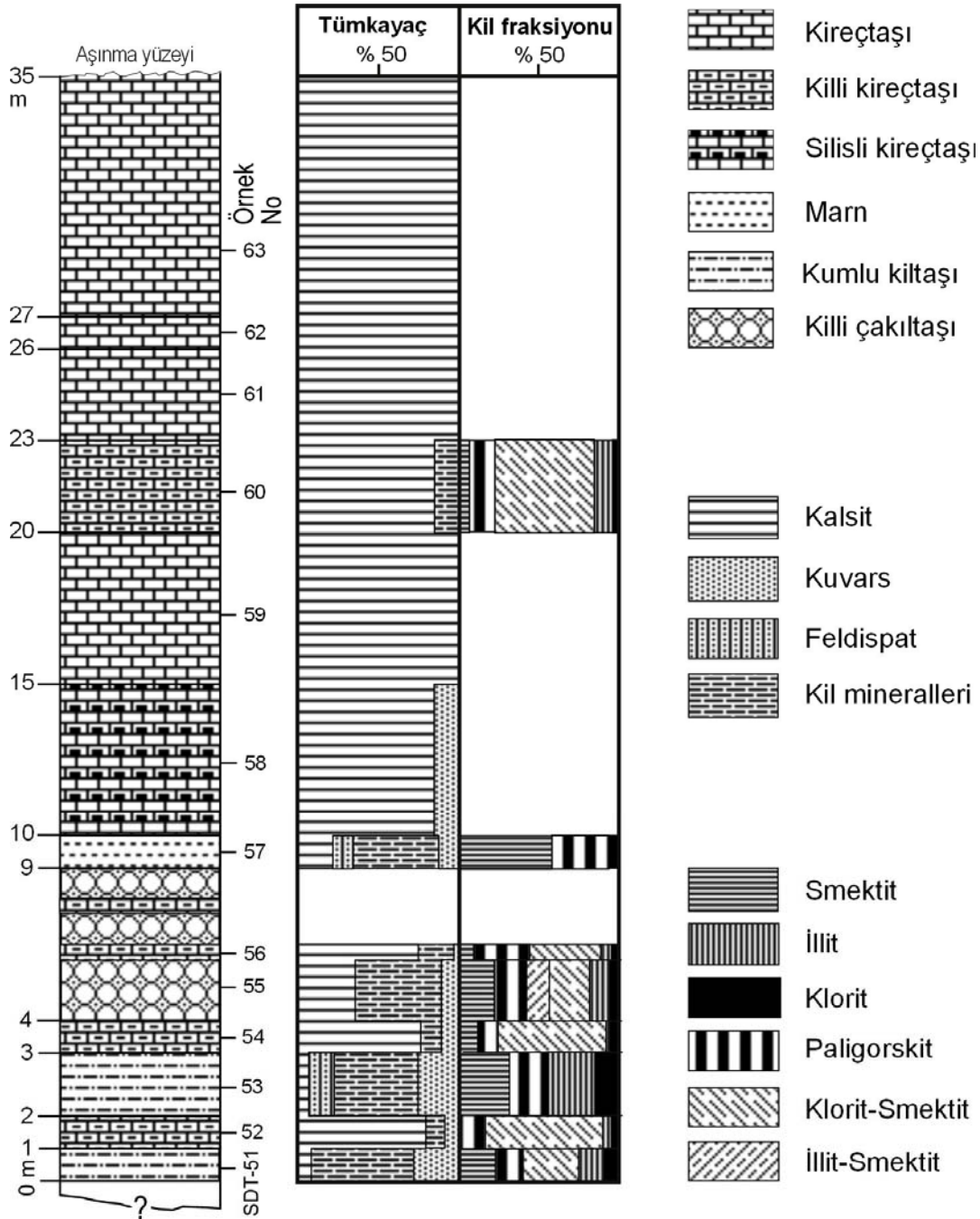
Şekil 8. Kangal Formasyonu'nun Havuzköy yöresi kesitinde kayaç oluşturan ve kil minerallerin dikey dağılımları.

Figure 8. Vertical distributions of rock-forming and clay minerals in the section of the Havuzköy area from Kangal Formation.



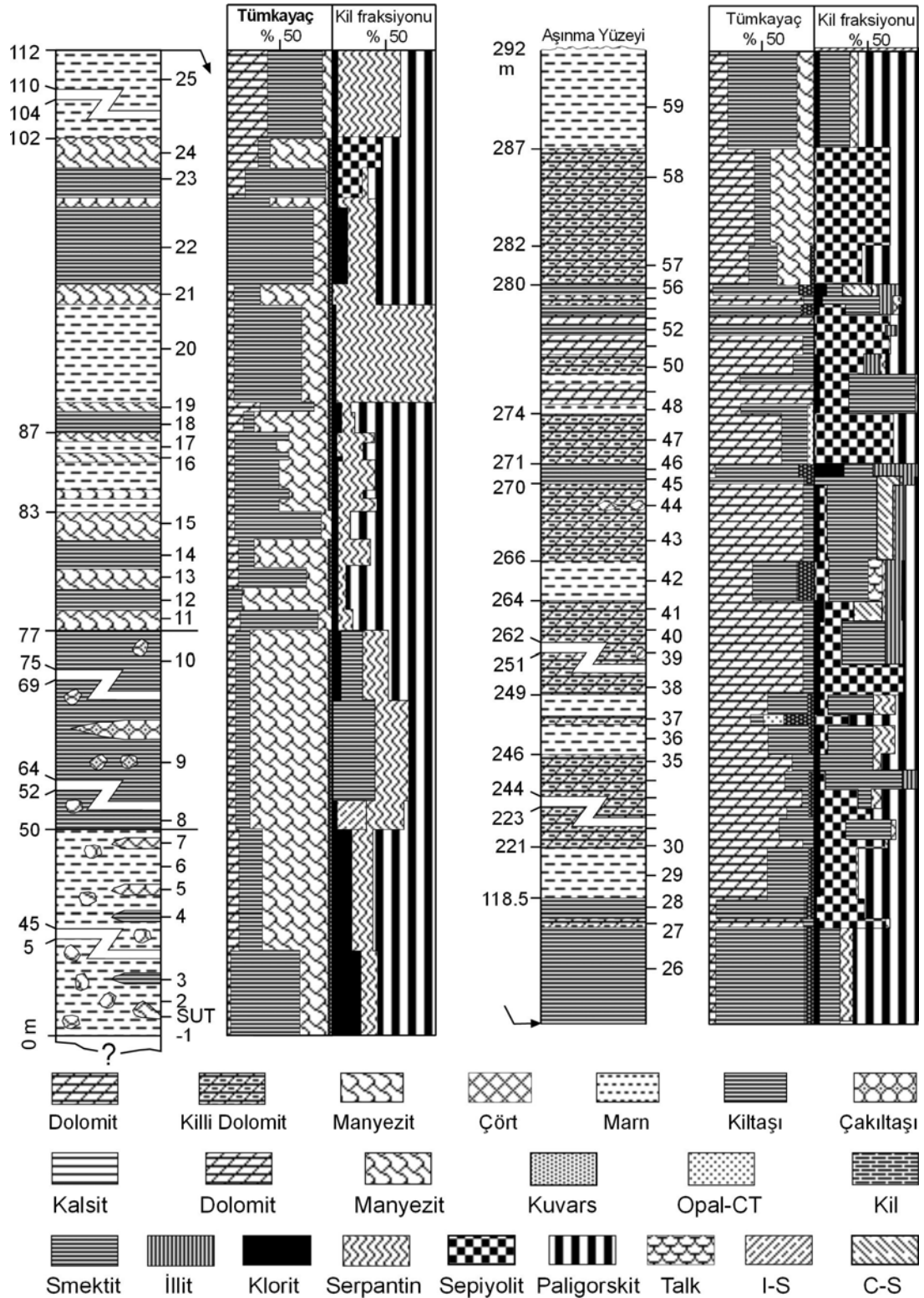
Şekil 9. Kangal Formasyonu'nun Karagöl yöresi kesitinde kayaç oluşturan ve kil minerallerin dikey dağılımları.

Figure 9. Vertical distributions of rock-forming and clay minerals in the section of the Karagöl area from Kangal Formation.



Şekil 10. Kangal Formasyonu'nun Örencik yöresi kesitinde kayaç oluşturan ve kil minerallerin dikey dağılımları.

Figure 10. Vertical distributions of rock-forming and clay minerals in the section of the Örencik area from Kangal Formation.



Şekil 11. Kangal Formasyonu'nun Tecer yöresi kesitinde kayaç oluşturan ve kil minerallerin dikey dağılımları.

Figure 11. Vertical distributions of rock-forming and clay minerals in the section of the Tecer area from Kangal Formation.

JEOKİMYA

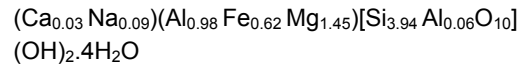
Kil Mineralleri

Kil minerallerinin ana ve iz element içerikleri ile yapısal formülleri Çizelge 1 ve 2 de sunulmuştur. Yapısal formüller smektit için 11, paligorskit için 21 ve sepiyolit için 32 oksijen atomuna göre hesaplanmıştır (Weaver ve Pollard, 1973). Kil fraksiyonları çok az miktarda (<% 5) illit içerdiğinden, muskovitin teorik bileşimi kimyasal çözümlene sonuçlarından çıkarılmıştır. Bu işlemde muskovit yapısındaki her Si ve Al atomunun kil yapısına girmesi ile doğacak yük eksikliğinin yine muskovit yapısından gelen K atomu tarafından dengeleneceği gözönünde tutularak, tüm K₂O ve buna (K₂O.3Al₂O₃.6SiO₂.2H₂O) 1:3:6:1 oranları ile bağlı Al₂O₃, SiO₂ ve H₂O yüzdeleri de kimyasal çözümlene sonuçlarından çıkarılmış ve kil minerallerinin yapısal formülleri hesaplanmıştır. Diğer taraftan, kil fraksiyonlarında önemli miktara ulaşabilen TiO₂ (en fazla % 0.8) ve P₂O₅ değerleri XRD'de belirlenemeyecek miktarda kil fraksiyonundaki ağır minerallerden (Ti ve/veya P-ositler) gelebileceği düşünülerek, bu elementler yapısal formül hesaplamalarında kullanılmamıştır. Üç örnek (KDS-10, KC-28, SUT-47) dışında, diğer örneklerde de yukarıdaki işlemler uygulanmış, ancak tetraeder ve/veya oktaederdeki katyon fazlalığı nedeniyle bunların birim hücre bileşimleri verilmemiştir.

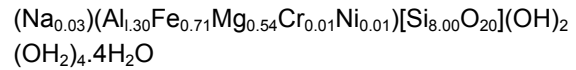
XRD verilerine göre dioktahedral bileşime sahip olduğu belirlenen smektitler sırasıyla Al₂O₃, ΣFe₂O₃ ve MgO; paligorskitler MgO, Al₂O₃ ve ΣFe₂O₃ ve sepiyolitler başlıca MgO, kısmen ΣFe₂O₃ ve Al₂O₃ bakımından zengindir. Diğer bir ifadeyle, sepiyolit-paligorskit-smektit yönünde MgO içeriği azalmaktadır. Tipik dioktahedral smektitlere göre Mg'un bolluğu ve toplam oktahedral katyon miktarının 2.00'dan büyük olması; kil fraksiyonunda trioktahedral smektit fazının da bulunduğunu göstermektedir.

Tipik dioktahedral smektitlerde tetrahedral yük/oktahedral yük oranı (xt/xo) montmorillonitler için 1'den küçük, baydelitler için ise 1'den büyük (xt/xo>1), bir başka ifadeyle, montmorillonitlerde oktahedral, baydelitlerde ise tetrahedral yük daha

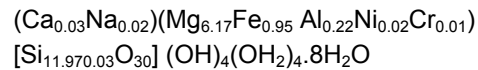
baskın olmaktadır (Güven, 1988). İnceleme alanındaki smektitlerde tetrahedral ve oktahedral yükler sırasıyla 0.09 ve 0.12, tetrahedral/oktahedral yük oranı ise 0.75 dir. Bu değerlere göre, smektit örneği Mg-montmorilonit biçiminde adlandırılabilir. Yapraklararası yer alan katyon Ca'dan çok Na olup; yapısal formülü aşağıdaki gibidir:



Paligorskitte tetrahedral süstitüsyon bulunmaktaki olup, oktahedral ve tabakalararası yük miktarı oldukça düşüktür (0.02). Kangal gölsel paligorskitleri Hekimhan denizel paligorskitlerine göre Si bakımından zengin, Ca ve Ni bakımından fakirdir (Yalçın ve Bozkaya, 1995b). Paligorskitin yapısal formülü aşağıdaki gibi bulunmuştur:



Sepiyolitlerde tetrahedral süstitüsyon son derece düşüktür (Al 0.03). En bol bulunan oktahedral katyon Mg'dur. Al ve Fe düşük, Cr ve Ni ise eser miktarlarda yer almaktadır. Ca ve Na tabakalar arasında çok düşük miktarda bulunmaktadır. Sepiyolit yapısal formülü aşağıda sunulmuştur:



Kil minerallerinin toplam eser element derişimleri smektit-paligorskit-sepiyolit yönünde azalmaktadır. Diğer bir ifadeyle, elementsel süstitüsyon smektitte en çok, sepiyolitte ise en az gerçekleşmektedir. Geçiş metallerinden Ni sepiyolit ve paligorskit; granitoyid elementlerinden W, karışık davranışlı elementlerden As, kalıcılığı düşük elementlerden Ba ve kalıcılığı yüksek elementlerden Zr smektit yapısında zenginleşmektedir. Diğer taraftan, miktarı ortalama 50 ppm'in üzerinde bulunan elementler smektitte V, Zr, Ba, Sr, Cr, Rb ve Cu; paligorskitte Ni, Cr, V, Zn ve Ba; sepiyolitte Ni ve Cr'dur. Miktarı ortalama 5 ppm'in altında bulunan elementler smektitte Tl; paligorskitte Sn, W, Y, Th, Hf ve Ta; sepiyolitte As, Sn, W, Nb, Y, Th, ve Hf 'dur. Tüm kil mineral-

lerinde en az miktara sahip elementler Mo, Be, U, Ge, Sb, Ag, Bi ve In'dur.

Kil minerallerinin kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilmiş iz element dağılımı Şekil 12 de verilmiştir. Kondrit değerlerine göre; smektit-paligorskit-sepiyolit yönünde iz elementlerde azalma belirgin olup, minerallerin desenleri birbirinden ayrılmaktadır. Smektitte tüm elementler, paligorskitte P hariç, sepiyolitte ise P, Sm, Eu, Ti, Yb, Y ve Yb elementleri hariç diğer

elementler zenginleşmiştir. Smektitte 1-479 (P-Th), paligorskitte 1-98 (Y-U) ve sepiyolitte 1-39 (Nd-U) kat arasında değişen zenginleşmeler; paligorskitte yaklaşık 3 (P) ve sepiyolitte 3-9 (P-Ti) kat arasında değişen fakirleşmeler gözlenmektedir. Smektit için Th, La ve Nd; paligorskit için U ve Ti; sepiyolit için U, Nb ve Ti elementlerinde belirgin pozitif anomali mevcuttur. Tüm kil mineralleri K ve P; smektit Sr ve Ti, paligorskit ve sepiyolit Eu elementleri için negatif anomaliye sahiptir.

Çizelge 1. Kil minerallerinin ana element kimyasal bileşimleri ve yapısal formülleri.

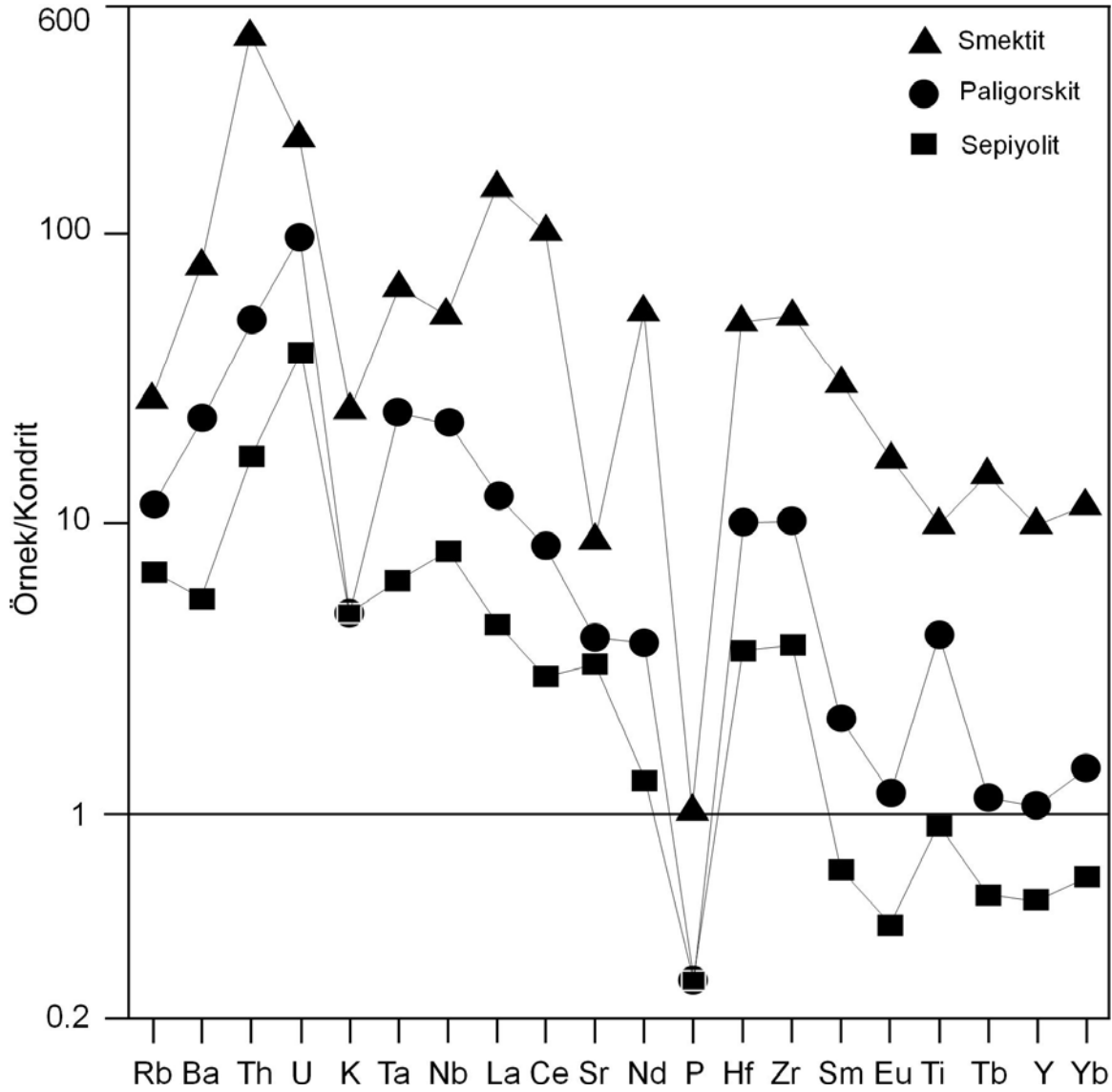
Table 1. Major element chemical compositions and structural formulae of clay minerals.

Oxide %	Smektit		Paligorskit					Sepiyolit		
	KDS-10	KDS-10*	KC-28	KC-28*	SDT-76	SDT-100	SKH-19	KDS-43	SUT-47	SUT-47*
SiO ₂	49.45	50.11	61.39	61.57	53.72	53.08	54.41	56.12	51.98	52.26
TiO ₂	0.746	0.864	0.520	0.526	0.190	0.284	0.245	0.018	0.120	0.125
Al ₂ O ₃	14.92	11.22	8.87	8.54	4.95	5.96	5.10	0.48	2.48	0.93
ΣFe ₂ O ₃	9.06	10.49	7.20	7.28	5.17	8.40	4.17	1.88	5.29	5.52
MnO	0.037	0.043	0.018	0.018	0.016	0.021	0.020	0.017	0.009	0.009
Cr ₂ O ₃	0.009	0.010	0.065	0.066	0.039	0.070	0.051	0.011	0.045	0.047
NiO	0.005	0.006	0.047	0.048	0.098	0.150	0.021	0.033	0.113	0.118
MgO	4.00	4.63	9.95	10.06	13.49	9.79	10.99	20.09	17.32	18.07
CaO	0.31	0.36	0.01	0.01	0.14	0.05	0.21	0.06	0.13	0.14
Na ₂ O	0.48	0.56	0.10	0.10	0.03	0.10	0.06	0.52	0.07	0.07
K ₂ O	1.62	0.01	0.14	0.01	0.46	0.32	0.37	0.15	0.50	0.01
P ₂ O ₅	0.29	0.336	0.06	0.06	0.05	0.07	0.12	0.09	0.06	0.06
LOI	19.12	21.42	11.18	11.25	21.76	21.11	22.91	20.57	22.11	22.87
Total	100.05	100.05	99.55	99.55	100.11	99.41	98.68	100.04	100.23	100.23
Si		3.94		8.00						11.97
Al		0.06		0.00						0.03
TC		0.06		0.00						0.03
Al		0.98		1.30						0.22
Fe		0.62		0.71						0.95
Cr		0.00		0.01						0.01
Ni		0.00		0.01						0.02
Mg		0.54		1.95						6.17
TOC		2.14		3.98						7.37
OC		0.12		0.02						0.08
Ca		0.03		0.00						0.03
Na		0.09		0.03						0.02
ILC		0.15		0.03						0.08
TLC		0.16		0.02						0.11

*Teorik muskovit bileşimi atılarak hesaplanmış bileşim, ΣFe₂O₃: Toplam demir, LOI: Ateşte kayıp, TC: Tetrahedral yük, TOC: Toplam oktahedral katyon, OC: Oktahedral yük, ILC: Tabaka arası yük, TLC: Toplam tabaka yükü

Çizelge 2. Kil minerallerinin iz element kimyasal bileşimleri.
Table 2. Trace element chemical compositions of clay minerals.

Mineral Element	Smektit SDT-10	Paligorskit				Sepiyolit	
		KC-28	SDT-76	SDT-100	SKH-19	KDS-43	SUT-47
Cr	63	253	265	481	352	77	309
Ni	39	243	767	1180	163	263	889
Co	10	14	45	57	8	9	48
Sc	12	10	13	23	5	2	7
V	289	56	854	19	141	7	38
Cu	58	27	33	18	22	22	12
Pb	7	136	<5	<5	<5	<5	<5
Zn	53	64	34	34	141	<30	32
Bi	0.1	0.55	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
In	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Sn	7	1	6	4	6	4	4
W	7.3	2.1	4.3	1.6	6.5	6.2	1.6
Mo	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
As	33	4.0	<5	<5	<5	<5	<5
Sb	0.6	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.7
Ge	1.1	0.5	1.3	2	0.7	2	1.1
Be	2	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Ag	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Rb	62	65	17	10	16	3	29
Cs	15	71.4	6.8	5.2	1.6	0.6	10.5
Ba	187	140	25	12	45	9	18
Sr	64	72	8	5	33	27	21
Tl	0.37	0.79	0.30	0.15	0.17	0.07	0.36
Ga	19	9	5	6	5	<0.1	3
Ta	0.92	0.5	0.23	0.34	0.29	0.03	0.15
Nb	12.9	7.2	4.5	5.5	4.6	1.4	2.6
Hf	5.3	1.5	0.8	0.8	1.2	0.2	0.6
Zr	203	64	25	27	44	8	22
Y	15.7	2.6	1.2	1.1	1.8	0.5	1.1
Th	13.9	2.58	1.04	1.34	0.85	0.29	0.71
U	1.69	0.38	0.23	0.18	2.35	0.33	0.30
La	34.7	4.08	2.69	2.56	2.52	0.47	1.68
Ce	62.4	6.2	3.46	6.39	4.67	0.82	2.86
Pr	6.71	0.69	0.37	0.51	0.52	0.09	0.3
Nd	25.5	2.28	1.36	1.84	1.79	0.29	0.94
Sm	4.68	0.38	0.24	0.31	0.38	0.06	0.14
Eu	0.973	0.068	0.051	0.081	0.076	0.017	0.032
Gd	3.55	0.36	0.15	0.21	0.25	0.04	0.13
Tb	0.56	0.05	0.03	0.04	0.05	<0.01	0.03
Dy	3.02	0.37	0.20	0.23	0.32	0.05	0.18
Ho	0.59	0.09	0.05	0.05	0.07	<0.01	0.04
Er	1.96	0.30	0.17	0.16	0.23	0.03	0.15
Tm	0.295	0.050	0.029	0.026	0.037	0.005	0.025
Yb	2	0.35	0.20	0.18	0.25	0.04	0.17
Lu	0.310	0.055	0.032	0.031	0.039	0.006	0.027



Şekil 12. Kangal Baseni'nde saptanan kil minerallerinin kondrit-normalize iz element desenleri (Kondrit: Sun ve McDonough, 1989).

Figure 12. Chondrite-normalized trace element patterns of clay minerals determined in the Kangal Basin (Chondrite: Sun and McDonough, 1989).

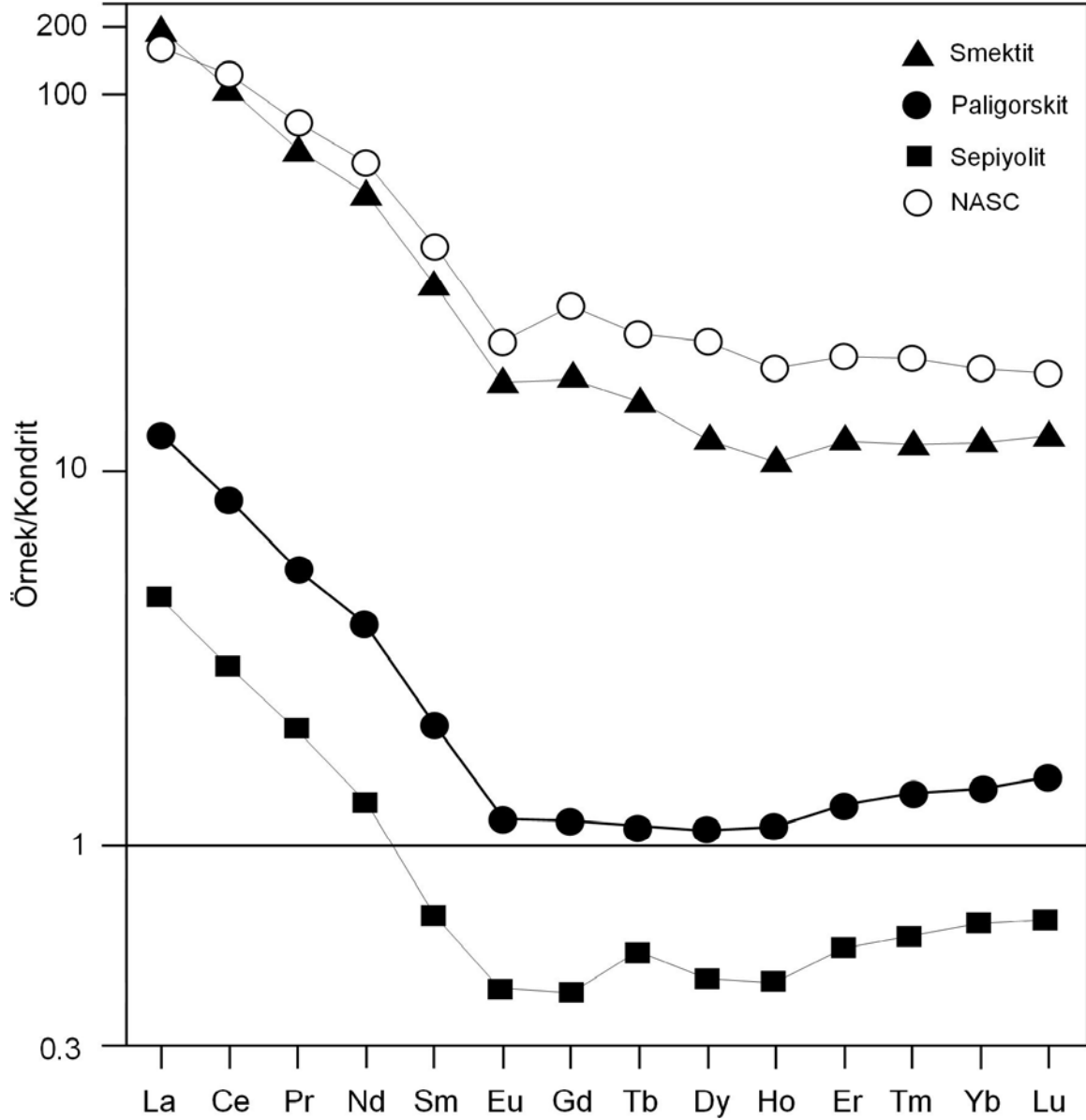
Kil minerallerinin REE içerikleri kondrite (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilerek element bollukları karşılaştırılmıştır (Şekil 13). Diyagrama Kuzey Amerikan Şeyllerinin (North American Shale Composite-NASC) değerleri (Ho ve Tm elementleri için Haskin et al. 1968, diğer elementler için Gromet et al. 1984) de eklenmiştir. Kondrit değerlerine göre; NASC-smektit-paligorskit-sepiyolit yönünde REE elementlerinde azalma gözlenmiş olup, minerallerin desenleri

birbirinden ayrılmaktadır. Diğer bir ifadeyle, REE içerikleri, kil minerallerinden en fazla smektitte, en az sepiyolitlerde temsil edilmektedir. Ayrıca, kil minerallerinde HREE'in derişimleri, LREE'e göre bir artış göstermektedir.

Smektitte tüm elementler için belirgin; paligorskit ve sepiyolitte La, Ce, Pr ve Nd için kısmen; paligorskitte Sm, Er, Tm, Yb ve Lu'da çok az zenginleşmeler mevcuttur. Smektitte 10-146 (Ho-

La), paligorskitte 3 (La) ve sepiyolitte 5 (La) kat arasında değişen zenginleşmeler; sepiyolitte yaklaşık 2-3 kat arasında değişen tüketilmeler

gözlenmektedir. Sepiyolit Tb elementi için pozitif; buna karşın tüm kil mineralleri çok zayıf Eu negatif anomalilerine sahiptir.



Şekil 13. Kangal Baseni'nde saptanan kil minerallerinin kondrit-normalize REE desenleri (NASC: Ho ve Tm elementleri Haskin et al. 1968, diğer elementler Gromet et al.1984'den; Kondrit: Sun ve McDonough, 1989). **Figure 13.** Chondrite-normalized REE patterns of clay minerals determined in the Kangal Basin (NASC: Ho ve Tm elements from Haskin et al. 1968, other elements from Gromet et al.1984, Chondrite: Sun and McDonough, 1989).

İz elementlerin, özellikle de REE' in içeriği ve dağılımı ana kayaç, yüzeysel bozunma ortamındaki fizikokimyasal koşullar ve sedimanter süreçler konusunda önemli bilgiler sunduğu bilinmektedir (Fleet, 1984; McLennan, 1989). Deniz suyunda kuvvetli bir şekilde ayırılma gösteren Na, Mg, K, Sr, Ca, U ve Rb gibi elementler sedimanter süreçler sırasında hareketli olduklarından provenansın anlaşılmasında kullanılması sınırlıyken, doğal sularda çok düşük çözünürlüğe sahip Fe, Th, Al, Co, Mn, Pb, REE, Y, Sc, Zr, Ti, Hf, Cr, Ni, Ba, Si ve V elementleri sedimanlar içerisinde taşınmaları sırasındaki bileşimlerine benzerdir ve provenansın doğası hakkında önemli bilgiler verirler (McLennan, 1989).

Bu çerçevede düşünüldüğünde; özellikle REE açısından sepiyolit-paligorskitle diyajenetik süreçlerde en fazla, smektitler ise en az ayırılma göstermiş olup; sepiyolit-paligorskitle ultramafik-magmatik bir provenansa işaret etmektedir.

Karbonat Mineralleri

Duraylı izotop jeokimyası; termometre ve sıvı-kayaç etkileşiminin izlerini saptamak olmak üzere genellikle iki alanda uygulanmaktadır. Birincisi, oluşum sıcaklıkları ile ilişkili iki faz arasındaki ayırılma göstermeyi esas almaktadır. İkincisi, sıvı veya kayaç protolitlerinin kaynağını değerlendirmede sıvı veya kayacın izotopik bileşiminin kullanılmasıdır.

Sedimanter kökenli üç farklı karbonat mineralinde yapılan O ve C izotoplarının değerleri Çizelge 3 de görülmektedir. Farklı yaş ve ortamlara ait karbonat minerallerinin $\delta^{18}\text{O}$ ‰_(SMOW) ve $\delta^{13}\text{C}$ ‰_(PDB) dağılımları Şekil 14 de gösterilmiştir. Kangal yöresine ait tabakalı karbonat minerallerinin $\delta^{18}\text{O}$ ‰ değerleri sıfırın altında olup; Neojen yaşlı Sivrihisar gölsel karbonat minerallerinin izotopik bileşimine (Bellanca ve diğ., 1993) yakın bir dağılım sunmaktadır. Buna karşın denizel karbonatların yanı sıra, ultramafikler ile ilişkili karbonat mineralleri (Zedef ve diğ., 2000); ayrıca meta-karbonatlar (Kiliyas ve diğ., 2006) da oldukça farklı pozitif $\delta^{18}\text{O}$ değerlerine sahiptir.

Örnek sayısı az olmakla birlikte; Kangal havzası'ndaki gölsel karbonat minerallerinin duraylı izotopik bileşimleri; bu minerallerin oluşumunda serpantinler başta olmak üzere, detritik bir katkının olmadığını, bütünüyle diyajenetik süreçler ile oluştuğunu göstermektedir. Bu durum gölsel ortamlardaki benzer çalışmalarda da işaret edilmektedir (Örneğin; Talbot, 1990; Talbot ve Kelts, 1990; Bellanca ve diğ., 1993).

Çizelge 3. Karbonat minerallerinin duraylı izotop bileşimleri.

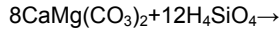
Table 3. Stable isotope compositions of carbonate minerals.

Örnek No	Mineral	$\delta^{18}\text{O}$ ‰ _(SMOW)	$\delta^{13}\text{C}$ ‰ _(PDB)
SDT-61	Kalsit	-9.5	+0.2
SUT-30	Dolomit	-3.4	-4.7
SIM-20	Manyezit	-3.3	+3.6

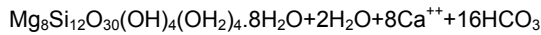
OLUŞUM VE KÖKEN

Kangal yöresindeki gölsel sepiyolit ve paligorskitle kronostratigrafik dağılım ve litolojik birliktelikler açısından Tetis (bugünkü Akdeniz) kuşağındakilere benzerlik göstermektedir. Bunlardan başlıcaları dünyaca bilinen Eskişehir yöresindeki Miyosen yaşlı gölsel tabakalı ve yumru sepiyolitler (Brindley, 1959; Ece ve Çoban, 1991), Konya-Yunak'taki lületaşı tipi sepiyolitlerdir (Yeniyoğ ve Öztunalı, 1985; Yeniyoğ, 1986).

Kangal yöresinde dolomitler ile birlikte bulunan sepiyolitler, SEM mikrofotografında da görüldüğü gibi diyajenetik ornatma ile bu mineralin kısmen yerini almıştır. Karbonat tanelerini saran bu tür lifsi kil mineral oluşumları bazı araştırmacılar (Hassouba ve Shaw, 1980; Estéoule-Choux, 1984; Yalçın ve Bozkaya, 1995b ve 2004) tarafından da gözlenmiş ve bunların detritik olmayıp, otijenik kökenli oldukları belirtilmiştir. Silisik asitçe zengin gözenek çözeltilerinin dolomit ile tepkimesi, bu tür bir oluşum biçimini aşağıdaki gibi mümkün kılmaktadır:



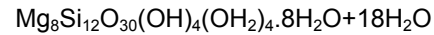
Dolomit



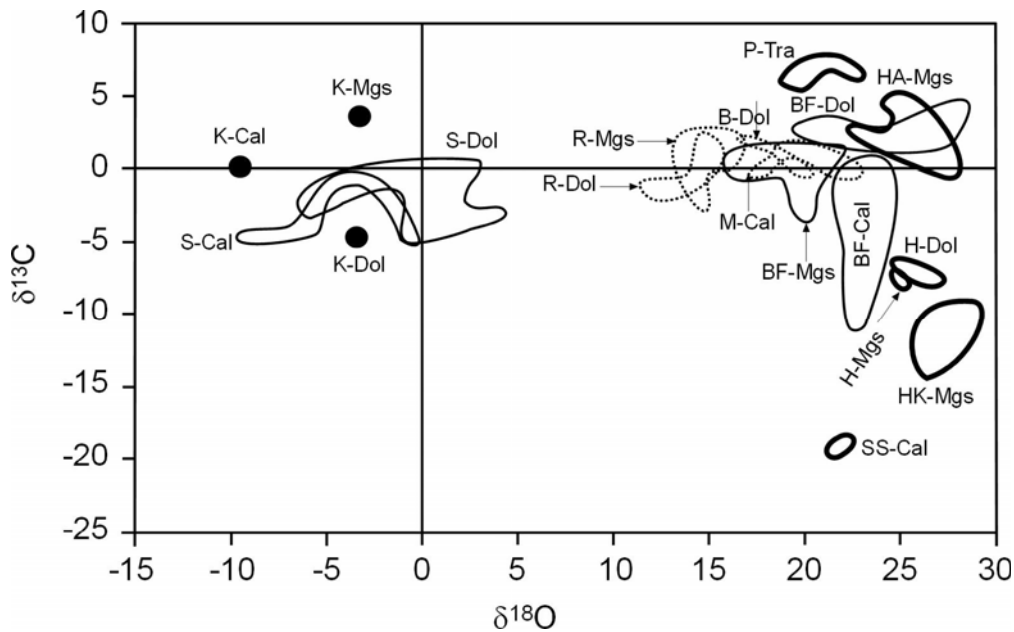
Sepiyolit

Sadece sepiyolitlerden meydana gelen kayalarda dolomitin bulunmaması, bu mineralin ya yukarıdaki reaksiyon sonucu tümüyle dolomiti ornatması veya aşağıdaki tepkimede formülize edildiği gibi (Jones, 1986), göl suyundan itibaren doğrudan kristallenme (sinsedimanter neofor-

yon) ile oluştuğunu düşündürmekte olup; bu oluşum biçimi farklı ortamlarda birçok yazar (Millot 1970; Singer 1979; Weaver 1984; Isphording 1984; Estéoule-Choux 1984; Singer 1984; Chahi ve diğ., 1993; Torres-Ruiz ve diğ., 1994) tarafından ifade edilmiştir:



Sepiyolit

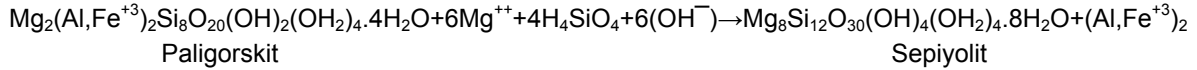


Şekil 14. Kangal Baseni'nde saptanan karbonat minerallerinin oksijen ve karbon izotoplarının $\delta^{18}\text{O} \text{‰}_{(\text{SMOW})}$ - $\delta^{13}\text{C} \text{‰}_{(\text{PDB})}$ diyagramındaki dağılımları (Cal: Kalsit, Dol: Dolomit, Mgs: Manyezit; K-Cal: Kangal gölsel kalsit, K-Dol:Kangal gölsel dolomit, K-Mgs: Kangal gölsel manyezit; S-Dol: Sivrihisar gölsel dolomitler, S-Cal: Sivrihisar gölsel kalsitler-Bellanca ve diğ., 1993; P-Tra: Pamukkale travertenleri, SS: Seydişehir meta-argillitlerde kalsit damarları, H-mgs: Helvacıbaşa detritik manyezitler, H-dol: Helvacıbaşa sedimanter tabakalı dolomitler, HA-mgs: Hırsızdere-Arapömer sedimanter tabakalı manyezitler, HK-mgs: Helvacıbaşa-Koyakçı serpantinlerdeki damar/ağsı manyezitler-Zedef ve diğ., 2000; BF:Burano Formasyonu-Lugli ve diğ., 2002; R-Dol:Rubian meta-sedimanterlerdeki dolomit, R-Mgs: Rubian meta-sedimanterlerdeki manyezitler, M: Mao mermerleri-Kilias ve diğ., 2006).

Şekil 14. Distributions in $\delta^{18}\text{O} \text{‰}_{(\text{SMOW})}$ - $\delta^{13}\text{C} \text{‰}_{(\text{PDB})}$ diagram of oxygen and carbon isotopes from carbonate minerals determined in the Kangal Basin (Cal: Calcite, Dol: Dolomite, Mgs: Magnesite; K-Cal: Kangal lacustrine calcite, K-Dol: Kangal lacustrine dolomite, K-Mgs: Kangal lacustrine magnesite; S-Dol: Sivrihisar lacustrine dolomites, S-Cal: Sivrihisar lacustrine calcites-Bellanca et al., 1993; P-Tra: Pamukkale travertines, SS: Seydişehir calcite veins in meta-argillites, H-mgs: Helvacıbaşa detrital magnesites, H-dol: Helvacıbaşa sedimentary bedded dolomites, HA-mgs: Hırsızdere-Arapömer sedimentary bedded magnesites, HK-mgs: Helvacıbaşa-Koyakçı vein/stock-work magnesites in serpentinites-Zedef et al., 2000; BF:Burano Formation-Lugli et al., 2002; R-Dol:Rubian dolomite in meta-sedimentaries, R-Mgs: Rubian magnesites in meta-sedimentaries, M: Mao marbles-Kilias et al., 2006).

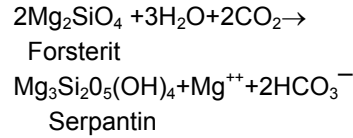
Sepiyolit+paligorskit beraberliği gözlenen, dolomit, smektit veya diğer kil minerallerini içermeyen örneklerde, SEM verileri sepiyolitlerin paligorskitlerden itibaren oluştuğuna işaret

etmektedir. Buradaki mekanizma bu iki mineralin yapısal özelliklerinin birbirine yakınlığı nedeniyle diyajenetik transformasyon biçiminde gelişmiş olmalıdır:



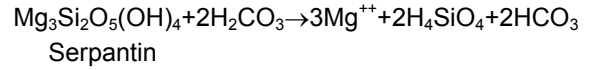
Sedimanlardaki paligorskitler değişik jeolojik ortamlarda detritik, diyajenetik veya neoforme biçiminde bulunabilmektedir (Singer, 1979). Ayrıca, diğer kil minerallerinin, örneğin illit (Galan ve Castillo, 1984), smektit (Singer, 1984) veya detritik fillosilikatların (Torres-Ruiz ve diğ., 1994) transformasyonu ile de oluştuğu bildirilmektedir.

ile oluştuğu biçimdeki bir mekanizma daha geçerli gözükmemektedir. Bu mekanizmanın ilk aşaması yüzeysel koşullarda karbondioksitli suların etkisi ile forsteritlerin serpantinleşmesidir:



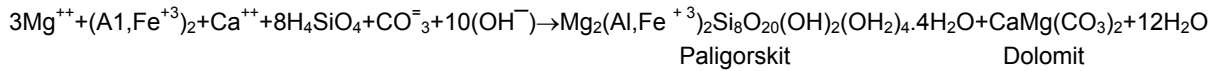
Kangal paleogölüne malzeme veren temel kaya birimlerinde hemen hemen hiç paligorskitin gözlenmemesi bu mineralin detritik olamayacağını göstermektedir.

İkinci aşama karbonik asit ile serpantin hidrolize olarak iyonların açığa çıkmasıdır:



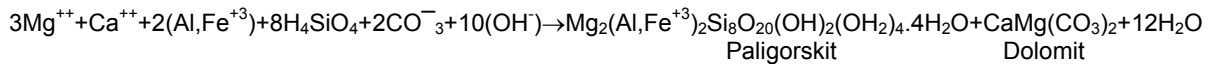
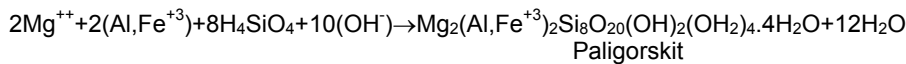
Mineral parajenezleri dikkate alındığında, paligorskitin serpantin, dolomit veya smektit gibi minerallerin diyajenetik transformasyonu ile oluştuğu ileri sürülebilir. Ancak, paligorskit ve dolomitlerin, serpantinlerin yüzeysel a1terasyonu ve/veya göl suyunda hidrolizi sonucu açığa çıkan kasyonlardan itibaren doğrudan kimyasal çökme

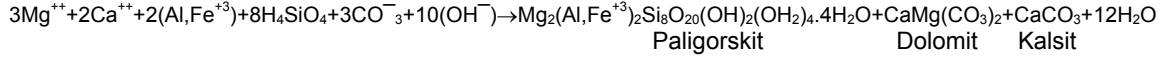
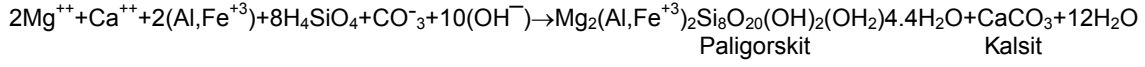
Üçüncü aşama ise volkanik ürünlerle ilişkili Al, Fe ve silisik asit ile daha yaşlı karbonat kayaçlarından türeyen Ca'un göl suyuna eklenmesiyle paligorskit ve dolomit oluşmaktadır:



Kalsit ve/veya dolomitin eşlik ettiği diğer zincir yapıları kil minerallerinden paligorskitin dolomitten oluştuğunu gösteren herhangi bir veri SEM' de

gözlenmemiş olup, paligorskit için düşünülen otijenik veya doğrudan çökme mekanizması aşağıdaki tepkime ile ifade edilmiştir:

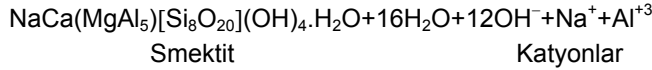
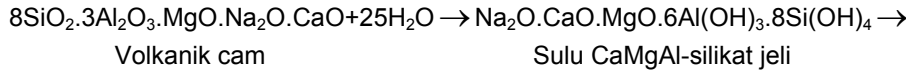




Hemen hemen tüm örneklerde gözlenen paligorskitin, birçok örnekte dolomit yerine kalsitle birlikte bulunması, ayrıca bu minerale eşlik eden smektitlerin bir örnek dışında dioktahedral olması, ortamdaki Mg un öncelikli olarak paligorskit tarafından tüketildiğini göstermektedir. Diğer bir ifadeyle, ortamın Mg/Ca oranı düşük olduğunda paligorskit+kalsit, yüksek olduğunda ise paligorskit+dolomit oluşumu gerçekleşmiştir. Dolomit oluşumunda kil minerallerinin olası rolü (Kahle, 1965; Ataman, 1966; Gündoğdu, 1985; Yalçın ve diğ., 1989; Yalçın ve Bozkaya, 1995b) ve smektit oluşumunda ise Mg' un rolü (Harder,

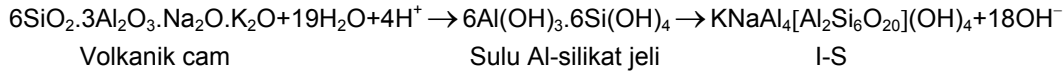
1972) literatürde tartışılmıştır.

Mg-kil ve karbonat minerallerine eşlik eden smektitlerin dioktahedral (Al'ca zengin) olması iki şekilde açıklanabilir: Birincisi, bu mineral detritik olup, volkanojenik kayalardan taşınmıştır. İkincisi, diyajenetik olup, göle taşınan volkanojenik malzemenin özellikle volkanik camın smektitleşmesi (transformasyon ve/veya neofor-masyon) sonucu oluşmuştur. Kangal-Çetinkaya paleogölünün genelde çok az detritik malzeme alması, diğer bir ifadeyle kimyasal çökellerin egemenliği ikinci olasılığı daha geçerli kılmaktadır:

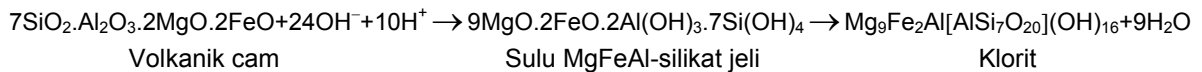


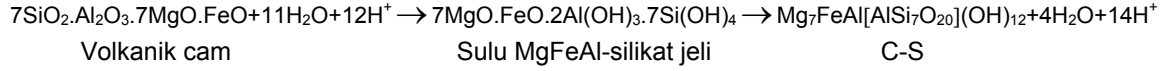
Volkanik camın killeşmesinden artan silis ise çoğunlukla opal-A, ender olarak kristobalit ve/veya tridimitin baskın olduğu opal-CT biçiminde kristallenmiştir (Gündoğdu ve diğ., 1996.) Bazı örneklerin belirlenen eser veya düşük miktardaki

illit, biyotitin kil boyu fraksiyonundan türemiş gözükmektedir. Piroklastik kayalarda feldispattların korunmuş olması, I-S'in feldispattan ziyade kaolinitinkine benzer bir biçimde volkanik camdan itibaren türemiş olduğunu düşündürmektedir:



Klorit ve C-S; biyotit ve/veya volkanik camın alterasyonu sonucu gelişmiş gözükmektedir:





Aragonitin oluşumunda sıcaklık ve Mg/Ca oranının (Kinsmann ve Holand, 1969; Müller ve diğ., 1972) yanı sıra, önemli bir etkenin de sülfat iyonları (Kitano, 1979; Bayhan ve Yalçın, 1990; Yalçın ve Bozkaya, 1995c; Yalçın, 2001) olabileceğini belirtmekle birlikte, Kangal Formasyonu'nda sülfat mineralleri sınırlı miktarda gözlenmiştir. Diğer bir ifadeyle; paleogölün Mg/Ca oranına göre; kalsit, aragonit, dolomit ve/veya manyezit oluşmuştur.

Yukarıdaki bölümlerde ortaya konulan veriler doğrultusunda sepiyolit, paligorskit, smektit, kalsit, aragonit, dolomit ve manyezitin oluşumunun ortamın pH'ı, tuzluluk ve/veya alkalinitesi ile kation oranları (Si/Al+Fe, Ca/Mg ve Mg/H⁺) ve H₄SiO₄' ün derişimi tarafından denetlendiği sonucuna varılmıştır. Bu minerallerin oluşumuna katılan ana elementlerden Si, Mg, Al ve Fe, provenansı temsil eden ofiyolitik kayaçlardan çözeltideki iyonlar halinde ve/veya mafik minerallerin bazik ortamda ayrışması sonucu açığa çıkması ile sağlanmıştır. Gerek kil minerallerindeki, gerekse kayaçların bağlayıcı malzemesindeki ana ve iz elementler, özellikle de REE derişimleri ve benzer jeokimyasal davranışları bu görüşü desteklemektedir. Ca ise çoğunlukla çevredeki karbonat kayaçları ile ilişkilidir. Karbonat kayaçlarında sık sık rastlanan çört oluşumları da, ortamın silisik asite doygun olduğunu göstermektedir.

SONUÇLAR

Üst Kretase yaşlı Divriği Ofiyolitik Karışığı'na ait ultramafik ve mafik kayaçların bozuşma, ayrıca ağırlıklı olarak farklı beslenme kaynaklarına sahip Neojen yaşlı Kangal gölsel havzasında gelişen diyajenez ürünlerinde gerçekleştirilen litolojik, mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemeler ile minerallerin oluşumu ve kökeni ortaya konulmuştur.

Kangal formasyonu genellikle killi-karbonatlı, kısmen silisiklastik kayaçlar ile temsil edilmekte olup; birimlerdeki litolojik farklılıkların bir sonucu olarak bolluk sırasına göre karbonat (ve silikat mineralleri gelişmiştir. Kil minerallerini en bol olarak dioktahedral smektit, paligorskit ve sepiyolit; az miktarda illit, klorit, serpantin, talk, kaolinit ve karışık tabakalılar (C-S ve I-S) oluşturmaktadır. Karbonat mineralleri; ideal kalsit-ortaç Mg kalsit; Ca dolomit-ideal dolomit, Ca manyezit bileşimindedir.

Havzanın kenar kesimlerini temsil eden kuzeydeki Tecer yöresinde serpantinlerin ve volkanojen ürünlerin diyajenetik evrede bozuşmasından açığa çıkan kationlardan Si ve Al, silikat minerallerinin; artan Si, opal-A ve opal-CT'nin; çevredeki karbonat kayaçlarından taşınan Ca, kalsit ve aragonitin; Mg ise Mg- ve/veya MgCa-karbonatların oluşumunda kullanılmıştır. Aragonitin oluşumunda sıcaklık, Mg/Ca oranı ve sülfat iyonları etkili olmakla birlikte; sülfat minerallerinin sınırlı miktarda gözlenmesi soncu paleogölün Mg/Ca oranına göre; kalsit, aragonit, dolomit ve/veya manyezit oluşmuştur. SEM incelemeleri, sepiyolit, paligorskit ve smektit mineralleri serpantinlerin yüzeysel alterasyonu ve/veya göl suyunda hidrolizi sonucu açığa çıkan kationlardan itibaren neoformasyonun yanı sıra; dolomitin diyajenetik transformasyonu ile de oluşmuştur. Volkanojen ürünler ve/veya serpantinleşme ile ilişkili Al, Fe ve silisik asit (H₄SiO₄) ile daha yaşlı karbonat kayaçlarından türeyen Ca'un göl suyuna eklenmesiyle paligorskit ve/veya dolomit ve/veya sepiyolit oluşmaktadır.

Kangal formasyonunda manyezit, paligorskit ve sepiyolit önemli endüstriyel hammadde potansiyeli taşımaktadır. Sedimanter manyezit ve sepiyolit-paligorskit oluşumlarının değerlendirilmesi için teknolojik özelliklerinin araştırılması gerekmektedir.

Bu çalışmadan elde edilen bulgulara dayanılarak; ultramafik kayaların kaynak bölge/kayacı oluşturduğu Kuzey Anadolu Fay Zonu boyunca yüzeyleyen karasal birimlerin Mg-kil ve –karbonat mineralleri açısından ayırt edilmesinde mineralojik ölçütlerin de kullanılabileceğine, yeni sepiyolit-paligorskit ve manyezit yataklarının bulunabileceğine inanılmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma C.Ü. Bilimsel Araştırma Projeleri Başkanlığı'nın desteği ile hazırlanmıştır. Bu bağlamda arazi ve/veya laboratuvar çalışmaları sırasındaki yardımları için lisansüstü öğrenciler Sema TETİKER, Deniz HOZATLIOĞLU ve Aylin KARAYEL'e, XRD çekimlerindeki yardımları için Kimya Yüksek Mühendisi Fatma YALÇIN'a ve ince kesitlerin yapımındaki emekleri için teknisyen Ufuk KUŞ'a; ayrıca projenin ve makalenin öneri ve sonuç aşamasındaki bilimsel katkıları ile geliştirilmesini sağlayan hakemlere teşekkürü bir borç biliriz.

KAYNAKLAR

- Aktimur, H.T., Ateş, Ş., Atalay, Z., Tekirli, M.E., Yurdakul, M.E., 1988. Munzur dağları ile Çavuşdağı arasının jeolojisi. MTA Rapor No. 8320 (yayımlanmamış).
- Ataman, G., 1966. *Geochimie des mineraux argileux dans les bassins sedimentaires marins. Etudes sur le bassin Triassique du Jura: Mem.Serv. Carte geol. Alsace-Lorraine*, 25, 237 pp.
- Bayhan, E., Yalçın, H., 1990. Burdur Gölü çevresindeki Üst Kretase-Tersiyer yaşlı sedimanter istifin tüm kayaç ve kil mineralojisi. *Maden Tetkik Arama Dergisi*, 111, 73-87.
- Bellanca, A., Karakaş, Z., Neri, R., Varol, B., 1995. Sedimentology and isotope geochemistry of lacustrine-evaporite deposits and associated clays (Neogene, Turkey): environmental implications. *Miner. Petrogr. Acta*, XXXVI, 245-264.

- Bingöl, E., 1989. 1/2.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Yayını, Ankara.
- Boztuğ, D., 2000. S-I-A-type intrusive associations: geodynamic significance of synchronism between metamorphism and magmatism in Central Anatolia, Turkey. In: *Tectonics and Magmatism in Turkey and the Surrounding Area. Geological Society Special Publications*, London, 173, 441-458.
- Boztuğ, D., Larson, L.T., Yılmaz, S., Uçurum, A., Öztürk, A., 1994. Alacahan yöresi (GD Sivas) lisfenitlerinin jeolojik konumu, mineralojisi ve değerli metal içeriği. Çukurova Üniversitesi Mühendislik Mimarlık Fakültesi, 15.Yıl Sempozyumu, 4-7 Nisan, Special Issue, 123-138.
- Brindley, G.W., 1959. X-ray and electron diffraction data for sepiolite. *Amer. Min.* 44: 495-500.
- Chahi, A., Duplay, J., Lucas, J., 1993. Analyses of palygorskites and associated clays from the Jbel Rhassoul (Morocco): Chemical characteristics and origin of formation. *Clays and Clay Minerals*, 41, 401-411.
- Ece, Ö.I., 1998. Diagenetic transformation of magnesite pebbles and cobbles to sepiolite (Meerschaum) in the Miocene Eskişehir lacustrine basin, Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 46, 436-445.
- Ece, Ö.I., Çoban, F., 1994. Geology, occurrence, and genesis of Eskişehir sepiolite, Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 42, 81-92.
- Estéoule-Choux, J., 1984. Palygorskite in the Tertiary deposits of the Armorican Massif. In: *Palygorskite-Sepiilite: Occurrences, Genesis and Uses*. A. Singer., E. Galan (eds.), *Developments in Sedimentology*, Amsterdam, Elsevier, 37, 75-85.
- Fleet, A.J., 1984. Aqueous and sedimentary geochemistry of the rare earth elements. In: *Rare Earth Elements*, P. Henderson (eds.), *Developments in Geochemistry*, Elsevier, Amsterdam, 2, 343-373.
- Folk, R.L., 1968. *Petrology of Sedimentary Rocks*. Hemphill's, Austin-Texas, 170 pp.

- Galan, E., Castillo, A., 1984. Sepiolite-palygorskite in Spanish Tertiary Basins: Genetical patterns in continental environments. In: Palygorskite-Sepiolite: Occurrences, Genesis and Uses, A. Singer, E. Galan (eds.), *Developments in Sedimentology*, Amsterdam, Elsevier, 37, 87-124.
- Goldsmith, J.R., Graf, D.L., 1958. Relation between lattice constants and composition of the Ca-Mg carbonates. *American Mineralogist*, 43, 84-101.
- Göncüoğlu, M.C., Dirik, K., Kozlu, H., 1997. General Characteristics of pre-Alpine and Alpine Terranes in Turkey: Explanatory notes to the terrane map of Turkey: *Annales Geologique de Pays Hellenique*, Geological Society of Greece, 37, 515-536.
- Görür, N., Tüysüz, O., Şengör, A.M.C., 1998. Tectonic evolution of the Central Anatolian Basins. *International Geology Review*, 40, 831-850.
- Gromet, L.P., Dymek, R.F., Haskin, L.A., Korotev, R.L., 1984. The "North American shale composite": Its compilation, major and trace element characteristics. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 48, 2469-2482.
- Guezou, J.C., Temiz, H., Poisson, A., Gürsoy, H., 1996. Tectonics of the Sivas basin: the Neogene record of the Anatolian accretion along the inner Tauric suture. *International Geology Review*, 38, 901-925.
- Gündoğdu, M.N., 1985. Bigadiç gölsel Neojen baseninde karbonat mineralleri ile smektitlerin dağılımı. II. Ulusal Kil Sempozyumu, Hacettepe Üniversitesi, Beytepe-Ankara, 24-27 Eylül, *Bildiriler Kitabı*, M.N. Gündoğdu., H. Aksoy (eds.), 123-140.
- Gündoğdu, M.N., Yalçın, H., Temel, A., Clauer, N., 1996. Geological, mineralogical and geochemical characteristics of zeolite deposits associated with borates in the Bigadiç, Emet and Kırka Neogene lacustrine basins, Western Turkey. *Mineralium Deposita*, 31, 492-513.
- Güven, N., 1988. Smectites. In: *Hydrous Phyllosilicates (Exclusives of Micas)*. S.W. Bailey (ed.), Mineral Society of America, *Reviews in Mineralogy*, Washington, 19, 497-560.
- Harder, H., 1972. The role of magnesium in the formation of smectites minerals. *Chemical Geology*, 10, 31-39.
- Haskin, L.A., Haskin, M.A., Frey, F.A., Wildeman, T.R., 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: *Origin and Distribution of the Elements*, L.H. Ahrens (ed), Pergamon Press, 889-912.
- Hassouba, H., Shaw, H.F., 1980. The occurrence of palygorskite in Quaternary sediments of the coastal plain of North-West Egypt. *Clay Minerals*, 15, 77-83.
- İnan, S., Öztürk, A., Gürsoy, H., 1993. U1aş-Sincan (Sivas) yöresinin stratigrafisi. *Doğa Türk Yerbilimleri Dergisi*, 2, 1-15.
- Isphording, W.C. 1984. The clays from Yucatan, Mexico: A contrast in genesis. In *palygorskite-sepiolite: Occurrences, Genesis and Uses*. A. Singer., E. Galan (eds.), *Developments in Sedimentology*, Amsterdam, Elsevier, 37, 59-73.
- Jones, B.F., 1986. Clay mineral diagenesis in lacustrine sediments. *U.S. Geological Survey Bulletin*, 1578, 291-300.
- Kahle, Ch.F., 1965. Possible role of clay minerals in the formation of dolomite. *Journal of Sedimentary Petrology*, 35, 448-453.
- Kavak, K.Ş., 1998. Tectonostratigraphy, tectonic deformation style of Sivas Tertiary Basin around Savcun and Karacaören (Ulaş-Sivas) areas and its study with digital image processing methods. PhD, Cumhuriyet University Institute of Applied and Natural Sciences, Sivas, 268 pp (in Turkish, English abstract).
- Kilias, S.P., Pozo, M., Bustillo, M., Stamakis, M.G., Calvo, J.P., 2006. Origin of the Rubian carbonate-hosted magnesite deposit, Galicia, NW Spain: mineralogical, REE, fluid inclusion and isotope evidence. *Mineralium Deposita*, 41, 713-733.

- Kinsmann, D.J.J., Holland, H.D., 1969. The coprecipitation of cations with CaCO_3 -IV: The coprecipitation of Sr^{+2} with aragonite between 16 °C and 90 °C. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 33, 1-17.
- Kitano, Y., 1979. Carbonate sediments. Recent progress of Natural Sciences in Japan, 4, 11-18.
- Koçyiğit, A., 1991. An example of an accretionary forearc basin from northern central Anatolia and its implications for the history of subduction of Neo-Tethys in Turkey. *Bulletin of Geological Society of America*, 103, 22-36.
- Kurtman, F., 1973. Sivas-Hafik-Zara ve İmranlı bölgesinin jeolojik ve tektonik yapısı. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 80, 1-32.
- Lugli, S., Morteani, G., Blamart, D., 2002. Petrographic, REE, fluid inclusion and stable isotope study of magnesite from the Upper Triassic Burano evaporites (Secchia Valley, northern Apennines): contributions from sedimentary, hydrothermal and metasomatic sources. *Mineralium Deposita*, 37, 480-494.
- McLennan, S.M., 1989. Rare earth elements in sedimentary rocks: Influence of provenance and sedimentary processes. In: *Geochemistry and mineralogy of rare earth elements*. B.R. Lipin., G.A. McKay (eds.), *Reviews in Mineralogy*, Soc. Amer. 169-200.
- Millot, G. 1970. *Geology of Clays*. Berlin, Springer, 429 pp.
- Müller, G., Irion, G., Förstner, U., 1972. Formation and diagenesis of inorganic Ca-Mg carbonates in the lacustrine environment. *Naturwissenschaften*, 59, 158-164.
- Öztürk, A., Boztuğ, D., Yalçın, H., İnan, S., Gürsoy, H., Bozkaya, Ö., Yılmaz, S., Uçurum, A. 1996. Hekimhan (KB Malatya) ve Kangal (GD Sivas) Yörelerinde Mevcut Maden Yataklarının Jeolojik ve Madencilik Açısından Değerlendirilmesi Çalışmaları. Cilt I: Jeolojik Etüdler. DPT Projesi, No :89 K 120450, 186s.
- Poisson, A., Guezou, J.C., Öztürk, A., İnan, S., Temiz, H., Gürsoy, H., Kavak, K.S., Özden, S., 1996. Tectonic setting and evolution of the Sivas Basin, Central Anatolia, Turkey. *International Geology Review*, 38, 838-853.
- Singer, A., 1979. Palygorskite in sediments: detrital, diagenetic or neoformed. A critical review. *Geol. Rund.*, 68, 996-1008.
- Singer, A., 1984. Pedogenic palygorskite in the arid environment. In: *Palygorskite Sepiolite. Occurrences, Genesis and Uses*, A. Singer., E. Galan (eds.), *Developments in Sedimentology*, 37, Elsevier, pp. 169-176.
- Singer, A., Galan, E., 1984. *Palygorskite-Sepiolite: Occurrences, Genesis and Uses*. Amsterdam, Elsevier, *Developments in Sedimentology*, 37, 352 pp.
- Sun, S.S., McDonough, W.E., 1989. Chemical and isotopic systematics of ocean basalts: Implications for mantle composition and processes. In: *Magmatism in Ocean Basalts*, A.D. Saunders., M.J. Norry (eds), *Geological Society of London*, 42, 313-345.
- Şengör, A.M.C., 1979. The north Anatolian transform fault: its age, offset and tectonic significance. *Journal of Geological Society of London*, 136, 269-282.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics*, 75, 181-241.
- Talbot, M.R., 1990. A review of the paleohydrological interpretation of carbon and oxygen isotopic ratios in primary lacustrine carbonates. *Chemical Geology*, 80, 261-279.
- Talbot, M.R., Kelts, K., 1990. Paleolimnological signatures from carbon and oxygen isotopic ratios in carbonates from organic carbon-rich lacustrine sediments. In: *Lacustrine exploration: Case Studies and modern Analogues*, B.J.Katz., B.R.Rosendahl (eds.), *Amer. Soc. Petrol. Geol. Memoir*, 5, 99-112.
- Torres-Ruiz, J., Lopez-Galindo, A., Gonzalez-Lopez, J.M., Delgado, A., 1994. Geochemistry of Spanish sepiolite-palygorskite deposits: Genetic consideration; based on trace elements

- and isotopes. *Chemical Geology*, 112, 221-245.
- Weaver, C.E., 1984. Origin and geologic applications of the palygorskite deposits of the S. E. United States. In: *Palygorskite-Sepiolite: Occurrences, Genesis and Uses*, A. Singer., E. Galan (eds.), *Developments in Sedimentology*, Amsterdam, Elsevier, 37, 39-58.
- Weaver, C.E., Pollard, L.D., 1973. The Chemistry of Clay Minerals. *Developments in Sedimentology*, 15, 213 pp.
- Yalçın, H., 1991. Clay mineralogy and geochemistry of Sivas (Hafik district) evaporite basin, Eastern Interior Anatolia. 7th Euroclay Conference, Dresden, 26-30 August, *Proceedings*, v.3, 1185-1190.
- Yalçın, H., 2001. Sivas-Gürün Neojen gölssel havzası merkezi kesiminin mineralojisi ve jeokimyası. *C.Ü.Müh. Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri*, 18, 11-26.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 1995a. Kangal-Çetinkaya alt baseni (Sivas baseni) gölssel palygorskitlelerinin mineralojisi ve jeokimyası. VII. Ulusal Kil Sempozyumu, Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Ankara, 27-30 Eylül, *Bildiriler Kitabı*, M.Şener., F.Öner., E.Koşun (eds.), 105-116.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 1995b. Sepiolite-palygorskite from the Hekimhan region (Turkey). *Clays and Clay Minerals*, 43, 705-717.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 1995c. İzmit Körfezi (Hersek Burnu-Kaba Burun) Kuvaterner istifinin mineralojisi ve biyojeokimyası. S. 45-60. *İzmit Körfezi Kuvaterner İstifi*. E. Meriç (ed.), *Deniz Harp Okulu Komutanlığı Basımevi*, 354 s.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2002. Hekimhan (Malatya) çevresindeki Üst Kretase yaşlı volkaniklerin alterasyon mineralojisi ve jeokimyası: deniz suyu-kayaç etkileşimine bir örnek. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri*, 19, 81-98.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2003. Sivas Batısındaki (Yıldızeli-Akdağmadeni) hidrotermal kaolin ve I-S oluşumlarının mineralojisi ve jeokimyası. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 46, 1-23.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2004. Ultramafic-rock-hosted vein sepiolite occurrences in the Ankara ophiolitic mélangé, Central Anatolia, Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 52, 227-239.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 2006. Mineralogy and geochemistry of ultramafic- and sedimentary-hosted talc deposits of Paleocene in the southern part of the Sivas basin, Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 54, 333-350.
- Yalçın, H., Gündoğdu, M.N., Liewig, N., 1989. Kırka gölssel Neojen baseninin kil mineralojisi: Smektit ve karbonat mineralleri arasındaki ilişkiler. IV. Ulusal Kil Sempozyumu, Cumhuriyet Üniversitesi, Sivas, 20-23 Eylül, *Bildiriler Kitabı*, D. Boztuğ., H. Yalçın (eds), 41-60.
- Yalçın, H., Gündoğdu, M.N., Gargoud, A., Vidal, P., Uçurum, A., 1998. Geochemical characteristics of Yamadağı volcanics in Central East Anatolia: An example from collision-zone volcanism. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, Special issue, *Volcanism in Anatolia*, 85, 303-326.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., Poisson, A., 2000. Sivas havzası merkezi kesiminde Oligo-Miyosen yaşlı paleo-ortamlar-kil mineralojisi ilişkisi. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri*, 17, 53-62.
- Yeniyoğlu, M., 1986. Vein-like sepiolite occurrence as a replacement of magnesite in Konya, Turkey. *Clays and Clay Minerals*, 34, 353-356.
- Yeniyoğlu, M., 1992. Yenidoğan (Sivrihisar) sepiolit yatağının jeolojisi, mineralojisi ve oluşumu. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 114, 71-84.
- Yeniyoğlu, M., 1993. Sivrihisar'da (Eskişehir) sedimanter-diyajenetik oluşumlu yeni bir lületaşı türü. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*, 115, 81-90.
- Yeniyoğlu, M., Öztunalı, Ö., 1985. Yunak sepiyolitinin mineralojisi ve oluşumu. II. Ulusal Kil Semp., *Bildiriler*, M.N. Gündoğdu., H.Aksoy (eds), Hacettepe

- Üniversitesi, Beytepe-Ankara, 24-27 Eylül, 171-186.
- Yılmaz, A., 1985. Yukarı Kelkit çayı ile Munzur dağları arasının temel jeoloji özellikleri ve yapısal evrimi. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 28, 79-92.
- Yılmaz, A., 1998. Sivas havzasının jeodinamik evrimi. Ofiyolit-Granitoyid İlişkisi ile Gelişen Demir Yatakları Sempozyumu, 10-13 Eylül, Sivas, Bildiriler Kitabı, 66-82.
- Zedef, V., Russell, M., Fallick, A.E., Hall, A.J., 2000. Genesis of vein stockwork and sedimentary magnesite and hydromagnesite deposits in the ultramafic terranes of southwestern Turkey: A stable isotope study. Economic Geology, 95, 429-446.

Hüseyin YALÇIN

Cumhuriyet Üniversitesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
58140 Sivas

yalcin@cumhuriyet.edu.tr

Haymana (Ankara güneybatısı) yöresi Maastrichtiyen-Daniyen bentik foraminifer paleoekolojisi

Maastrichtian-Danian benthic foraminifera paleoecology of Haymana (southwest Ankara) region

Zeynep ALKAN ¹, F. Selen ÖZCE ², Nazire ÖZGEN ERDEM ³

¹ Matbaacılar sitesi, 558 sokak, No. 20, Ankara

² Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 58140 Sivas

³ Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 58140 Sivas

ÖZ

Bu çalışma, Haymana (Ankara) batısında ve kuzeybatısında yüzeyleyen Maastrichtiyen-Daniyen yaşlı birimlerde gerçekleştirilmiştir. Maastrichtiyen yaşlı Beyobası formasyonu; kumtaşı, çakıltası, kumlu-killi kireçtaşı ve marn litolojilerinden oluşur. Birimde; *Orbitoides medius* (D'archiac), *Orbitoides gensacicus* (Leymerie), *Orbitoides medius megaliformis* (Papp ve Kupper), *Orbitoides apiculatus* Schlumberger, *Siderolites calcitrapoides* (Lamarck), *Siderolites denticulatus* (Douville), *Omphalocyclus macroporus* (Lamarck), *Hellenocyclus beotica* (Reichel), *Numnofallotia kastamonica* (Özgen Erdem), *Selimina spinalis* (İnan), *Sirtina orbitoidiformis* (Brönnimann ve Wirtz), *Sirelina orduensis* (Meriç ve İnan), *Laffitteina mengaudi* (Astre), *Loftusia ketini* (Meriç), *Marssonella oxycona* (Reuss) ve *Gouppuloidina daguini* (Marie) bentik foraminiferleri tanımlanmıştır. Daniyen yaşlı Çaldağ formasyonu ise kireçtaşları ile temsil edilmekte ve *Planorbulina cretae* (Marsson), *Haymanella paleocenica* (Sirel), *Laffitteina mengaudi* (Astre) bentik foraminiferlerini kapsamaktadır. Paleontolojik, paleoekolojik ve jeokimyasal veriler; Beyobası formasyonunun çoğunlukla enerjisi yüksek, sığ, iç şelf, Çaldağ formasyonunun Daniyen seviyelerinin ise sığ, sakin, korunaklı şelf ortamında çökeldiğini göstermektedir.

Anahtar Kelimeler: Bentik foraminifer; Daniyen; Haymana; Maastrichtiyen; Paleontoloji; Paleoekoloji.

ABSTRACT

This study has been realised on Maastrichtian-Danian units exposed in the northwest and west of Haymana (Ankara). Beyobası formation of Maastrichtian age is composed of sandstone, conglomerate, sandy-clayey limestones lithologies. The benthic foraminifera such as *Orbitoides medius* (D'archiac), *Orbitoides gensacicus* (Leymerie), *Orbitoides medius megaliformis* (Papp and Kupper), *Orbitoides apiculatus* Schlumberger, *Siderolites calcitrapoides* (Lamarck), *Siderolites denticulatus* (Douville), *Omphalocyclus macroporus* (Lamarck), *Hellenocyclus beotica* (Reichel), *Numnofallotia kastamonica* (Özgen Erdem), *Selimina spinalis* (İnan), *Sirtina orbitoidiformis* (Brönnimann and Wirtz), *Sirelina orduensis* (Meriç and İnan), *Laffitteina mengaudi* (Astre), *Loftusia ketini* (Meriç), *Marssonella oxycona* (Reuss) and *Gouppuloidina daguini* (Marie) have been described in this unit. Çaldağ formation of Danian age constitutes from limestone with algae and consists of *Planorbulina cretae* (Marsson), *Haymanella paleocenica* (Sirel), *Laffitteina mengaudi* (Astre). Paleontologic, paleoecologic and geochemical data of the Beyobası formation indicates to the fact that it has been deposited in an inner shelf environment, which is high energy; whereas Danian levels of Çaldağ formation has been deposited in an shallow, calm rimmed shelf environment.

Keywords: Benthic foraminifera; Danian; Haymana; Maastrichtian; Paleontology; Paleoecology.

GİRİŞ

Bu çalışma, Haymana (Ankara) kuzeybatısında J28 b2 paftasında yer alan Erif Köyü ve batısında J28 b3 paftasında yer alan Çaldağ Tepe civarında gerçekleştirilmiştir (Şekil 1). Haymana yöresi, Üst Kretase'den Eosen sonuna kadar devamlı çökelişin olduğu bir havza olması nedeniyle, çok sayıda ve farklı amaçlı jeolojik çalışmaya konu olmuştur (Schimidt, 1960; Güngör, 1975; Ünal vd., 1976; Gökçen, 1976,1977; Şenalp ve Gökçen, 1978; Ünal, 1981; Çetin vd., 1986). Ünal vd., (1976), Haymana-Polatlı yöresinin Üst Kretase-Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimini incelemiştir. Bu birimler, farklı disiplinlerde bol fosil içermeleri nedeniyle çok sayıda paleontoloğun dikkatini çekmiştir. Sirel ve Gündüz (1976), yöredeki İlerdiyen, Küziyen ve Lütésiyen yaşlı birimlerde *Nummulites*, *Assilina* ve *Alveolina* cinslerine ait bazı türlerin tanımlamalarını ve stratigrafik dağılımlarını çalışmışlardır. Sirel vd., (1986), Haymana-Polatlı baseninde Kretase/Tersiyer sınırının biyostratigrafik özellikleri sunmuşlardır. Sirel (1999) yaptığı diğer bir çalışmada ise Haymana batısında Daniyen-Tanesiyen yaşlı yeni bir cinsin (*Haymanella paleocenica*) tanımını vermiştir. Toker (1979, 1980), Haymana yöresi Üst Kretase planktonik foraminiferlerini ve nannoplanktonlarını çalışmıştır. Meriç (1979), Haymana kuzeybatısında Üst Maastrichtiyen yaşlı düzeylerde yeni bir *Loftusia* türünü (*Loftusia ketini*) tanımlamıştır. Meriç ve Görür (1981), Haymana-Polatlı havzasındaki *Laffiteina bibensis* Marie içeriğinden ötürü genellikle Monsiyen yaşlı olarak kabul edilen Çaldağ kireçtaşlarının yaş konağının, üst düzeylerinde bulunan *Bolkarina aksarayi* Sirel, *Lacazina* sp., *Planorbulina* sp., *Kathina* sp. ve *Operculina* sp. fosilleri nedeniyle Tanesiyen'e kadar çıktığını belirtmişlerdir. Özcan ve Altın (1997), Haymana baseninde yer alan Maastrichtiyen birimlerinde orbitoidal foraminiferlerde biyometrik çalışmalar yaparak, bu formların Geç Kampaniyen-Maastrichtiyen zaman aralığındaki gelişimlerini açıklamışlardır.

Bu çalışmada, Haymana yöresinde yüzlekler veren Maastrichtiyen ve Daniyen yaşlı birimlerin,

bentik foraminifer topluluğunu ve ortamsal özelliklerini belirlemek ve ayrıca Kretase – Tersiyer geçişinin paleontolojik ve paleoekolojik özelliklerini incelemek amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda, birimlerin en iyi gözlemlendiği iki lokaliteden Erif ve Çaldağ ölçülü stratigrafi kesitleri alınmıştır. Ölçülü kesitlerin alındığı bu lokalitelerde, birimin litolojik ve fauna içeriği bakımından fazla çeşitlilik sunmaması nedeniyle örnek sayısı sınırlı tutulmuştur. Detaylı paleontolojik çalışmalar bu örneklerden elde edilen çok sayıda yönlü kesitler ve tane örnekler üzerinde gerçekleştirilmiştir. Paleoekolojik yorumlamalarda ise bazı bentik foraminiferlerin ekolojik özelliklerinden, tam ve kırık formların oranlarından ve kısmen jeokimyasal (XRD) analizlerden yararlanılmıştır. Birey oranları, seçilen ince kesitlerde 1 cm² alanlarda tam ve kırık bireylerin sayımı ile belirlenmiştir.

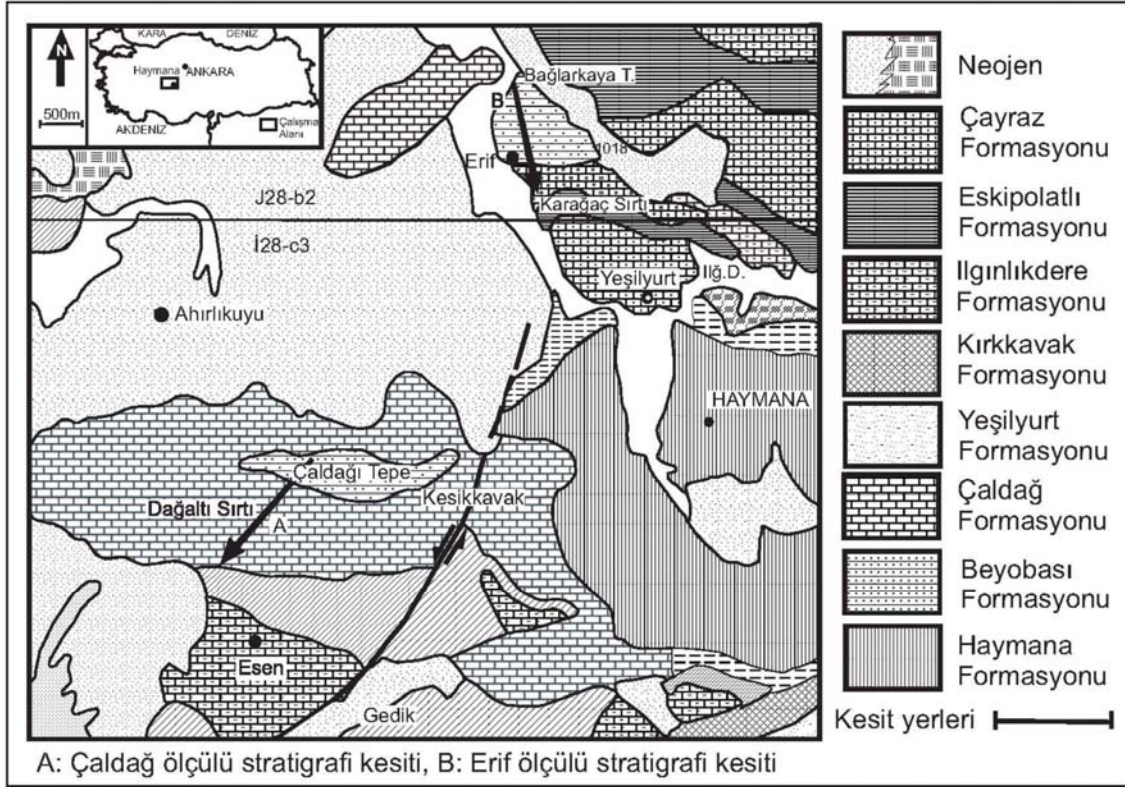
STRATİGRAFI

Bu çalışma, Maastrichtiyen yaşlı Beyobası formasyonu ve Daniyen yaşlı Çaldağ formasyonu üzerinde gerçekleştirilmiştir. Bu nedenle, bölgede yüzeyleyen diğer birimlere sadece ismen değinilecektir. Haymana yöresinde Triyas-Neojen aralığında çökelmiş, değişik litolojilerde çökeller mevcuttur. Tabanda, Triyas-Alt Jura yaşlı Temirözü, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Mollaresul ve Üst Kretase yaşlı Dereköy formasyonları yer alır. Maastrichtiyen yaşlı Haymana formasyonu fliş niteliğindedir (Ünal vd., 1976). Bu birimler çalışma lokalitelerinin dışında kalmaktadır.

Beyobası formasyonu, ilk olarak Ünal vd. (1976) tarafından tanımlanmıştır. Birim kumtaşı, çakıltaşı, sarı renkli kumlu-killi kireçtaşı ve marnlardan oluşur. Bol bentik foraminifer içeren birimde, ayrıca mercanlardan *Cyclolites* sp. ve Pelecypoda'lardan *Hippurites* sp., *Trigonaria* sp. ve *Ostrea* sp. gibi makro fosiller de gözlenmiştir. Birimin kumtaşı ve kumlu kireçtaşlarından oluşan düzeylerinde bol olarak taşınmış kavkı parçaları ve kuvars taneleri mevcuttur. Maastrichtiyen yaşlı birim içerisinde; *Orbitoides medius*, *Orbitoides medius megaliformis*, *Orbitoides apiculatus*, *Orbitoides gensacicus*, *Siderolites calcitrapoides*, *Siderolites denticulatus*, *Omphalocylus*

macroporus, *Hellenocyclina beotica*, *Nummofallotia kastamonica*, *Selimina spinalis*, *Sirtina orbitoidiformis*, *Sirelina orduensis*, *Loftusia ketini*, *Marssonella oxycona*, *Gouppulloidina daguini*, *Fallotia* sp. gibi bentik foraminiferler gözlenmiştir. Beyobası formasyonu üzerine,

Çaldağ formasyonu uyumlu olarak gelir. Çalışma alanı dışındaki bazı lokalitelerde Beyobası formasyonu üzerine Daniyen yaşlı Kartal formasyonunun geldiği belirtilmiştir (Ünalın vd., 1976) (Şekil 2).



Şekil 1. Çalışma alanının yerbulduru ve jeolojik haritası (Ünalın vd., 1976)

Figure 1. Location and geological map of investigated area (Ünalın et al., 1976).

Çaldağ formasyonu, ilk kez Righi ve Cortesini (1959) tarafından tanımlanmıştır ve tabanda yumrulu kireçtaşlarından, üstte ise algli kireçtaşlarından oluşur. Bu çalışmada, Daniyen-Tanesiyen yaşlı birimin sadece Daniyen düzeyleri incelenmiştir. Kireçtaşlarının bu düzeylerinde; *Planorbulina cretae*, *Haymanella paleocenica*, *Laffitteina mengaudi*, *Textularia* sp., *Valvulina* sp., *Mississippina* sp., *Rotalia* sp., *Epinoidea* sp., Milioid, Ostracod ve bol miktarda alg, ekinid dikenli, mercan, bryozoa parçaları gözlenmiştir.

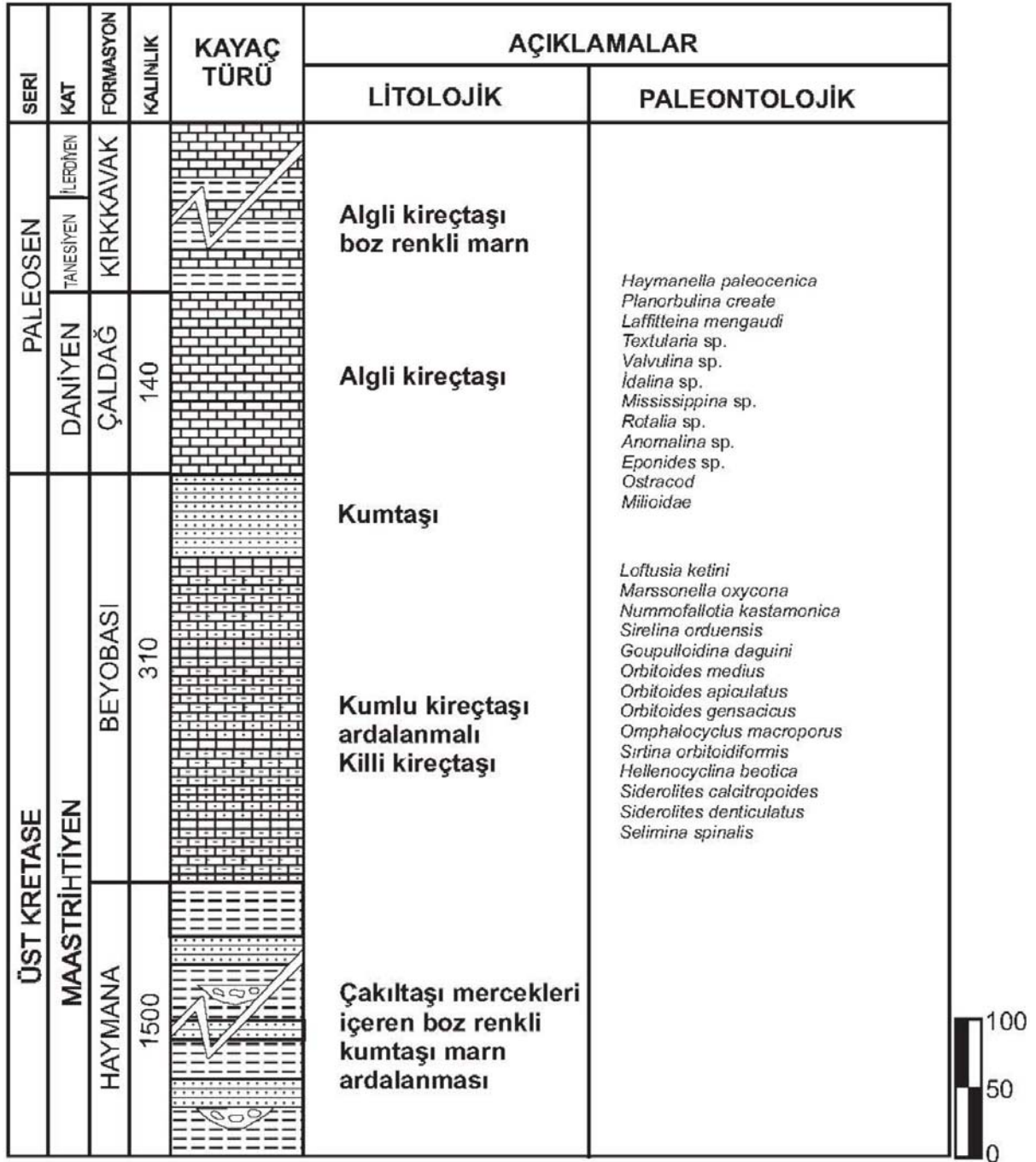
Çaldağ formasyonu üzerine uyumlu olarak Tanesiyen yaşlı Kırkkavak formasyonu (Righi ve Cortesini, 1959) gelir. Birim algli kireçtaşı ve marnlardan oluşur. Bu birimi sırasıyla; İlerdiyen

yaşlı Iğnıklıdere formasyonu, İlerdiyen-Küziyen yaşlı Eskipolatlı formasyonu, Kuiziyen - Lütesiyen yaşlı Çayraz formasyonu ve Miyosen-Pliyosen yaşlı birimler izler (Ünalın vd., 1976) (Şekil 2).

ÖLÇÜLÜ STRATİGRAFİ KESİTLERİ

Çaldağ Ölçülü Stratigrafi Kesiti

Çaldağ stratigrafi kesiti, Ankara İ28-b2 paftasında 39° 25' 75" enlem, 32° 24' 51" boylam başlangıç ve 39° 25' 49" enlem, 32° 24' 35" boylam bitiş koordinatları arasında yer almaktadır. Çaldağ tepesinden başlayıp Dağaltı sırtına kadar alınan (Şekil 1) bu kesitte, 140 m kalınlık ölçülmüş ve toplam 11 adet örnek alınmıştır.



Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

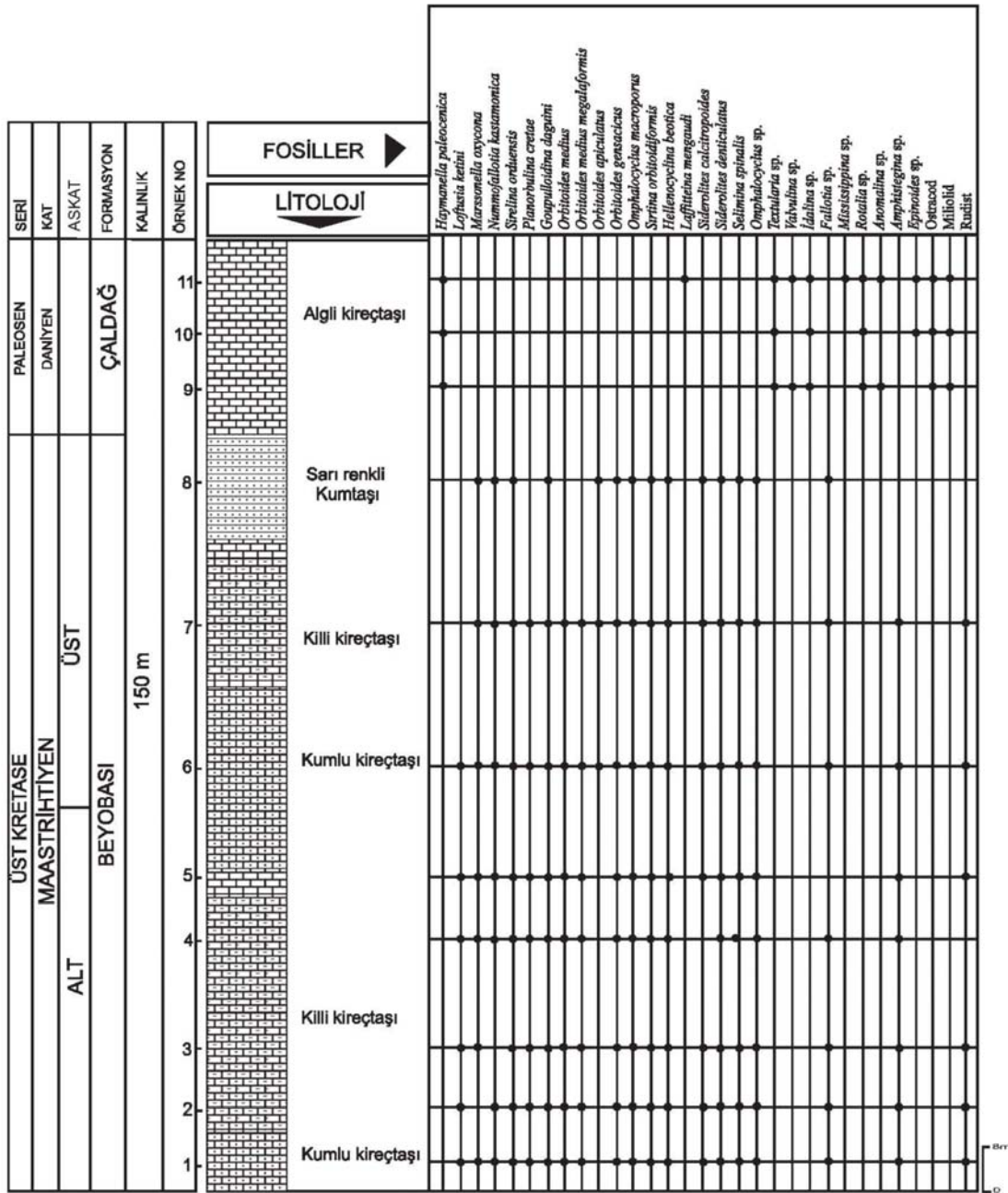
Figure 2. Generalized stratigraphy section of study area.

Beyobası formasyonu tabanda, sarı renkli kumlu kireçtaşları ile başlar, killi kireçtaşı seviyeleri içeren kumtaşı ve kumlu kireçtaşı ardalanmaları ile devam eder. Birim içerisinde Maastrichtiyen yaşlı *Orbitoides medius*, *Orbitoides medius*

megaliformis, *Orbitoides apiculatus*, *Orbitoides gensacicus* (Levha I, Şekil 5, 6), *Siderolites calcitropoides*, *Siderolites denticulatus* (Levha IV, Şekil 6, 7), *Omphalocyclus macroporus*, *Hellenocyclina bectica* (Levha III, Şekil 8, 9),

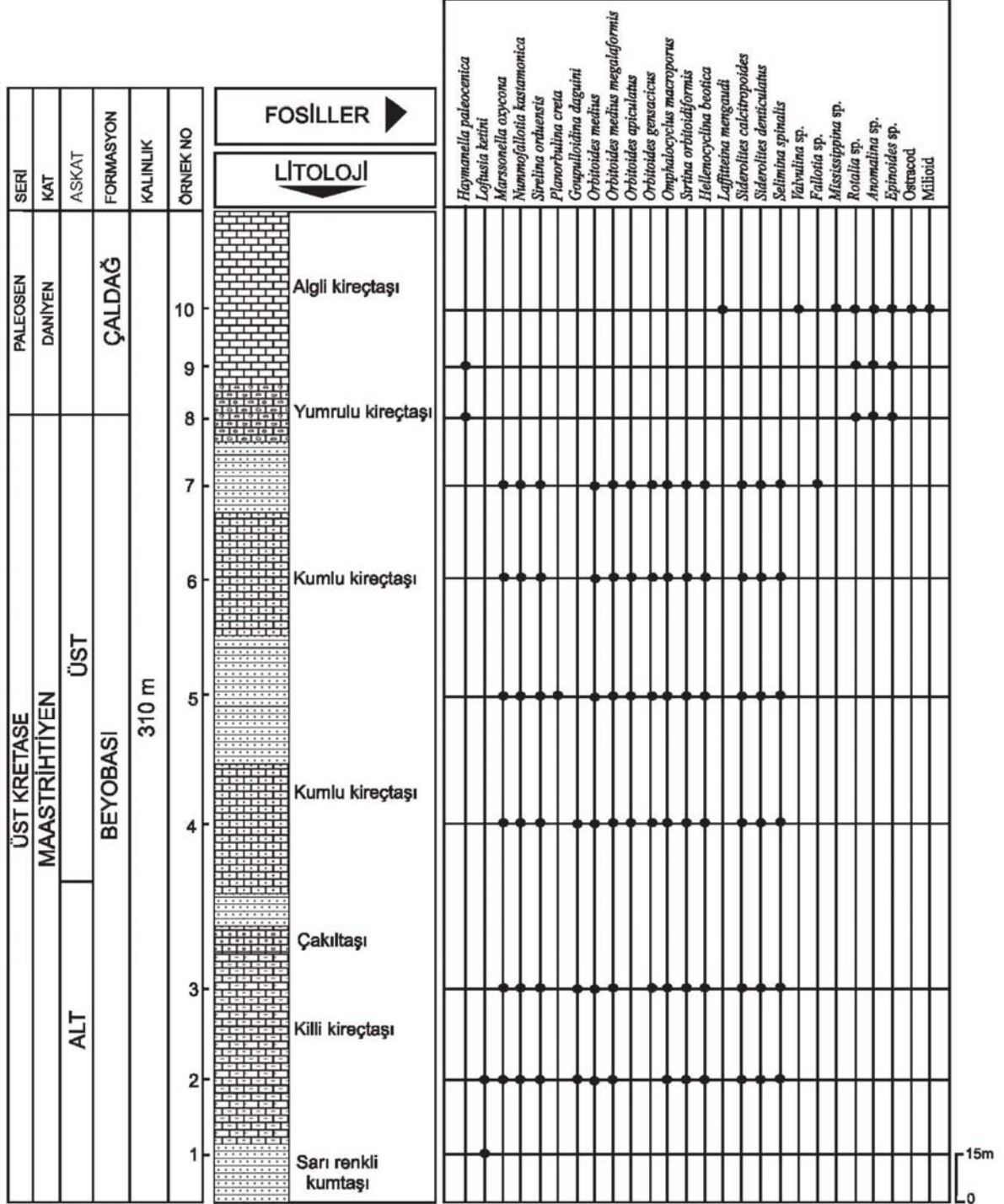
Nummofallotia kastamonica (Levha III, Şekil 2), *Selimina spinalis*, *Sirtina orbitoidiformis* (Levha III, Şekil 7), *Sirelina orduensis*, *Laffitteina mengaudi*, *Loftusia ketini*, *Marssonella oxycona*, *Goupulloidina daguini* (Levha II, Şekil 5,6) ve *Fallotia* sp. (Levha III, Şekil 3) bentik foraminiferleri tanımlanmıştır. Bu formasyon üzerine uyumlu olarak algli kireçtaşlarından

oluşan Çaldağ formasyonu gelir. Çaldağ formasyonunun Daniyen yaşlı düzeylerinde; *Planorbulina cretae* (Levha III, Şekil 6), *Haymanella paleocenica*, *Laffitteina mengaudi*, *Textularia* sp., *Valvulina* sp., *Mississippina* sp., *Rotalia* sp., *Epinoidea* sp., *Anomalina* sp. ve bol Miliolid saptanmıştır (Şekil 3).



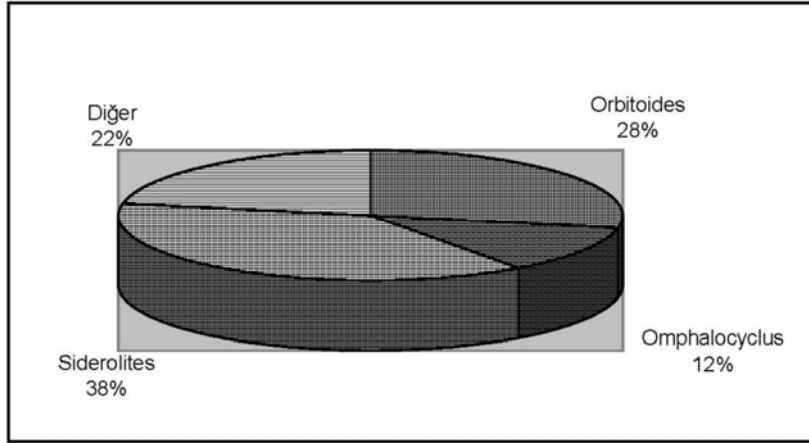
Şekil 3. Çaldağ ölçülü stratigrafi kesiti

Figure 3. Çaldağ measured stratigraphy section.

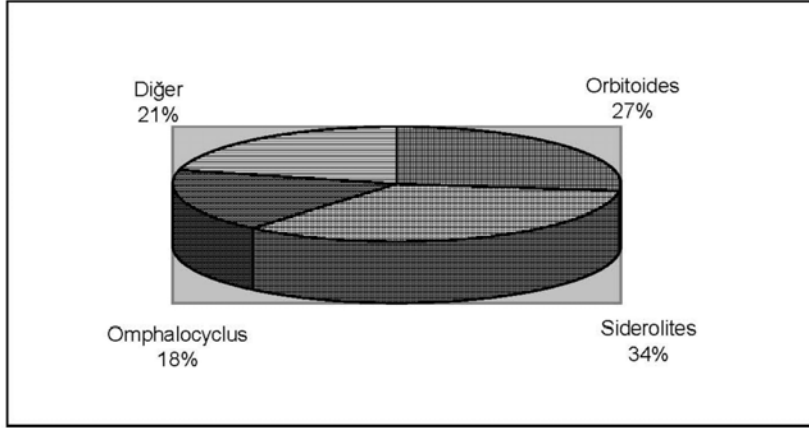


Şekil 4. Erif ölçülü stratigrafi kesiti

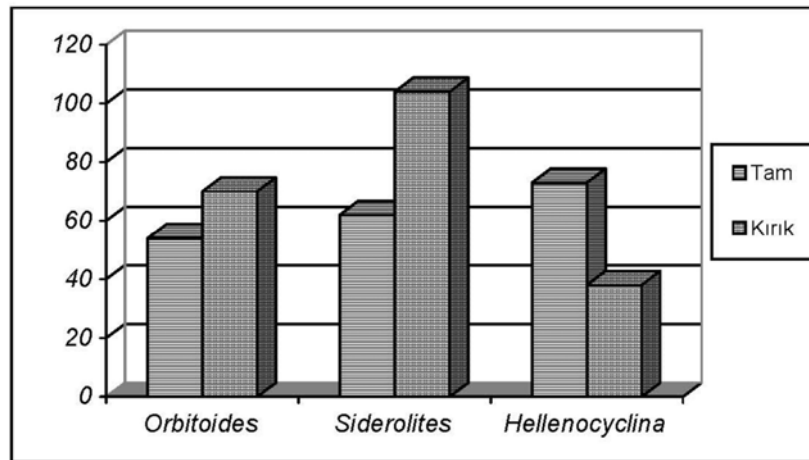
Figure 4. Erif measured stratigraphy section



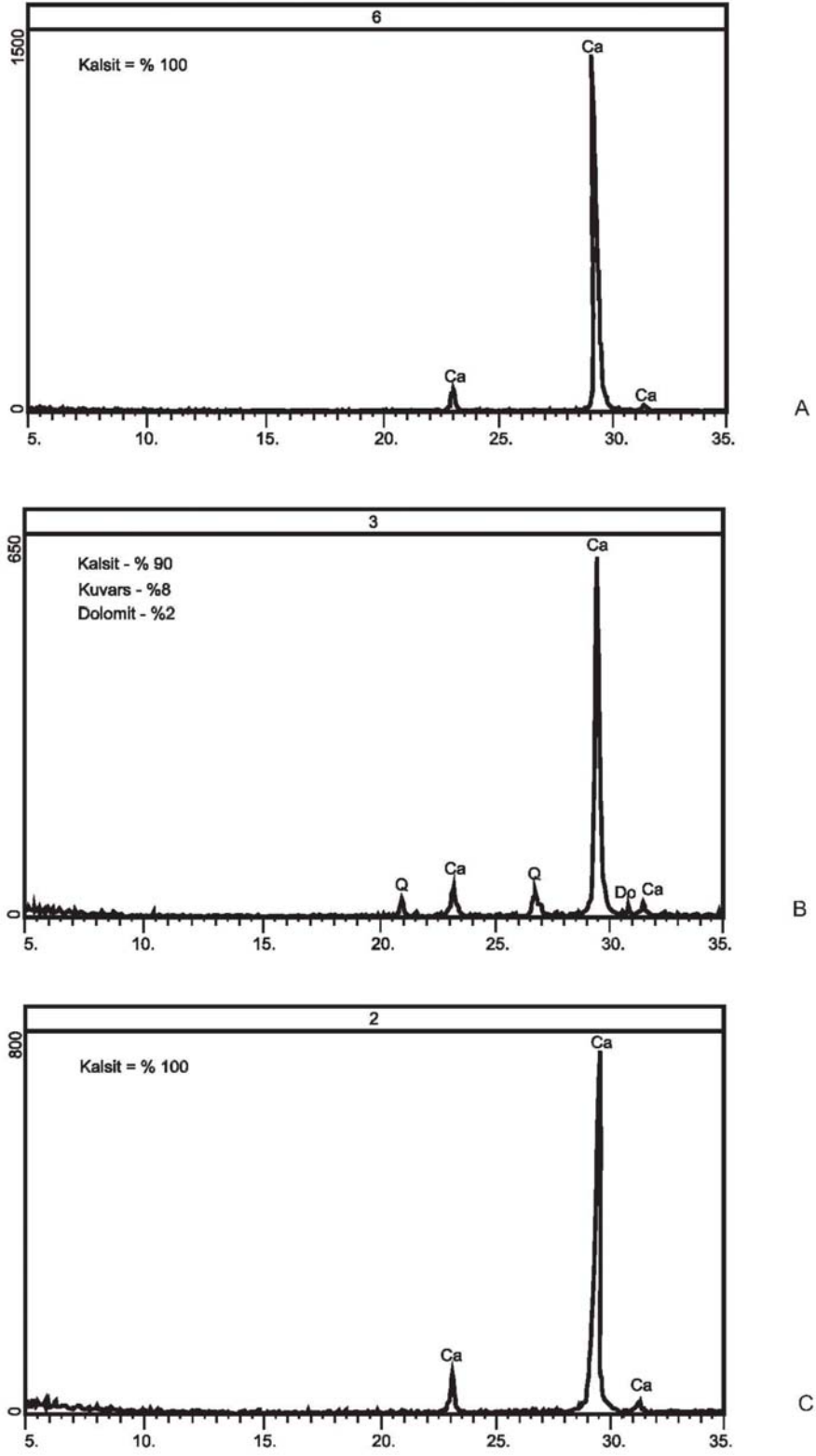
Şekil 5. Erif kesitinde Beyobası formasyonuna ait fauna yüzdelerini gösteren diyagram.
Figure 5. Diagram showing fauna percent of Beyobası formation in the Erif section.



Şekil 6. Çaldağ kesitinde Beyobası formasyonuna ait fauna yüzdelerini gösteren diyagram.
Figure 6. Diagram showing fauna percent of Beyobası formation in the Çaldağ section.



Şekil 7. Beyobası formasyonu *Orbitoides*, *Siderolites* ve *Hellenocyclina* cinsleri tam ve kırık birey oranları.
Figure 7. Ratio of unbroken and broken individuals of *Orbitoides*, *Siderolites* and *Hellenocyclina* in the Beyobası formation.



Şekil 8. Beyobası ve Çaldağ formasyonlarına ait örneklerin XRD grafiği
Figure 8. XRD graphic of samples from Beyobası and Çaldağ formations.

Erif Ölçülü Stratigrafi Kesiti

Erif stratigrafi kesiti, Ankara İ28-c3 paftasında 39° 30' 48" enlem ve 32° 24' 24" boylam başlangıç ve 39° 30' 45" enlem ve 32° 25' 32" boylam bitiş koordinatları arasında yer alır. Bağlarkaya tepesinden Erif köyünün doğusuna kadar alınan bu kesitte (Şekil 1) toplam 310 m kalınlık ölçülmüş ve 10 adet örnek alınmıştır.

Kesit, tabanda kumtaşları ile başlar, kumlu kireçtaşı, killi kireçtaşı ve kumtaşı aralanmasıyla devam eder. Maastrichtiyen yaşlı bu düzeylerden alınan örneklerde; *Orbitoides medius* (Levha I, Şekil 3), *Orbitoides medius megaliformis* (Levha I, Şekil 4), *Orbitoides apiculatus* (Levha I, Şekil 1,2), *Orbitoides gensacicus*, *Siderolites calcitrapoides* (Levha IV, Şekil 5), *Siderolites denticulatus*, *Omphalocyclus macroporus* (Levha II, Şekil 1,2), *Hellenocyclina beotica*, *Selimina spinalis* (Levha IV, Şekil 1,2), *Sirtina orbitoidiformis*, *Sirelina orduensis* (Levha III, Şekil 4,5), *Laffitteina mengaudi* (Levha IV, Şekil 3,4), *Loftusia ketini* (Levha II, Şekil 3,4), *Marssonella oxycona* (Levha III, Şekil 1) ve *Gouppuloidina daguini* tanımlanmıştır. Bu birim üzerine altta yumrulu kireçtaşlarıyla başlayıp, üstte doğru algli kireçtaşlarıyla devam eden, Çaldağ formasyonunun Daniyen yaşlı düzeyleri gelir. Bu düzeylerden alınan örneklerde, *Haymanella paleocenica* (Levha I, Şekil 7), *Planorbulina cretae*, *Laffitteina mengaudi*, *Textularia* sp., *Mississippina* sp., *Rotalia* sp., *Eponides* sp. ve *Anomalina* sp. bentik foraminiferleri tanımlanmıştır (Şekil 4).

PALEOEKOLOJİ

Beyobası formasyonu, kumtaşı, çakıltası, kumlu-killi kireçtaşı litolojisiyle temsil olur. Genellikle tabanda kumtaşı seviyeleri ile başlayan birimin, kumtaşı ve kumlu-killi kireçtaşı düzeyleri bol oranda iri *Loftusia* formları içerir. Bu formlar, özellikle kumtaşı düzeylerinde tane olarak gözlenebilmektedir. Agglütinant kavkılı olan bu form, genellikle kumlu, oldukça sığ ve korunaklı şelf ortamlarını tercih eder (Smith vd., 1995; Meriç vd., 2000). Beyobası formasyonunun *Loftusia*'lı düzeylerine ve üstünde yer alan killi-kumlu kireçtaşlarına ait ince kesitlerde, baskın cins veya

cinsleri belirlemek amacıyla bireylerin sayısı ve tüm fauna içerisindeki oranları belirlenmiştir. Bu ölçümlere göre; Erif kesitinde *Siderolites* % 38, *Orbitoides* % 28 ve *Omphalocyclus* % 12'lik bir orana sahiptir. Diğer cinslerin (*Hellenocyclina*, *Nummofallotia*, *Marsonella*, *Gouppuloidina*, *Sirelina*, *Selimina*...) oranı, % 22'dir (Şekil 5). Çaldağ kesitinde ise *Siderolites* % 34, *Orbitoides* % 27, *Omphalocyclus* % 18 ve diğer cinsler % 21'lik bir orana sahiptirler (Şekil 6). *Siderolites* ve *Orbitoides* cinsleri, çalkantılı, enerjisi yüksek, sığ iç şelf ya da resif ortamlarında yaşarlar (Hottinger, 1960 1983; Görmüş, 1996-1997).

Ayrıca, paleoekolojik çalışmalarda taşınma veya sudaki hareketliliğin derecesini belirlemek amacıyla bazı önemli formlara ait tam ve kırık birey sayısının birbirine oranı kullanılmaktadır (Taner ve Uysal, 1994). Bu çalışmada, Beyobası formasyonuna ait örneklerden elde edilen ince kesitlerde, bol bulunan iki iri bentik foraminifer (*Siderolites* ve *Orbitoides*) ve bir küçük bentik foraminifer (*Hellenocyclina*) cinslerine ait tam ve kırık birey sayımı yapılmış ve oranlanmıştır (Şekil 7). Buna göre, *Orbitoides* ve *Siderolites* cinslerinde kırık birey sayısı tam birey sayısının sırasıyla 1.2 ve 1.7 katıdır. Bu veriler ve çakıltası-kumtaşı düzeylerinin varlığı dikkate alındığında; Beyobası formasyonun, başlangıçta sığ ve korunaklı şelf, sonrasında ise çalkantılı, yüksek su enerjisinin hakim olduğu sığ, iç şelf ortamında çökeldiği söylenebilir. Aynı dönemde, bölgenin güneydoğusunda, denizin daha derin kesimlerinde (dış şelf) ise bol planktonik foraminifer içeren Haymana formasyonu çökelmiştir (Ünalın vd., 1976; Toker, 1980). Daniyen'de Çaldağ formasyonun yumrulu kireçtaşları ve bol Miliolid'li-killi kireçtaşları çökelmeye başlamıştır. Bu düzeyler, agglütinant kavkılı *Haymanella*, *Laffitteina* ve Miliolid içerir. *Laffitteina*, Miliolid'ler ve agglütinant kavkılı formlar, sığ ve sakin korunaklı şelf ortamı karakterize ederler (Hottinger, 1960, 1983; Grenier, 1969; Muray, 1973; Örcen vd., 1994). Beyobası ve Çaldağ formasyonlarına ait örneklerde yapılan jeokimyasal analiz (XRD) sonuçları ise; Beyobası formasyonunun tabanında %100 oranında olan kalsitin, Kretase-Tersiyer geçişine doğru azaldığını ve yer yer dolomitleşmelerin olduğunu, Daniyen seviyelerinin üstlerine doğru ise kalsit

oranının tekrar %100'e çıktığını gösterir (Şekil 8). Tüm bu veriler çalışma alanında, Kretase – Tersiyer geçişinde, ortamda bir sığlaşmanın olduğunu işaret eder. Bu sığlaşma döneminde Çaldağ formasyonunun Daniyen yaşlı yumrulu kireçtaşları ve sonrasında ise sığ ve sakin korunaklı şelfte Miliolid'li-Alg'li kireçtaşları çökelmiştir.

SONUÇLAR

Bu çalışmada, Haymana ilçesinin kuzeybatısında ve batısında yüzlekler veren Maastrichtiyen yaşlı Beyobası ve Daniyen yaşlı Çaldağ formasyonlarında, paleontolojik ve paleoekolojik incelemeler yapılmıştır. Beyobası formasyonu içerisinde Maastrichtiyen yaşlı *Orbitoides medius*, *Orbitoides medius megaliformis*, *Orbitoides gensacicus*, *Orbitoides apiculatus*, *Siderolites calcitrapoides*, *Siderolites denticulatus*, *Omphalocyclus macroporus*, *Hellenocyclus beotica*, *Nummofallotia kastamonica*, *Selimina spinalis*, *Sirtina orbitoidiformis*, *Sirelina orduensis*, *Laffiteina mengaudi*, *Loftusia ketini*, *Marssonella oxycona*, *Gouppuloidina daguini*; Çaldağ formasyonunun Daniyen yaşlı düzeylerinde ise, *Planorbulina cretae*, *Haymanella paleocenica*, *Laffiteina mengaudi* bentik foraminiferleri tanımlanmıştır.

Beyobası formasyonunda yapılan paleoekolojik çalışmalarda, baskın cinslerin yüksek enerjili sığ denizel ortamlarda yaşayan *Siderolites* ve *Orbitoides*'ler olduğu ve kırık bireylerin, tüm bireylerin yaklaşık 1.5-2 katı olduğu saptanmıştır. Ayrıca, Beyobası ve Çaldağ formasyonlarına ait örneklerde yapılan jeokimyasal analiz sonuçları; Beyobası formasyonunun tabanında %100 oranında olan kalsitin, Kretase-Tersiyer geçişine doğru azaldığını ve yer yer dolomitleşmelerin olduğunu, Daniyen seviyelerinin üstlerine doğru ise kalsit oranının tekrar %100'e çıktığını göstermiştir.

Paleontolojik, paleoekolojik ve jeokimyasal veriler ışığında; Beyobası formasyonunun çoğunlukla enerjisi yüksek, sığ iç şelf ortamında çöklediği, Kretase-Tersiyer sınırında ortamın daha da sığlaştığı ve sonrasında sığ, sakin korunaklı şelf

ortamında ise Çaldağ formasyonunun çökelmeye başladığı belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

- Çetin, H., Demirel, İ.H. ve Gökçen, S.L., 1986. Haymana doğusu ve batısındaki Üst Kretase-Alt Tersiyer istifinin sedimentolojik ve sedimanter petrografik incelemesi. T.J.K Bülteni, 29, 21–33.
- Gökçen, S., 1976. Ankara-Haymana güneyinin sedimentolojik incelemesi I: Stratigrafik birimler ve tektonik. Yerbilimleri, 2/2, 161-199.
- Gökçen, S., 1977. Ankara-Haymana güneyinin sedimentolojik incelenmesi II: Bölge tortullaşma modeli ve paleocoğrafya. Yerbilimleri, 3/1-2, 13-23.
- Görmüş, M., 1996-1997. Osmaeli (Bilecik) yöresindeki Orbitoides' lerde fosilleşme ve mikroiz aktivite. İst. Üniv. Yerbilimleri, 10, 47-58.
- Grenier, G.O.G., 1969. Recent benthic foraminifera, environmental factors controlling their deposition. Nature, 223, 168-170.
- Güngör, A., 1975. Ankara-Haymana bölgesi Eosen'inde bulunan *Campanile* Bayle (in Fischer). MTA Dergisi, 84, 30-35.
- Hottinger, L. 1960. Recherches sur les alveolines du Paléogène et de l'Eocène. Mémoires Suisses Paléontologie, 75-76, 1-236.
- Hottinger, L., 1983. Neritic macroid genesis, an ecological approach. In: Coated grains, E.T. Peryt (Ed.), Springer (Berlin-Heidelberg), 38-55.
- Meriç, E., 1979. *Loftusia ketini* (foraminifere) nouvelle espece du Maestrichtien. Revista Espanola de Micropaleontologia, 11/3, 509-516.
- Meriç, E., Görür, N., 1981. Haymana-Polatlı Havzasındaki Çaldağ kireçtaşlarının yaş konağı. MTA dergisi 93/94, 137-142.
- Meriç, E., Ersoy, Ş., Görmüş, M., 2000. *Loftusia* (Foraminifer) türlerinin Maastrichtiyen (Geç Kretase) Tetis Okyanusundaki yayılımı üzerine yeni görüşler. Yerbilimleri, 22, 79-93.

- Murray, J.M., 1973. Distribution and ecology of living benthic foraminiferids. Russak and Co., New York, 274 p.
- Örçen, S., Yıldız, A., Toker, V., 1994. Yukarısazcağız yöresi (Gürün KB, Sivas) Lütésiyan'ının biyostratigrafik olayları ve paleoekolojisi. Türkiye Jeoloji Bülteni, 9, 97-108.
- Özcan E., Altınler, S.Ö., 1997. Late Campanian–Maestrichtian evolution of orbitoidal foraminifera in Haymana Basin succession (Ankara, Central Turkey). Revue Paleobiol., 16/1, 271-290.
- Rigo de Righi, M., Cortesini, A., 1959. Regional studies Central Anatolian Basin: Progress report 1., Turkish Gulf Oil comp., Ankara (yayınlanmamış).
- Schimidt, G.C., 1960. Ar/Mem./365-366-367 sahalarının nihai terk raporu, Pet.İş.Gen.Müd., Ankara (yayınlanmamış).
- Şenalp, M., Gökçen, S.L., 1978. Haymana (GB Ankara) yöresindeki petrolü kumtaşlarının sedimantolojik incelemesi. T.J.K Bülteni, 21, 87-94.
- Sirel, E., 1999. Four new genera (*Haymanella*, *Kayseriella*, *Elazigella* and *Orduella*) and a new species of *Hottingerina* from the Paleocene of Turkey. Micropaleontology, 45/2, 113-137.
- Sirel, E., Gündüz, H., 1976. Haymana (G Ankara) yöresi İlerdiyen, Küziyen ve Lütésiyan'deki *Nummulites*, *Assilina* ve *Alveolina* cinslerinin bazı türlerinin tanımlamaları ve stratigrafik dağılımları. T.J.K Bülteni, 19, 31-44.
- Sirel, E., Dağler, Z., Sözeri, B., 1986. Some biostratigraphic and paleogeographic observations on the Cretaceous/Tertiary boundary in the Haymana-Polatlı region (Central Turkey). In: Global Bio-Events. Lecture notes in Earth Sciences, Walliser, O. (Ed), 8, 385-396, Berlin-Heidelberg.
- Smith, A.B., Morris, N.J., Kennedy, W.J., Gale, A.S., 1995. Late Cretaceous carbonate platform faunas of the United Arab Emirates-Oman border region. Bull. Nat. Hist. Mus. 51, 91-119, London.
- Taner, G., Uysal, K., 1994. Paleoekoloji İlkeleri. J.M.O. Yayını 37, Ankara, 338s.
- Toker, V., 1979. Haymana yöresi (GB Ankara) Üst Kretase Planktonik Foraminifera'ları ve biyostratigrafi incelemesi. T.J.K Bülteni, 22, 121–132.
- Toker, V., 1980. Haymana yöresi (GB Ankara) Nannoplankton biyostratigrafisi. T.J.K Bülteni, 23, 165–178.
- Ünalın, G., 1981. Ankara güneybatısındaki "Ankara Melanjı" nın stratigrafisi. M.T.A rapor no. 6990.
- Ünalın, G., Yüksel, V., Tekeli, T., Gönenc, D., Seyit, Z. and Hüseyin, S., 1976. Haymana–Polatlı yöresinin (GB Ankara) Üst Kretase–Alt Tersiyer stratigrafisi ve paleocoğrafik evrimi. T.J.K. Bülteni, 19, 159-176.

Nazire ÖZGEN ERDEM

Cumhuriyet Üniversitesi,
Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
58140 Sivas

nozgen@cumhuriyet.edu.tr

LEVHALAR

LEVHA I

Orbitoides apiculatus Schlumberger

Şekil 1. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-7), X10.

Şekil 2. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, embriyonun yakından görünümü, (Erif kesiti, ZE-7.6), X30.

Orbitoides medius (D'Archiac)

Şekil 3. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-2), X15.

Orbitoides medius megaliformis Papp ve Kupper

Şekil 4. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-2), X15.

Orbitoides gensacicus (Leymerie)

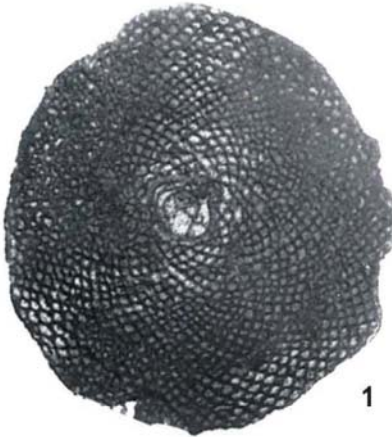
Şekil 5. Eksenel kesit, makrosferik form, (Çaldağ kesiti, ZÇ-2), X30.

Şekil 6. Eksenel kesit, makrosferik form, embriyonun yakından görünümü, (Çaldağ kesiti, ZÇ-3), X70.

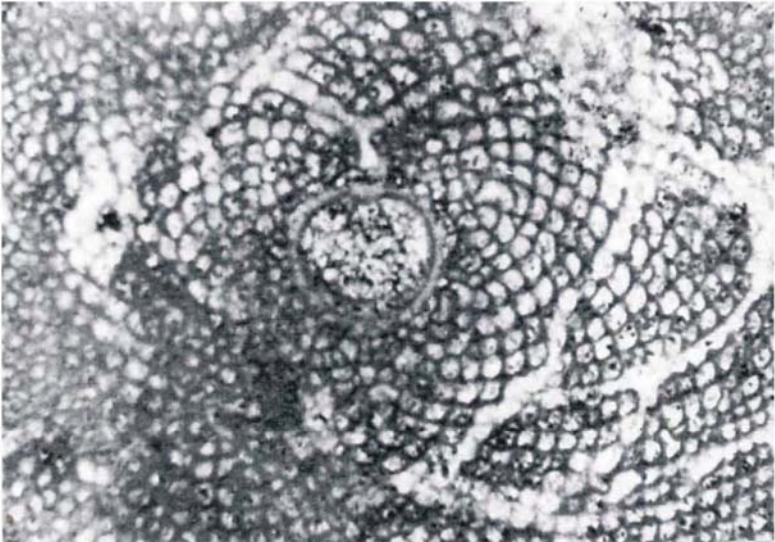
Haymanella paleocenica Sirel

Şekil 7. Boyuna kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-8), X30.

LEVHA I



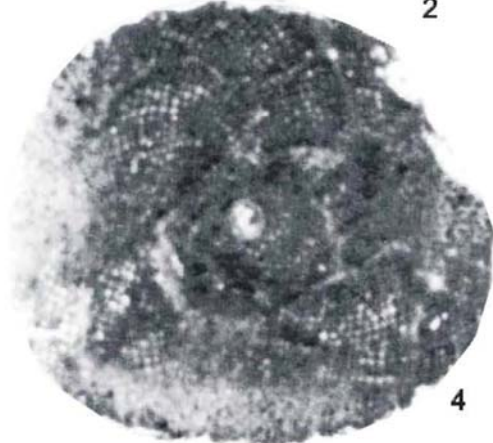
1



2



3



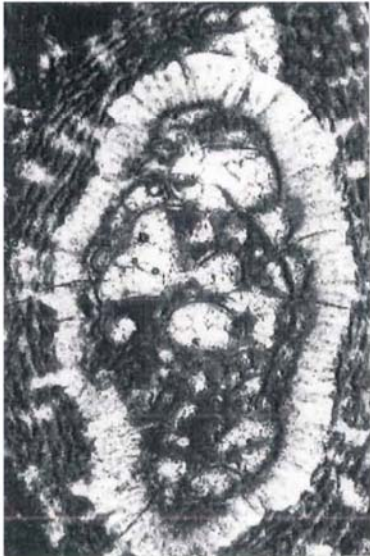
4



5



7



6

LEVHA II*Omphalocyclus macroporus* (Lamarck)

Şekil 1. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-7), X15.

Şekil 2. Eksenel kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-7), X15.

Loftusia ketini Meriç

Şekil 3. Eksenel kesit, mikrosferik form, (Erif kesiti, ZE-1), X10.

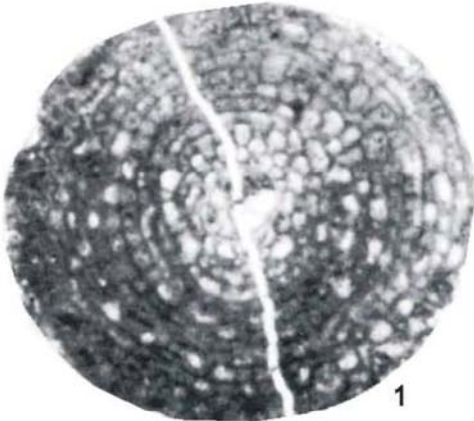
Şekil 4. Ekvatoryal kesit, mikrosferik form, (Erif kesiti, ZE-2), X10.

Goupillaudina daguini Marie

Şekil 5. Eksenel kesit, (Çaldağ kesiti, ZÇ-6), X70.

Şekil 6. Ekvatoryal kesit, (Çaldağ kesiti, ZÇ-6), X70.

LEVHA II



LEVHA III

Marssonella oxycona (Reuss)

Şekil 1. Boyuna kesit, makrosferik form, Erif ölçülü stratigrafi kesiti (E-2), X70.

Nummofallotia kastamonica Özgen Erdem

Şekil 2. Eksenel kesit, makrosferik form, (Çaldağ kesiti, ZÇ-7), X70.

Fallotia sp.,

Şekil 3. Eksenel kesit, (Çaldağ kesiti, ZÇ-4), X35.

Sirelina orduensis Meriç ve İnan

Şekil 4. Eksenel kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-5), X30.

Şekil 5. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-5), X30.

Planorbulina cretae (Marsson)

Şekil 6. Yarı eksenel kesit, (Çaldağ kesiti, ZÇ-5), X30.

Sirtina orbitoidiformis Brönnimann & Wirtz

Şekil 7. Eksenel kesit, makrosferik form, (Çaldağ kesiti, ZÇ-6), X30.

Hellenocyclina beotica Reichel

Şekil 8. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Çaldağ kesiti, ZÇ-8), X70.

Şekil 9. Eksenel kesit, makrosferik form, (Çaldağ kesiti, ZÇ-8), X70.

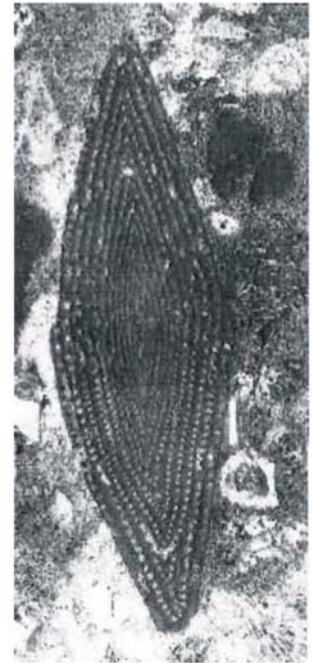
LEVHA III



1



2



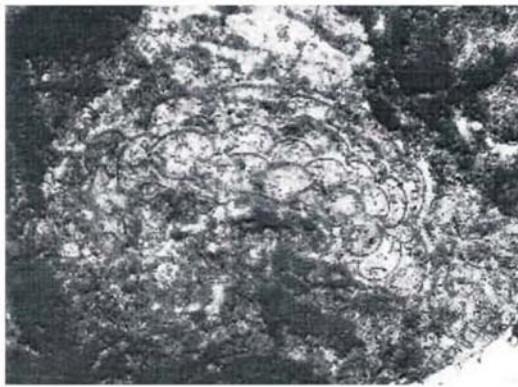
3



4



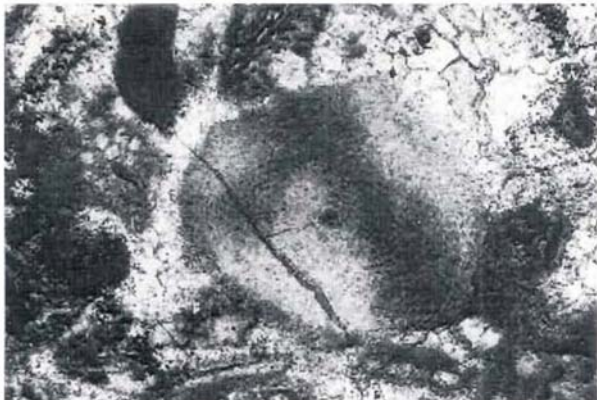
5



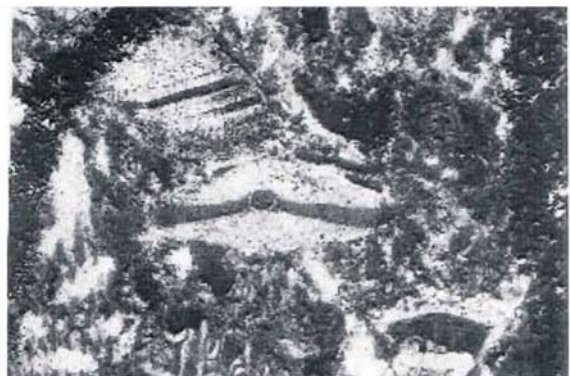
6



7



8



9

LEVHA IV*Selimina spinalis* İnan

Şekil 1. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-4), X30.

Şekil 2. Eksenel kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-4), X30.

Laffitteina mengaudi (Astre)

Şekil 3. Ekvatoryal kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-10), X40.

Şekil 4. Eksenel kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-10), X40.

Siderolites calcitrapoides Lamarck

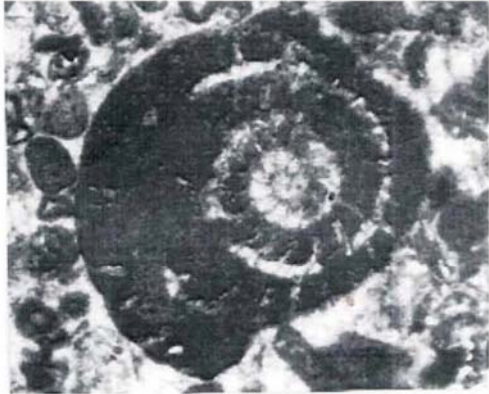
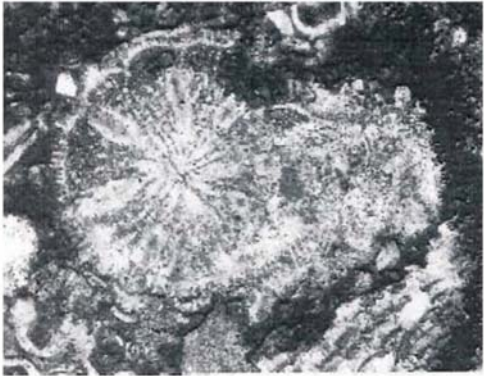
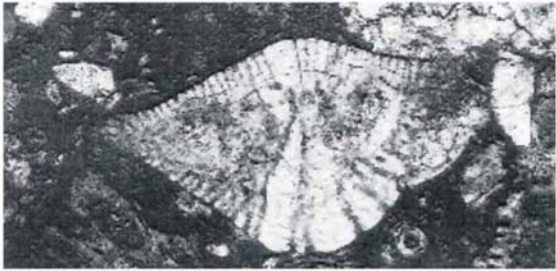
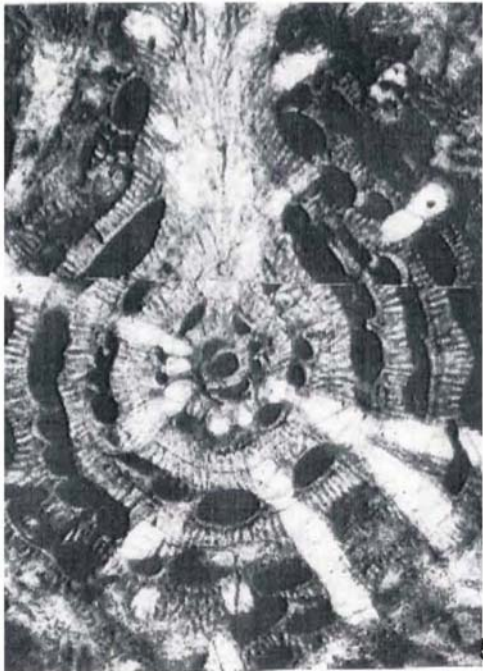
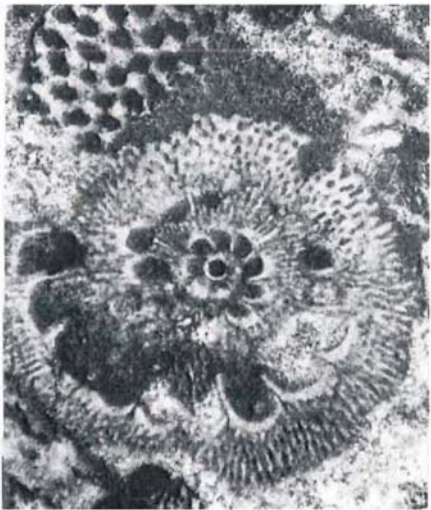
Şekil 5. Eksenel kesit, makrosferik form, (Erif kesiti, ZE-5), X40.

Siderolites denticulatus Douville

Şekil 6. Tüberküllerin görüldüğü yüzeye yakın kesit, (Çaldağ kesiti, ZÇ-7), X40.

Şekil 7. Kafes yapılı dikenin görüldüğü eğik kesit, (Çaldağ kesiti, ZÇ-8), X40.

LEVHA IV



**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
MÜHENDİSLİK FAKÜLTESİ DERGİSİ
SERİ A**

YERBİLİMLERİ

YAYIN İLKELERİ VE YAZIM KURALLARI

Yazıların nitelikleri

Cumhuriyet üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisinde yayınlanması istemiyle gönderilecek yazıların, yerbilimlerinin herhangi bir alanında (jeoloji, maden, jeofizik, hidrojeoloji, jeomorfoloji, deprem, jeoteknik, petrol vb.)bir konuyu içermesi, daha önce Türkçe olarak yayınlanmamış olması ve aşağıdaki niteliklerden en az birine sahip olması gerekir.

- a) Yerbilimleri alanında bilimsel yöntemlerle yapılmış, özgün sonuçları bulunan ve yerbilimlerine katkı oluşturacak bir çalışma,
- b) Yerbilimlerinin herhangi bir konusunda önceden yapılmış çalışmalarını eleştireci yaklaşımla derleyen ve yeni görüşler ortaya koyan derleme,
- c)Yerbilimleri konusunda, Türkiye'yi ve Türkiye'deki yerbilimcileri büyük ölçüde ilgilendiren, fakat yabancı bir dilde yayınlanmış bir yazının Türkçe'ye çevirisi.

Yazım Dili

Yerbilimleri Dergisinde yayın dili olarak Türkçe ve İngilizce kullanılmaktadır. Dergide yayınlanacak makalelerin başlıkları özetleri, çizelge ve şekil açıklamaları Türkçe ve yabancı dilde (İngilizce) olmak üzere iki dilde birlikte verilmektedir.

Makale Yazım Kuralları

- 1.Makalenin tümü metni çift aralıkla Windows Word programı ile 10 punto ve Arial karakterinde yazılmış olmalıdır. Metin sürekli satır ve sayfa numarası ile hazırlanmalıdır.
- 2.Şekiller bilgisayar çizim programları (Freehand, CorelDraw vb.) kullanılarak çizilmeli ve "jpeg" formatında gönderilmelidir.
- 3.Şekil ve çizelge başlıkları Türkçe ve İngilizce olarak ayrı liste halinde metin sonunda verilmelidir. Şekil ve çizelgeler birbirinden ayrı olarak numaralandırılmalıdır.
- 4.Bütün çizimlerde çizgisel ölçek kullanılmalıdır.
- 5.Şekil ve çizelge boyutları tek sütun için 7.5x23 cm, çift sütun için 16x23 cm den büyük olmamalıdır.

ÖZ

Anahtar kelimeler

ABSTRACT

Key words

GİRİŞ

ANA BAŞLIK

Birinci Derece Alt Başlık

İkinci derece alt başlık

Üçüncü derece alt başlık

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

KATKI BELİRTME

KAYNAKLAR

Kaynaklara Değınme

Makale metni içinde kaynaklara değınme aşağıdaki örneklere uygun olarak yapılmalıdır:

.....(Y. soyadı, 1988), (Y. soyadı ve Y. soyadı, 1988), (Y. soyadı vd., 1988)

.....Y. soyadı (1988), Y. Soyadı ve Y. Soyadı (1988) göre, Yazar vd.'ne (1988) göre
Kişisel (sözlü) görüşmeler(H.Yalçın, 1988, C.Ü.)....biçiminde belirtilmelidir.

Kaynakların Yazılması

Makale metni içerisinde değınilen kaynaklar aşağıdaki örneklere uygun şekilde verilmelidir:

Özgül, N., 1976.Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Brown, G., Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, G.W. Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.

Velde, B., 1977 Clays and Clay Minerals in Naturel and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology 21, Elsevier, Amsterdam, 218 p.

Çağlı, S., Kırıl, N., 1993. Sivas-Hafik-Kaçak Köyü AR-46519 nolu talk ruhsat sahasının maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No. 9512, 24 s.

Yazıların Gönderilmesi

Yazılar aşağıda verilen dergi ve editöre ait elektronik posta adreslerinin her ikisine birlikte gönderilmelidir.

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi

Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri

58140 SİVAS

Telefon : 0-346-219 10 10/1305 Fax : 0-346-219 11 71

yerbilimleri@cumhuriyet.edu.tr

isik.yilmaz@gmail.com

Cumhuriyet University
Bulletin of the Faculty of Engineering
Serie - A

Earth Sciences

INSTRUCTIONS FOR AUTHORS

Types of contributions

Manuscripts submitted in journal of Cumhuriyet University Bulletin of Faculty of Engineering Serie-A EARTH SCIENCES should have not been published and/or simultaneously submitted elsewhere. This journal is concerned with original research, new developments and case studies in any branch of earth sciences such as; geology, mining, geophysics, hydrogeology, geomorphology, earthquake, geotechnique, oil, etc.

Language

The languages of the journal are Turkish and English. Titles, abstracts, and captions of figures and tables are written in Turkish and English.

Preparation of manuscripts

1. Manuscripts should be typed double-spaced throughout, at a font size of 10 point (Arial), and with continuous line and page numbers.
2. Figures should be prepared using computer software (Freehand, CorelDraw etc.) and their "jpeg" files should be submitted.
3. Figure and Table captions must be prepared as a separate page at the end of the text.
4. Line scale must be submitted in figures if it is needed.
5. Sizes of the figures and tables are not allowed larger than 7.5x23 cm for single column, 16x23 cm for double column.

Manuscripts should generally be structured as follows.

Title (English and Turkish)

Name(s) of author(s) and their affiliations.

(The name and e-mail address of the corresponding author must appear following the author names)

ABSTRACT

Key words

INTRODUCTION

PRIMARY HEADING
Primary Sub Heading
Secondary sub heading
Tertiary sub heading

RESULTS AND CONCLUSIONS

ACKNOWLEDGEMENT(S)

REFERENCES

Citation of references in the text

In the text, references must be cited as following.

..... (Surname, 1988)
..... (Surname and Surname, 1988)
..... (Surname et al., 1988)
..... Surname (1988)
..... Surname and Surname (1988)
..... Surname et al. (1988)
Personal communications(H.Yalçın, 1988, C.Ü.)

Preparation of references

All references cited in the text, and in captions of figures and tables must be written in a list of "REFERENCES". Some examples for reference layout are given below.

Journal references:

Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeolojik özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19, 65-78.

Karacan, E., Yılmaz, I., 1997. "Collapse dolines in the Miocene gypsum: an example from SW Sivas (Turkey)". Environmental Geology, Springer-Verlag, 29 (3/4), 263-266.

Proceeding references:

Brown, G., Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In: Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, G.W. Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.

Book references:

Velde, B., 1977 Clays and Clay Minerals in Naturel and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology 21, Elsevier, Amsterdam, 218 p.

Published report references:

Çağlı, S., Kırıl, N., 1993. Sivas-Hafik-Kaçak Köyü AR-46519 nolu talk ruhsat sahasının maden jeolojisi raporu. MTA Rapor No. 9512, 24 s.

Personal communications:

Yalcin, H., 1988. Personal communication. Cumhuriyet University, Faculty of Engineering, Department of Geological Engineering, Sivas, Turkey.

Web page references:

Weier, J., Herring, D., 2005. Measuring vegetation (NDVI and EVI). Earth Observatory Library of NASA. <http://earthobservatory.nasa.gov/Library/MeasuringVegetation/>

Submission of manuscripts

Manuscripts for publication should be electronically (via e-mail) submitted to Editor whose address and e-mails are given below.

Prof. Dr. Işık YILMAZ

Cumhuriyet Üniversitesi
Mühendislik Fakültesi Dergisi, Seri A-Yerbilimleri
58140 SİVAS
Telefon : 0-346-219 10 10/1305 Fax : 0-346-219 11 71

yerbilimleri@cumhuriyet.edu.tr
isik.yilmaz@gmail.com

(Please send manuscripts to both e-mails)

Yayın Türü: Yerel Süreli Yayın
Publication Type: *National Journal*

Basım: Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi – Sivas
Printed by: *Cumhuriyet Üniversitesi – Rektörlük Basımevi - Sivas*

ISSN: 1016-7625