



Adapazarı-Bolu (Batı Karadeniz) yöresi Geç Paleosen-Eosen sedimanter istifinin kil mineralojisi

Clay mineralogy of the Late Paleocene-Eocene sedimentary sequence at Adapazarı-Bolu (Western Black Sea) region

Emel BAYHAN, Abdurrahim ŞAHBAZ, Sezai GÖRMÜŞ, Türker YAKUPOĞLU, Sezin HASDİĞEN, M.Akif SARIKAYA, Bülent BAŞARA

Hacettepe Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06532 Beytepe, ANKARA

ÖZ

Kuzey Anadolu Fay Zonu içinde kalan Adapazarı-Bolu (Batı Karadeniz) yöresinde Geç Paleosen-Eosen yaşlı sedimanter kayalar geniş bir alanda yüzeylenmektedir. Kusuri formasyonu adıyla tanımlanmış olan bu kayaların litolojisini konglomera, kumtaşı, kiltası, tuf ve tuf breşi oluşturmaktadır. Bu çalışmada, Kusuri formasyonu içinde, farklı lokasyonlarda stratigrafi kesitleri ölçülmüş ve kesitler boyunca örnekleme yapılmıştır. Bu örnekler üzerinde XRD (tüm kayaç ve kil fraksiyonu) ile ana element kimyasal analizleri yapılmış, ayrıca EDS destekli SEM çalışması gerçekleştirilmiştir. Örneklerin tüm kayaç mineralojisinde kuvars, kil, feldispat, mika ve kalsit bulunmuş, ayrıca birkaç örnekte de opal-CT, dolomit ve analcim belirlenmiştir. Kil fraksiyonu içinde bol oranda smektit ve illit, daha az oranda kaolinit ve klorit, çok az oranda da 14_C-14_V , 14_S-14_C , 10_I-14_S , vermikülit, pirofillit ve hallosit mineralleri saptanmıştır. Smektitlerin kimyasal analiz sonuçları; bunların baydelit, Fe-baydelit, ya da saponit karakterinde olduğunu ortaya koymuştur. Belirlenen smektit mineralleri, volkanik veya kırıntılı malzemelerin bozunmasıyla oluşmuştur. Diğer kil minerallerinden illit ve kloritler detritik kökenli olup, interstratifiye kil mineralleri ise alterasyon ürünüdür.

Anahtar Kelimeler: Adapazarı-Bolu , Geç Paleosen-Eosen sedimanter istifi, kil, jeokimya

ABSTRACT

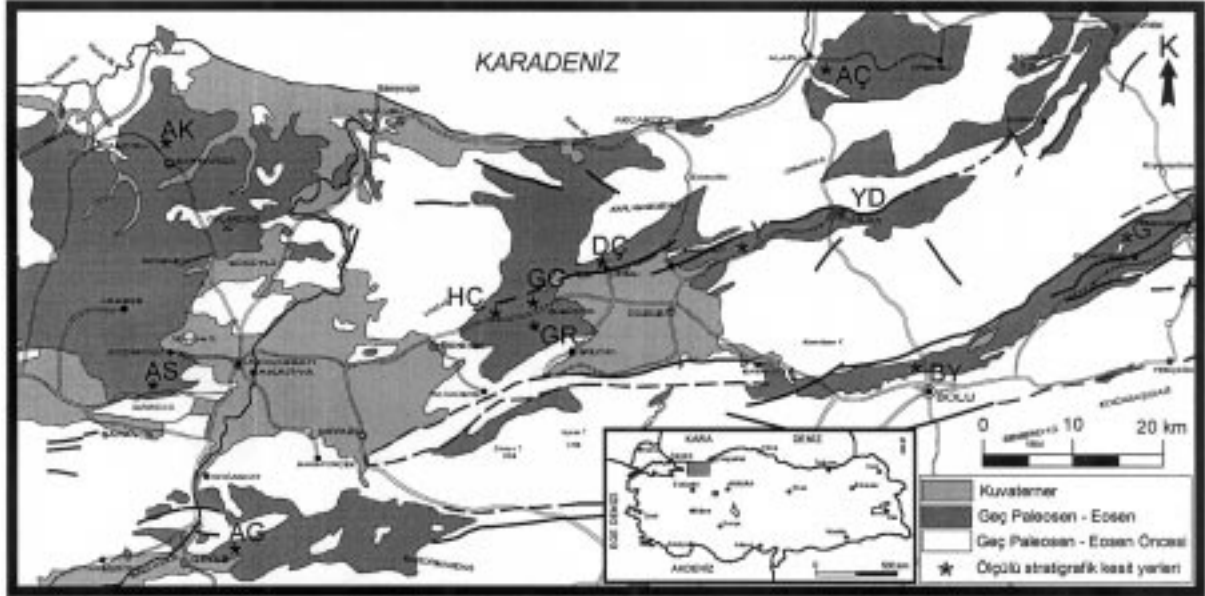
Late Paleocene-Eocene sedimentary rocks crop out in a large area at Adapazarı-Bolu (Western Black Sea) region located in the North Anatolian Fault Zone. The lithology of these rocks, named as Kusuri Formation, consists of conglomerate, sandstone, claystone, tuff and tuffaceous breccia. In this study, stratigraphic sections were measured at different locations in Kusuri formation and the samples were taken through these sections and XRD (whole rock and clay fraction), chemical analyses, SEM and EDS studies were carried out on the samples. In the whole rock samples; quartz, clay minerals, feldspars, mica minerals and calcite were determined as common minerals. Opal-CT, dolomite and analcime were also be found in some samples. In clay fraction, smectite and illite are abundant, kaolinite and chlorite are less abundant; 14_C-14_V , 14_S-14_C , 10_I-14_S , vermiculite, pyrophyllite, hallosite were also determined in trace amount. The chemical analyses indicated that smectites were beidellite, Fe-beidellite or saponite. The smectite minerals were formed by the alteration of volcanic and detrital materials. Among other clay minerals, illite and chlorites have detrital origin, while interstratified clay minerals are the products of alteration.

Key Words: Adapazarı-Bolu region, Late Paleocene-Eocene sedimentary sequence, clay, geochemistry

GİRİŞ

Bu çalışma, Adapazarı - Bolu yerleşim merkezlerini de içine alan (Şekil 1), yaklaşık 7800 km²'lik bir alanda gerçekleştirilmiştir. Kuzey Anadolu Fay Zonu içerisinde yer alan bu bölgede temel kayalara ve genç birimlere ait çalışmalar; Ketin

(1955), Şengör ve Yılmaz (1981), Görmüş (1982), Kaya ve Dizer (1982), Ercan ve Gedik (1983, 1986), Yazman ve Çokuğraş (1983), Ercan vd. (1984), Aydın vd. (1987), Nurlu (1991, 1993), Özaraç (1997) gibi araştırmacılar tarafından yapılmıştır. Ancak bu alan içinde yerel olarak ayrıntılı sedimantolojik çalışmalar Ilgar



Şekil 1. Çalışma alanının yerbulduru ve jeoloji haritası (1/500.000 ölçekli jeoloji haritasından basitleştirilmiştir).
Figure . Location and the geological map of the study area (Simplified from 1/500.000 scale geological map of Turkey).

(1996) ve Ilgar ve Şahbaz (1995, 1997) tarafından gerçekleştirilmiştir. Bununla birlikte, çalışılan yörede kil mineralojisine yönelik ayrıntılı bir çalışma bulunmamaktadır. Bu nedenle, Geç Paleosen-Eosen yaşlı sedimanter birimlerden stratigrafik kesitler boyunca alınan örneklerin tüm kayaç ve kil fraksiyonu mineralojisinin ve kökenlerinin araştırılması bu çalışmanın amacını oluşturmaktadır.

STRATİGRAFI

Batı Karadeniz Bölgesi'nde yer alan inceleme alanı, Geç Paleosen-Eosen yaşlı Kusuri Formasyonu (Yazman ve Çokuğraş, 1983) ile sınırlıdır. Bu çalışmada stratigrafik kesitlerin alındığı lokasyonlarda bu formasyon, uyumsuz olarak Geç Paleosen-Eosen öncesi yaşta metamorfik kayaçlar veya kireçtaşları üzerinde yer almaktadır (Şekil 2). İnceleme alanında Ilgar (1996)'ın çalıştığı kesim küçük bir alanı kapsamakta olup, bu alanda Kusuri Formasyonu bu araştırmacı tarafından dört üyeye ayrılarak incelenmiştir. Ancak çalışma alanının diğer kısımlarında bu dört üyenin düşey ve yanal yöndeki devamlılıklarının ayrılması mümkün olamamıştır.

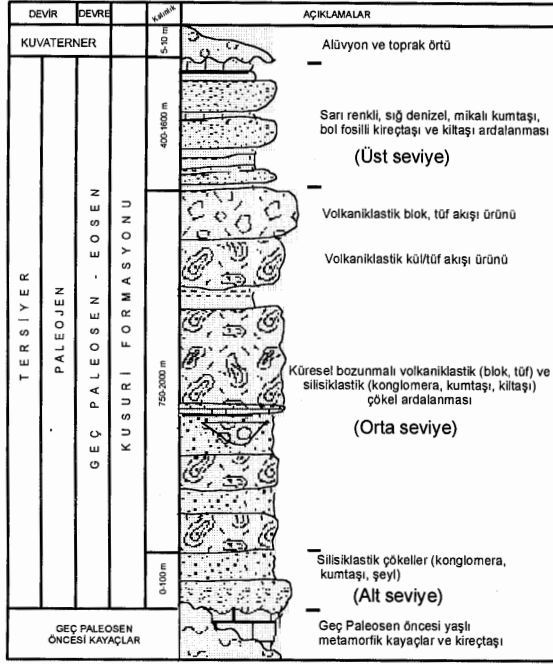
Batı Karadeniz'deki Geç Paleosen-Eosen yaşlı çökel istif genel olarak silisiklastiklerle (konglomera, kumtaşı, kiltası) başlamaktadır. Bu silisiklastikler, denizel türbit akıntı çökelleri olup, türbi-

ditlere özgü aşınma ve çizilme izleri, havza kenarına özgü oturma yapıları ve bazı seviyelerde kanal dolguları içermektedir. Silisiklastiklerin üzerindeki volkaniklastikler, çapları 1m.'ye kadar ulaşan ve andezit blokları içeren tüf breşi ve yeşil tüfler halinde gözlenmektedir. Tüfler; alt seviyelerde litik, orta seviyelerde kristal, üst seviyelerde ise vitrik tüf özelliğindedir. İstifin üst seviyeleri ise, fırtına çökeli silisiklastikler ile fosilli kalkarenitlerden oluşmuştur. İstifin en üstünde Kuvaterner yaşlı alüvyon çökelleri yer almaktadır.

MALZEME VE YÖNTEM

Sahada, Geç Paleosen-Eosen yaşlı birimden 12 adet stratigrafik kesit ölçülmüş ve bu kesitler boyunca 80 örnek alınmıştır. Şekil 3-14'te verilen ölçülü stratigrafik kesitlerden Şekil 3, genelleştirilmiş stratigrafik istifin alt seviyelerine, Şekil 4 orta seviyelerine, Şekil 5-7 orta-üst seviyelerine, Şekil 8, 9, 11, 12 alt, orta, üst seviyelerine, Şekil 10, 13, 14 ise, birimin yalnızca üst seviyelerine karşılık gelmektedir.

Söz konusu istifler boyunca alınan örneklerin tamamında tüm kayaç ve kil fraksiyonunu oluşturan mineraller saptanmıştır. Tüm kayaç mineralojisi belirlenirken ASTM (1972) kartoteksinden yararlanılmış, mineral yüzdelerinin hesaplanmasında ise Gündoğdu (1982) tarafından önerilen



Şekil 2. Çalışma alanının genelleştirilmiş stratigrafik kesiti

Figure 2. Generalized stratigraphic section of the study area

yöntem kullanılmıştır. Kil fraksiyonundaki minerallerin saptanmasında, bu minerallerin (001) yansımalarından elde edilen d değerleri Grim (1968), Brindley (1980) ve Wilson (1987)'e göre değerlendirilmiştir. Kil fraksiyonunun kimyasal bileşimi ile simektitlerin yapısal formüllerinin saptanması amacıyla bazı örneklerde ana element kimyasal analizleri yapılmıştır. Ayrıca, minerallerin mikromorfolojik özelliklerinin tanımlanması için SEM çalışması, kil minerallerinin yarı nicel bileşimlerini belirleyebilmek için de EDS analizi yapılmıştır. Bu analizlerden, tüm kayaç ve kil fraksiyonu mineralojisi Philips PW-1140 model X-ışınları difraktometresi, kimyasal analizler Philips PW-1480 model X-ışınları floresans spektrometresi ile Hacettepe Üniversitesi laboratuvarlarında, SEM ve EDS çalışmaları ise, TPAO Genel Müdürlüğünde JEOL JSM 84-A-EDX model taramalı elektron mikroskobu ile gerçekleştirilmiştir.

TÜM KAYAÇ VE KİL FRAKSİYONU MİNERALOGİSİ

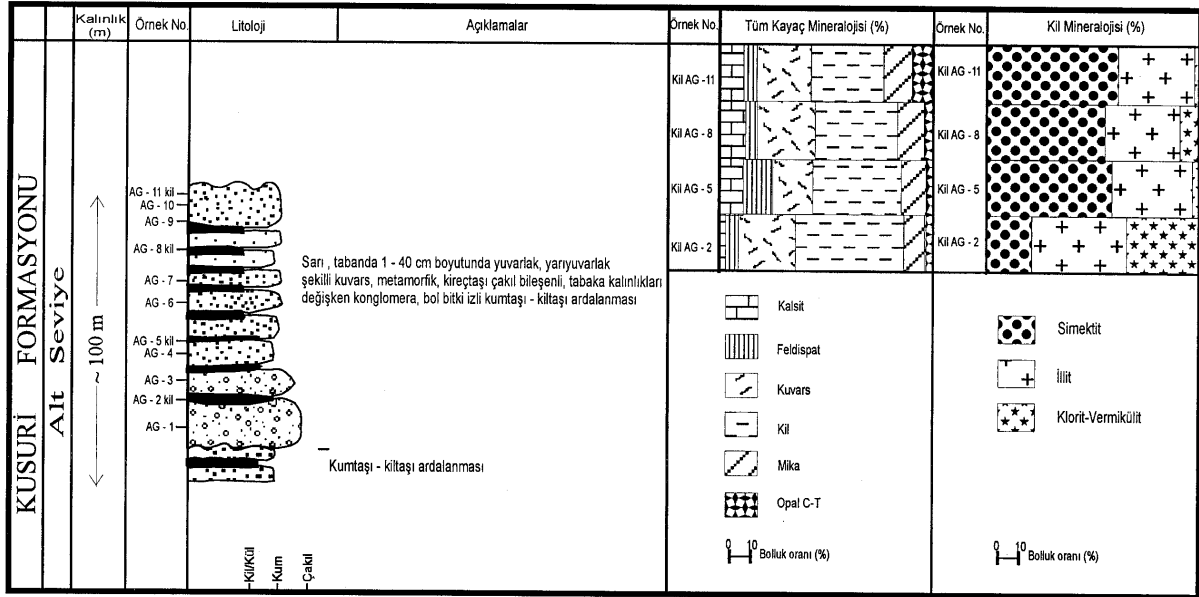
Adapazarı-Bolu bölgesinden ölçülü stratigrafik kesitleri boyunca alınan örneklerin tüm kayaç ve

kil fraksiyonu analiz sonuçları Şekil 3-14'de verilmiştir. Çalışma alanına ait örneklerin tüm kayaç analiz sonuçlarında kuvars, kil, feldispat, mika ve kalsit en sık rastlanan minerallerdir. Bazı örneklerde opal-CT, dolomit ve analsim de belirlenmiştir. Tüm kayaç mineral parajenezi içinde kil % 8-84 arasındaki bolluk oranı göstermektedir. Kuvars % 2-48, feldispat % 3-56 ve mika % 8-29 arasındaki bolluklardadır. Kalsit, çok sayıda örnekte mevcut olup, ancak birkaç örnekte % 97'ye varan oranlarda bulunmaktadır. Bir diğer karbonat minerali olan dolomit de, kalsit gibi karbonatlı seviyelerde ve az sayıda örnekte saptanmıştır. Analsim ise, tüflü seviyelerle birlikte piroklastik malzeme içeren kilitaşlarında az olarak bulunan mineraldir.

Bu yörelerden alınan örneklerin kil fraksiyonu içinde simektit egemen mineral olarak saptanmıştır. Simektit ile birlikte, ancak bu mineralden daha az oranlarda bulunan bir diğer mineral illitir. Bunların dışında daha az oranlarda kaolinit ve klorit, çok az olarak da 14_C-14_V , 14_S-14_C , 10_V-14_S , vermikülit, pirofillit ve hallosit kil fraksiyonunda bulunan diğer minerallerdir.

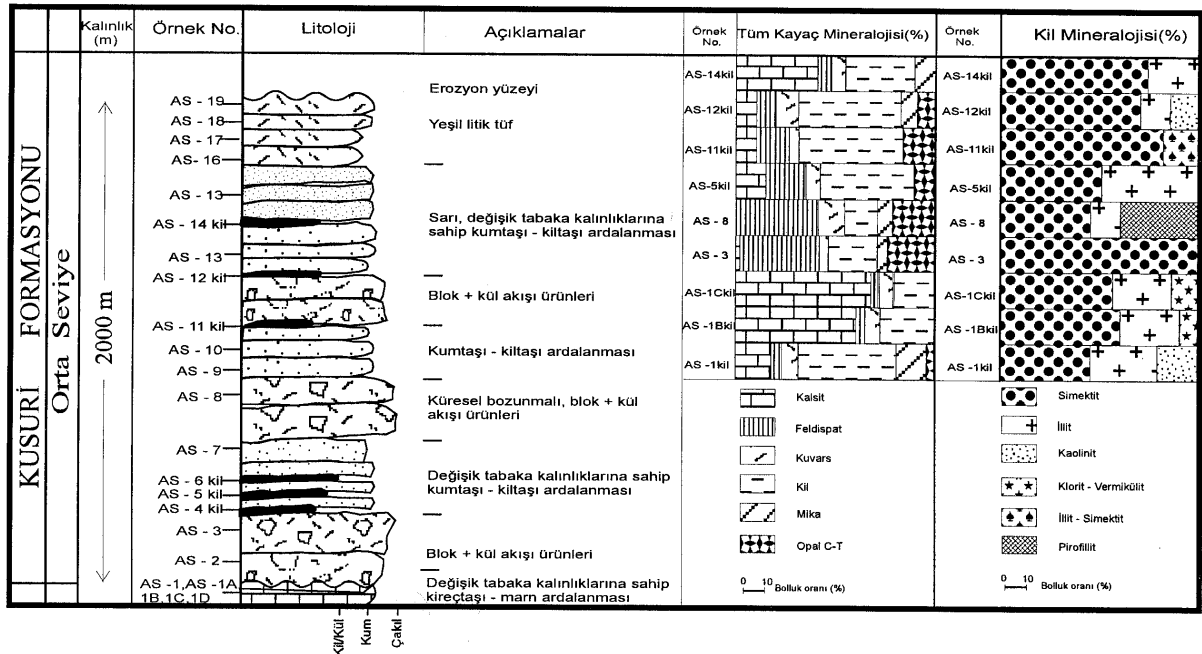
Çalışma alanı içinde simektit grubu kil mineralleri sadece üç örnekte belirlenememiş, ancak bunların dışında kalan tüm örneklerde % 25-100 arasındaki bolluklarda bulunmuştur. İllit daima simektit ile birlikte, ancak az oranlarda olup, sadece bir örnekte % 100 bolluğa sahiptir. Mevcut diğer minerallerin bolluk oranları ise düşüktür.

Bölgeden alınan stratigrafik kesitlerden sadece Bolu-Yedigöller (BY) kesitinde (bkz. Şekil 10), simektit az oranda bulunmaktadır. Diğer tüm kesitlerde ise simektit egemen durumda olup, istiflerde kil mineral tür ve bolluklarında ayırtedici bir değişim gözlenmemektedir. Ilgar (1996) bölgede yaptığı çalışmada, Kusuri formasyonunu dört üyeye ayırarak incelemiştir. Araştırmacı, en altta türbiditlerden oluşan Akçakoca üyesinin bulunduğunu, bunun üzerinde yer alan Sürmeli ve Raşit Ağa üyelerinin ise volkanoklastiklerden oluştuğunu belirtmekte, en üstte ise, kumtaşları, siltaşları ve fosilli kireçtaşlarının yer aldığını açıklamaktadır. Araştırmacı, yaptığı çalışmada kil minerali olarak simektit, illit, klorit, kaolinit ve 14_S-14_C bulmuştur. Ilgar (1996), türbiditlerin egemen olduğu en alt üye hariç, diğer üç üyede simektit grubunu egemen mineral türü olarak belirlemiş, daha az oranlarda illit ve çok az ola-



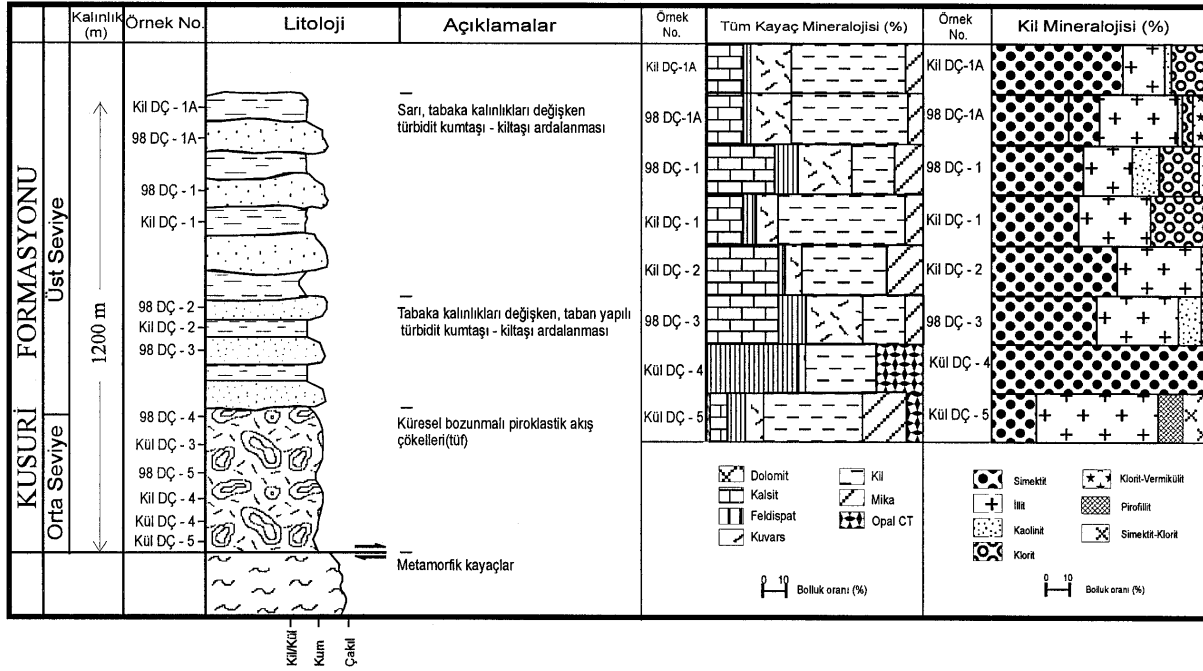
Şekil 3. Adapazarı - Geyve (AG) stratigrafi kesitinde (alt seviye) minerallerin düşey dağılımı

Figure 3. Vertical distribution of the minerals in Adapazarı - Geyve (AG) stratigraphic section (lower level)



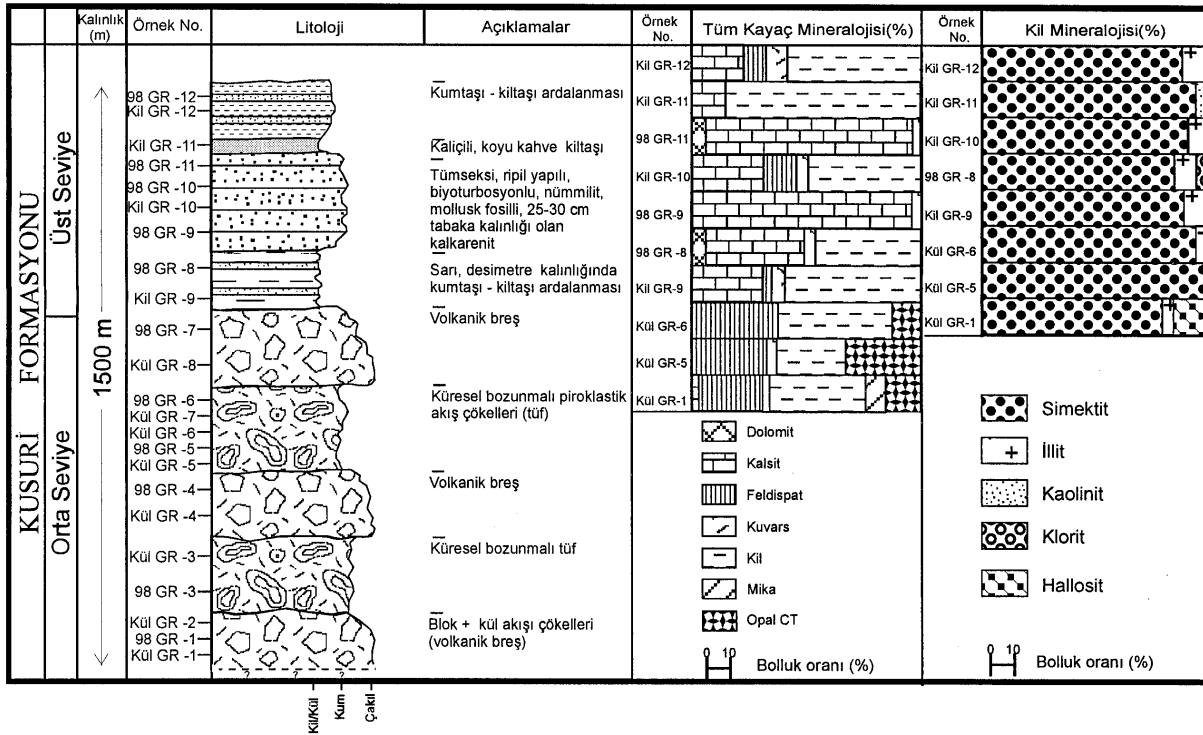
Şekil 4. Adapazarı - Serdivan (AS) stratigrafi kesitinde (orta seviye) minerallerin düşey dağılımı

Figure 4. Vertical distribution of the minerals in Adapazarı - Serdivan (AS) stratigraphic section (middle level)



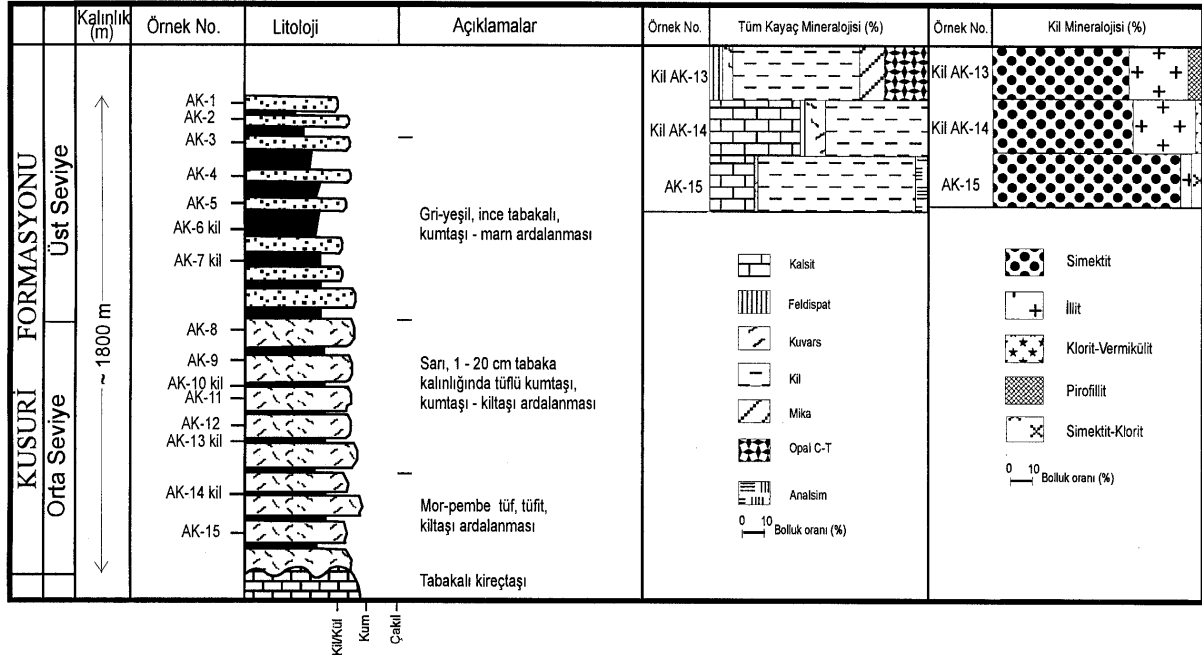
Şekil 5. Düzce - Çilimli (DÇ) stratigrafi kesitinde (orta - üst seviye) minerallerin düşey dağılımı

Figure 5. Vertical distribution of the minerals in Düzce - Çilimli (DÇ) stratigraphic section (middle - upper level)

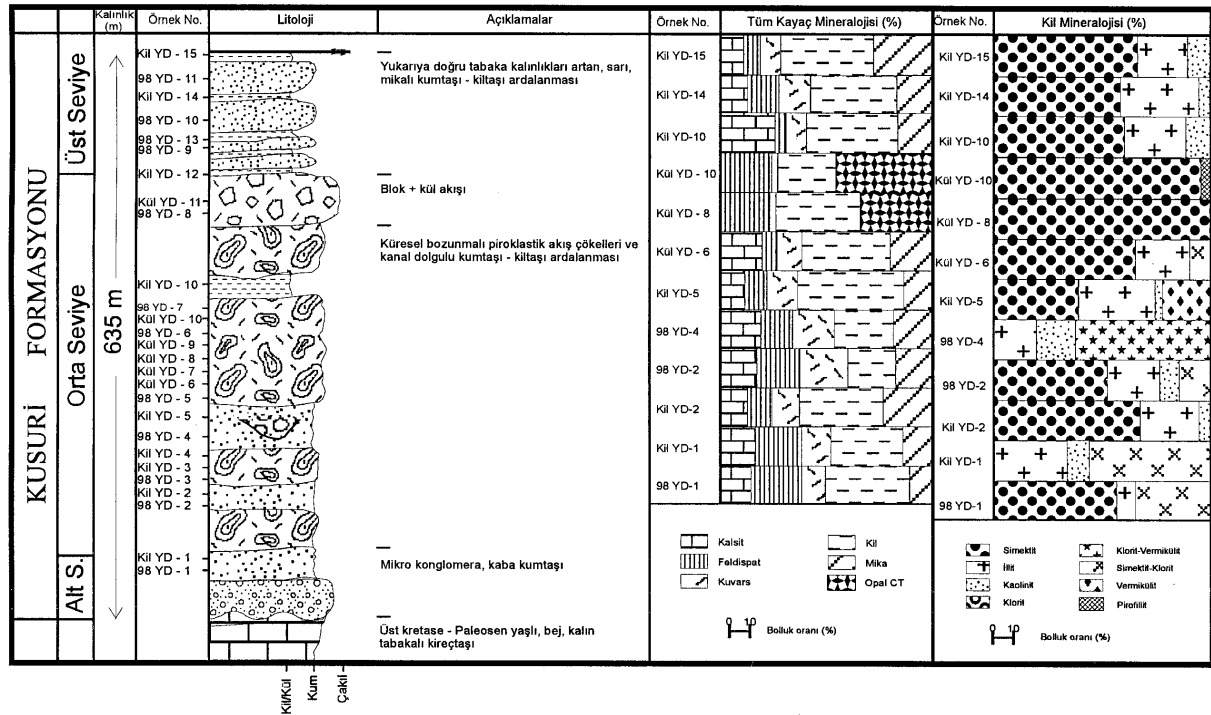


Şekil 6. Gümüşova - Radyolink (GR) stratigrafi kesitinde (orta - üst seviye) minerallerin düşey dağılımı

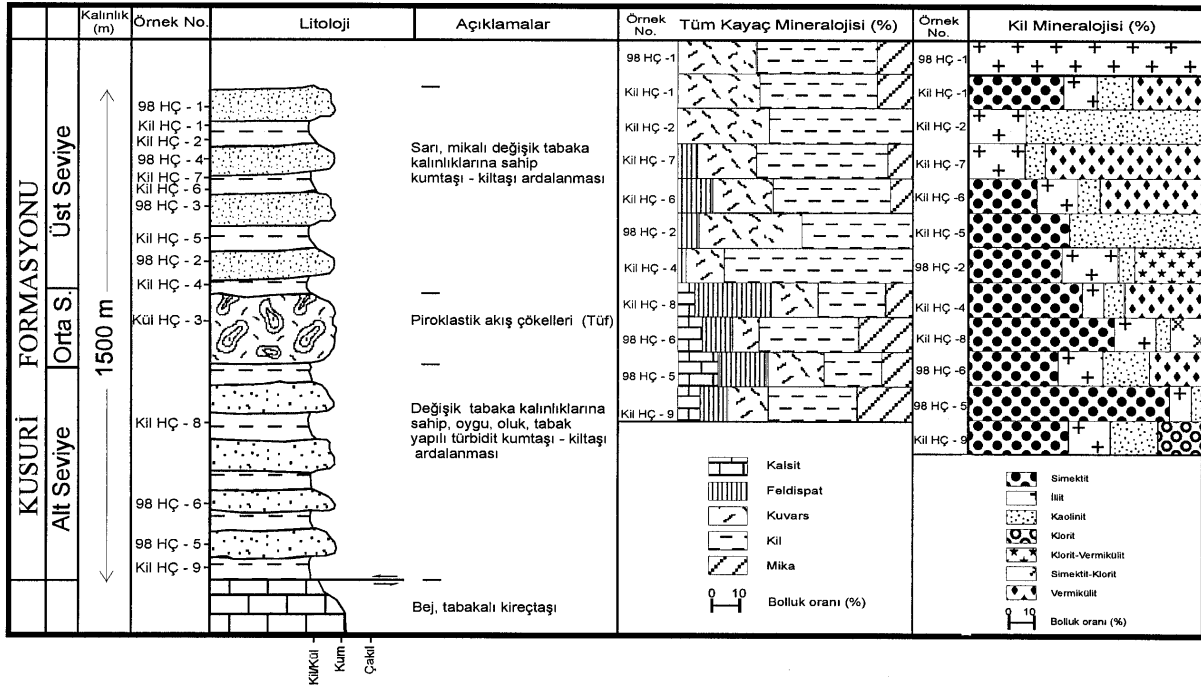
Figure 6. Vertical distribution of the minerals in Gümüşova - Radyolink (GR) stratigraphic section (middle - upper level)



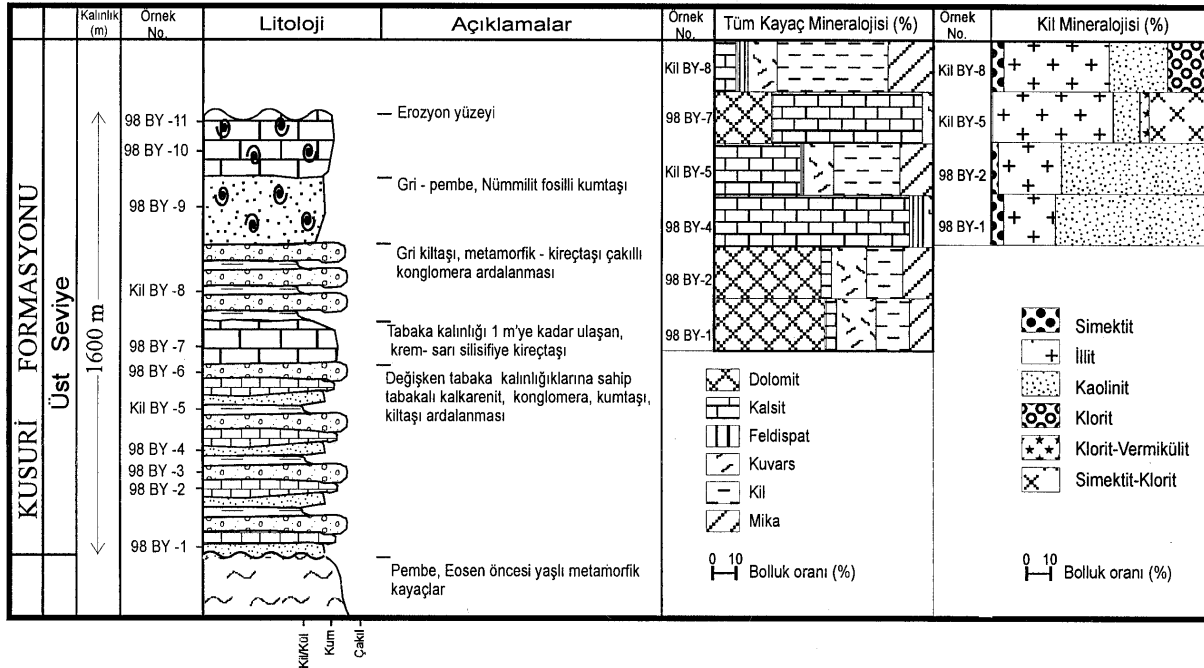
Şekil 7. Adapazarı - Kaynarca (AK) stratigrafi kesitinde (orta - üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 7. Vertical distribution of the minerals in Adapazarı - Kaynarca (AK) stratigraphic section (middle - upper level)



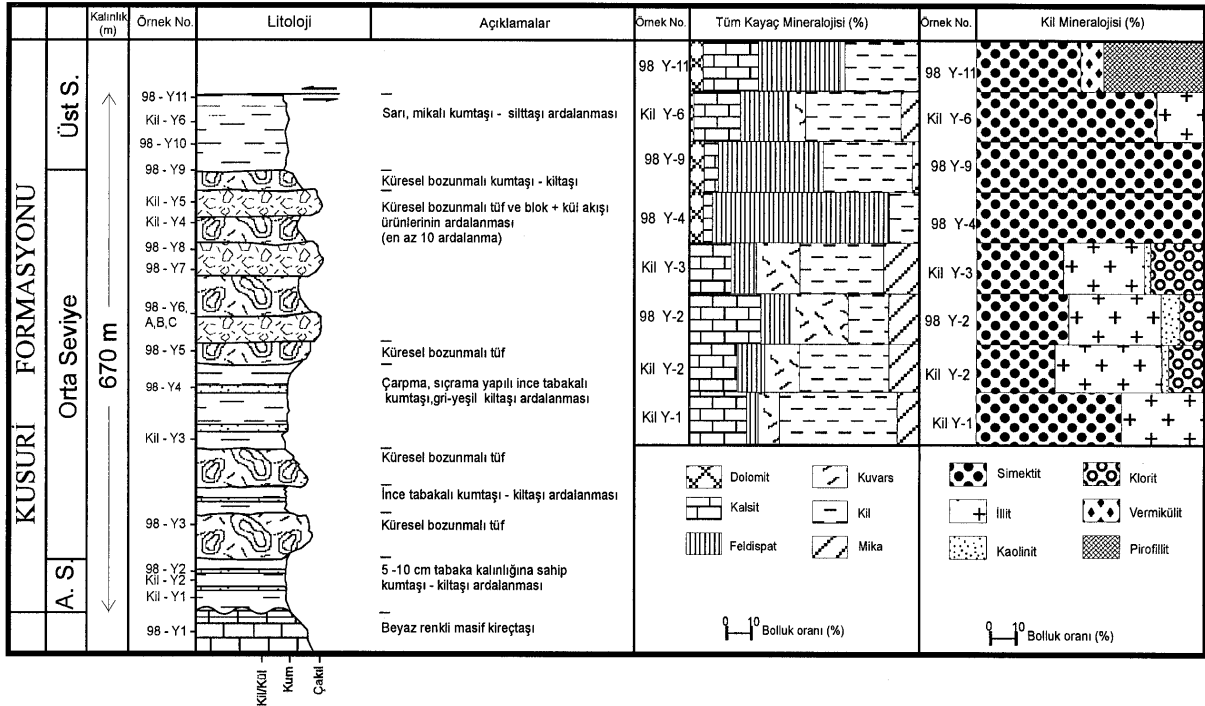
Şekil 8. Yiğilca - Doğanlıca (YD) stratigrafi kesitinde (alt - orta - üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 8. Vertical distribution of the minerals in Yiğilca - Doğanlıca (YD) stratigraphic section (lower-middle-upper level)



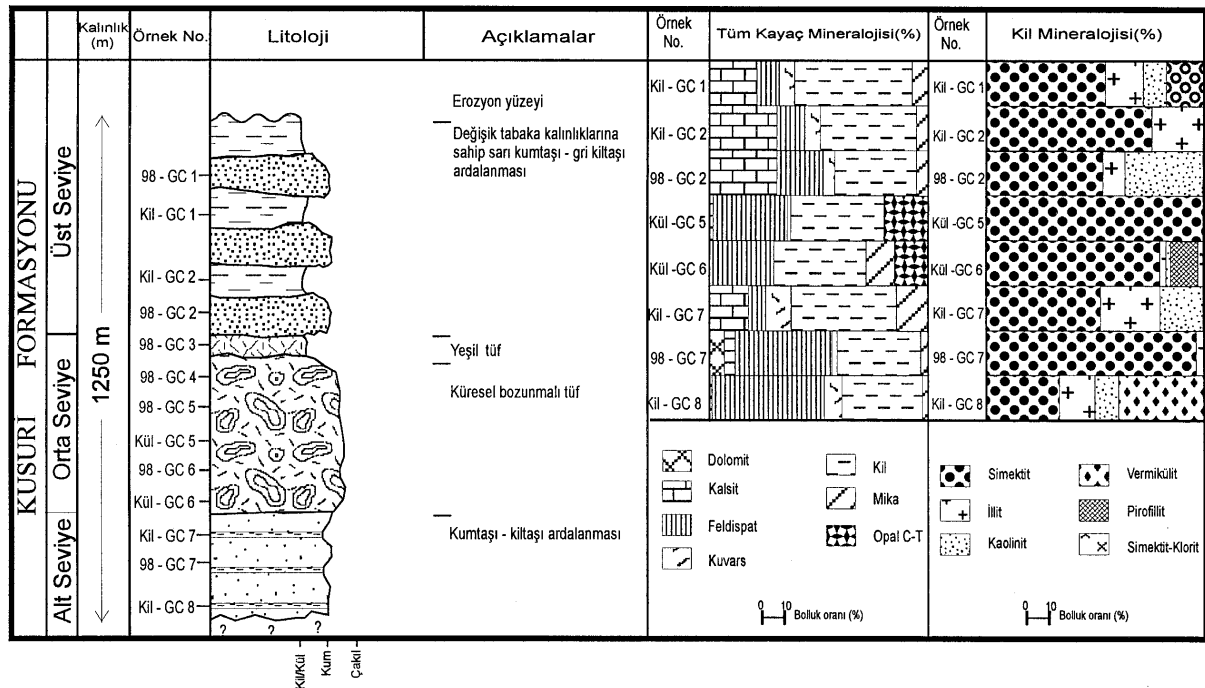
Şekil 9. Hendek - Çamdağ (HÇ) stratigrafi kesitinde (alt - orta - üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 9. Vertical distribution of the minerals in Hendek - Çamdağ (HÇ) stratigraphic section (lower-middle-upper level)



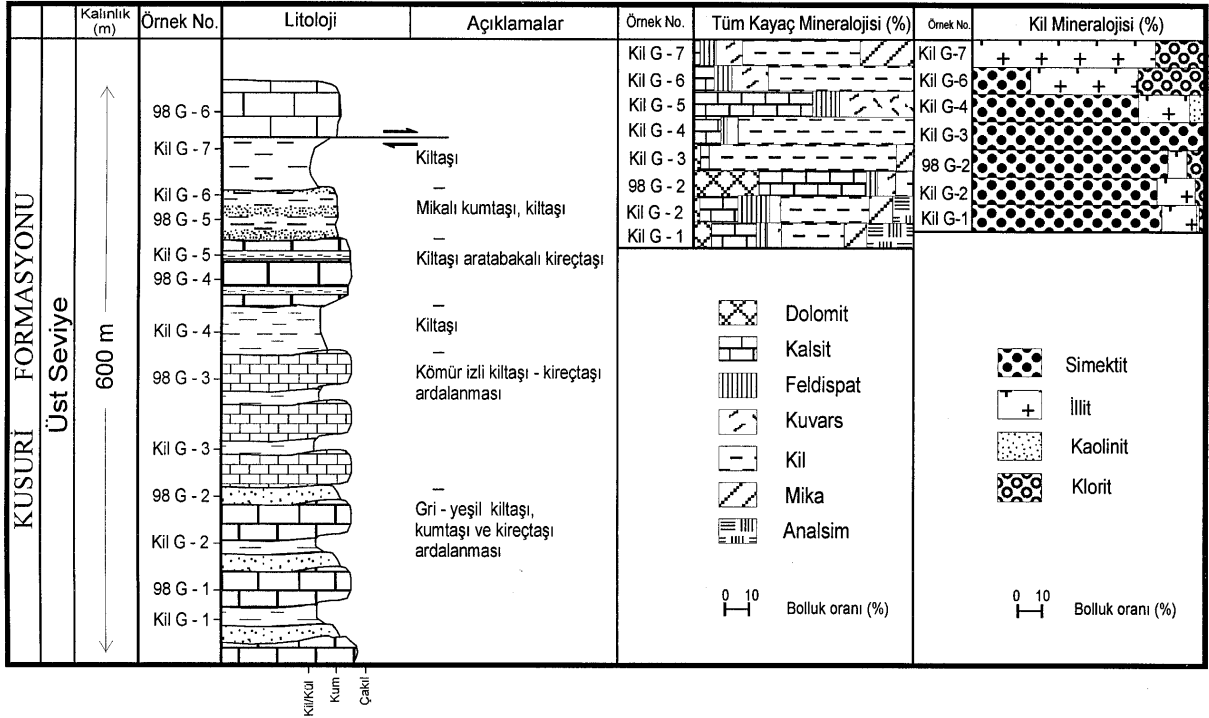
Şekil 10. Bolu - Yedigöller (BY) stratigrafi kesitinde (üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 10. Vertical distribution of the minerals in Bolu - Yedigöller (BY) stratigraphic section (upper level)



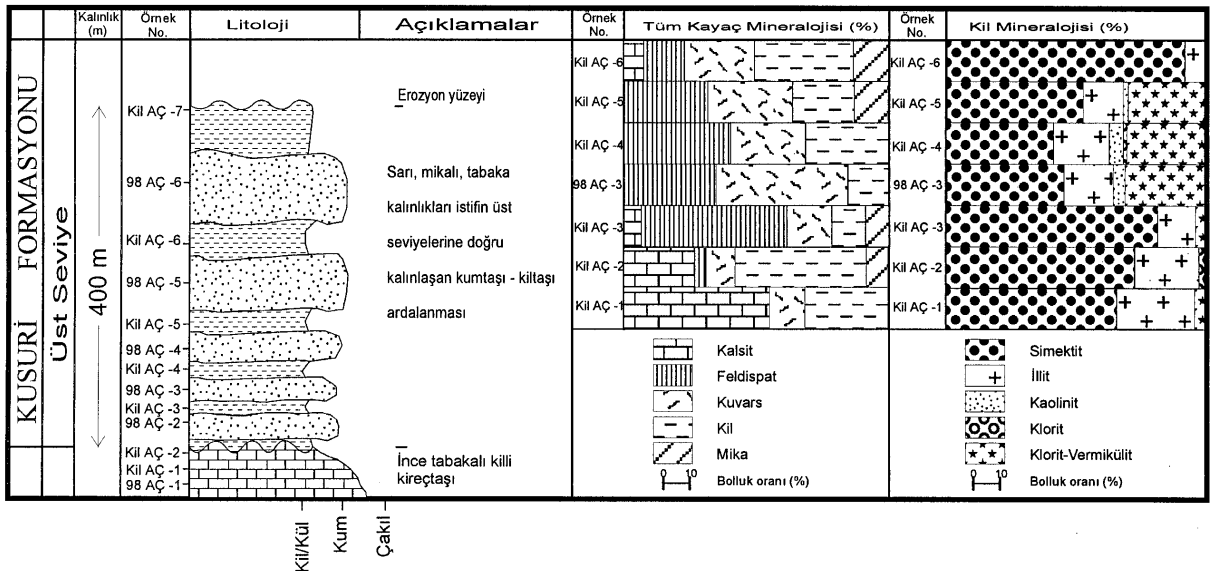
Şekil 11. Yiğilca (Y) stratigrafi kesitinde (alt - orta - üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 11. Vertical distribution of the minerals in Yiğilca (Y) stratigraphic section (lower-middle-upper level)



Şekil 12. Gümüşova - Cumayeri (GC) stratigrafi kesitinde (alt - orta - üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 12. Vertical distribution of the minerals in Gümüşova - Cumayeri (GC) stratigraphic section (lower-middle-upper level)



Şekil 13. Gökçesu (G) stratigrafi kesitinde (üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 13. Vertical distrubution of the minerals in Gökçesu (G) stratigraphic section (upper level)



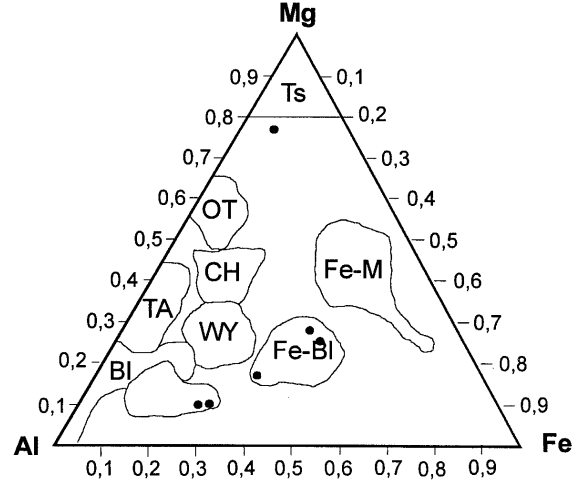
Şekil 14. Alaplı - Çöngelli (AÇ) stratigrafi kesitinde (üst seviye) minerallerin düşey dağılımı
Figure 14. Vertical distrubution of the minerals in Alaplı - Çöngelli (AÇ) stratigraphic section (upper level)

rak $^{14}_S$ - $^{14}_C$ saptamıştır. En alt üyede ise, aynı mineraller değişik oranlarda bulunmuştur.

KİL MİNERALLERİNİN JEOKİMYASI

Çalışma alanında kil fraksiyonunun kimyasal bileşiminin belirlenmesi amacıyla 12 örnek üzerinde ana element analizi yapılmıştır (Çizelge 1). Analiz sonuçlarına göre genel olarak, kil fraksiyonunun Al_2O_3 yüzdesi yüksek olup, Al_2O_3 'den sonra Fe_2O_3 önemli, MgO ise, bir örneğin dışında (Kil G-3), çok düşük yüzdelerde bulunmaktadır. Bazı örneklerde Na_2O miktarı aletsel kayıt limitlerinin altında kalmıştır. Kil fraksiyonu içinde illitin bulunduğu örneklerde K_2O miktarında artma görülmektedir. Çizelge 2'de ise 6 adet simektit üzerinde 11 oksijen atomu temel alınarak Weaver ve Pollard (1973)'e göre hesaplanan yapısal formüller verilmiştir.

Simektitlerin yapısal formülleri değerlendirildiğinde, bunların dioktahedrik ve trioktahedrik karakterde olduğu gözlenmektedir. Weaver and Pollard (1973) tarafından da belirtildiği gibi, dioktahedrik olan (Kil GR-10, Kil GR-11, Kil AÇ-6) bu simektitlerde Al, oktahedrin en önemli katyonu olup, oktahedrin dışında tetrahedral boşluklarda da bulunmaktadır. Bu nedenle, yapısal formüldeki oktahedrlere ortaya çıkan eksiklik Fe ve Mg tarafından doldurulmaktadır. Ancak Al'ca zengin killerde Fe içeriği Mg'a oranla daha fazladır. Şekil 15'den görüleceği gibi, Kil GR-10 ve Kil GR-11 no.lu örnekler baydelit, Kil AÇ-6 no.lu örnek ise yüksek Al ve Fe içerikleri nedeniyle Fe-baydelit olarak adlandırılmıştır. Demirce zengin baydelitler, Gümüşer ve Yalçın (1998) tarafından Reşadiye-Niksar yöresinde, Mayayo vd. (2000) tarafından da Kuzeydoğu İspanya'da saptanmıştır. Analizi yapılan Kil G-3 no.lu örnek, Şekil 15'deki Mg-Al-Fe üçgen diyagramında Mg köşesine yakındır ve bu nedenle saponit olarak adlandırılmıştır. Sadece yapısal formülleri değerlendirildiğinde, diğer iki örnek oktahedrik katyon olarak Mg'un daha fazla oluşu nedeniyle ilk bakışta Fe-saponit olarak adlandırılabilir. Ancak, Şekil 15'deki Mg-Al-Fe üçgenine yerleştirildiğinde, saponit köşesinden uzakta olduğu için ve Al-Fe içeriklerinin fazlalığı nedeniyle bu iki örnek de Fe-baydelit olarak tanımlanmıştır. Mayayo vd. (2000), benzer bileşimli simektitleri baydelit ve saponit arasında ara bileşimler olarak nitelendirerek, bunlara bay-



Şekil 15. Simektitlerde ana oktahedral katyonların üçgen diyagramda değişimi (TA = Tatavilla, OT = Otay, CH = Cheto, Wy = Wyoming-tip montmorillonitler ve Fe-M = Fe'ce zengin türleri, BI = Baydelit ve Fe-BI = Fe'ce zengin baydelitler; Güven 1988'den)

Figure 15. The Ternary variation diagram of the main octahedral cations for smectites (TA=Tatavilla, OT=Otay, CH = Cheto, Wy=Wyoming-type montmorillonites and Fe-M=Fe-rich varieties, BI=beidellite, Fe-BI= Fe-rich beidellites; after Güven 1988)

delit-saponit adını vermiştir. Bunların dışında, Şekil 16'da SEM görüntüsü ile EDS diyagramları verilen simektitin de Al ve Fe'ce zengin olduğu gözlenmiştir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Adapazarı - Bolu yöresindeki sedimanter istiflerde en bol bulunan kil minerali simektit grubu minerallerdir. Genellikle dioktahedrik ve baydelit karakterinde olan bu simektitler, çalışma alanındaki sedimanter istif içinde tüflerde ve kırıntılı birimlerde belirlenmiştir. Millot (1970), Grim (1968), Chamley (1989) ve Velde (1985), volkanik malzemenin bozunması sonucu simektitlerin oluşacağını belirtmek-tedirler. Şekil 16b-c'de gösterildiği gibi, tüflere bağlı simektitler volkanik malzemenin bozunması sonucu oluşmuştur. Ayrıca, tüflü birimlerde çok az olarak bulunan anal-sim de volkan camının alterasyonu sonucu oluşmaktadır. Yine çok az bolluk yüzdesine sahip opal-CT de volkanik camın simektit-leşmesi sonucu artan silisin kristalleşmesidir. Çalışma alanında tüflü birimlerin dışında, kırıntılı birimlere bağlı olan dioktahedrik simektitler de mevcuttur.

Çizelge 2. Simektitlerin ana element analiz sonuçları ve yapısal formülleri
Table 2. The results of major element analysis of smectites and their structural formulas

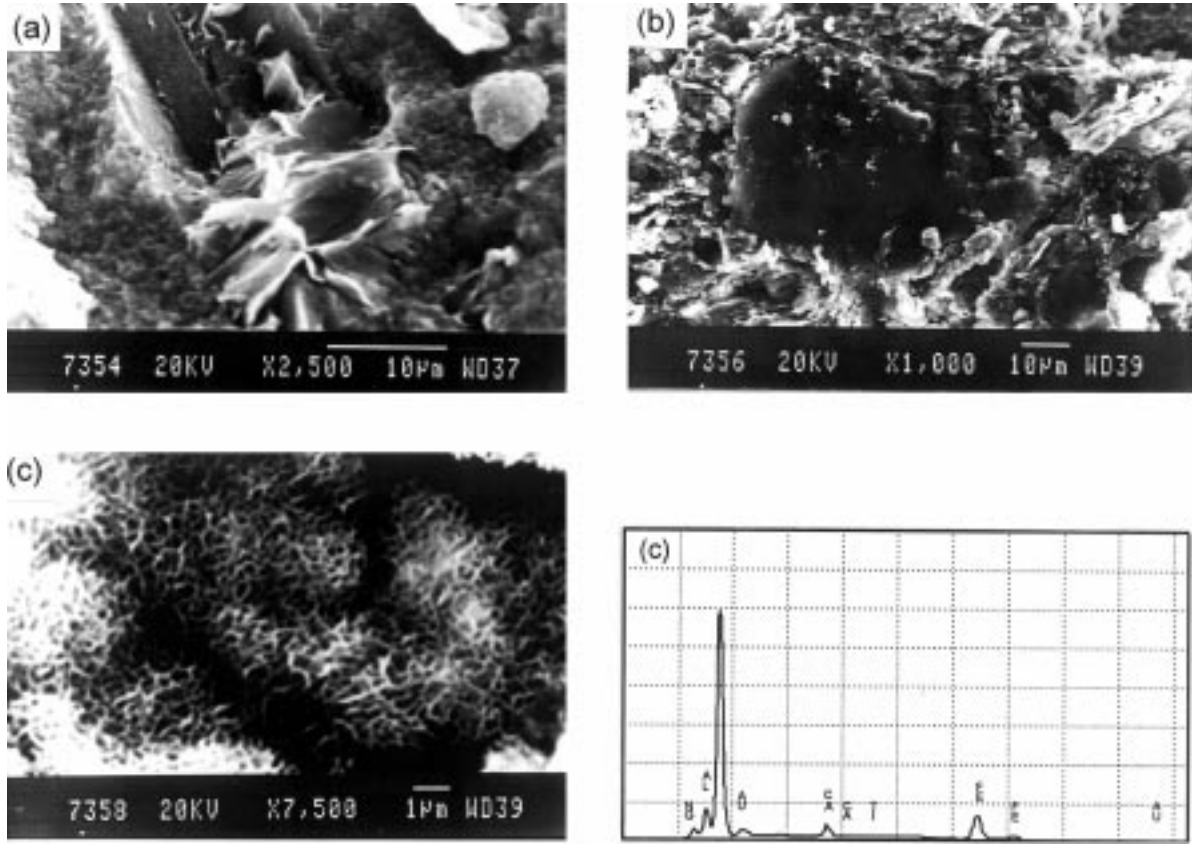
Örnek No.	98 GC - 7	98 Y - 4	Kil AÇ - 6	Kil G - 3	Kil GR - 10	Kil GR - 11
% oksit						
SiO ₂	48.54	52.03	52.92	53.82	54.83	55.56
Al ₂ O ₃	14.26	12.57	18.24	5.43	21.71	21.35
Σ Fe ₂ O ₃	14.67	11.73	10.16	2.26	6.62	6.57
MnO	0.07	0.07	0.03	0.01	0.02	0.01
MgO	8.52	8.81	4.57	25.89	2.28	2.42
CaO	1.42	2.12	0.60	0.84	1.35	1.94
Na ₂ O	1.00	1.58	1.50	<0.01	<0.01	<0.01
K ₂ O	0.69	1.24	2.45	0.12	1.35	0.39
TiO ₂	1.35	0.76	0.68	0.24	0.74	1.01
P ₂ O ₅	0.02	0.03	0.06	<0.01	0.05	0.01
LOI*	10.51	10.87	7.96	9.99	11.80	9.98
TOPLAM	101.05	101.81	99.17	98.60	100.75	99.24
Si	3.41	3.61	3.61	3.71	3.71	3.73
Al	0.59	0.39	0.39	0.29	0.29	0.27
Al	0.59	0.64	1.08	0.15	1.44	1.42
Ti	0.07	0.04	0.03	0.01	0.04	0.05
Fe	0.78	0.61	0.52	0.12	0.34	0.33
Mg	0.89	0.91	0.37	2.66	0.18	0.20
Ca	0.11	0.16	0.04	0.06	0.09	0.14
Na	0.14	0.21	0.20	-	-	-
K	0.06	0.11	0.21	0.01	0.12	0.03
Mg	-	-	0.10	-	0.05	0.05

LOI* = Ateşte Kayıp

Feldispatların simektite dönüşmesi bilinen bir mekanizmadır (Şekil 16a). Ancak kırıntılı birimlerde gözlenen simektitlerin kökeni tümüyle bu alterasyona bağlanamaz. Bu süreç, oluşum mekanizmalarından biri olarak görülmektedir. Benzeri bir durum, Bayhan vd. (1998) tarafından da gözlenmiştir. Simektitlerde Fe ve Ti elementlerinin yüksek oranda bulunması, bu simektitlerin ayrıca kırıntılı malzemenin transformasyonu veya otijenezi ile oluşabileceğini de düşündürmektedir.

Çalışma alanı içinde kil fraksiyonunda homojen bir mineralojinin saptanmış olması, bu bölgenin tek bir kaynaktan beslenmesi şeklinde yorumlanmaktadır. Ancak istifin alt, orta ve üst seviyelerini içeren BY kesitinde (bkz. Şekil 10) mineral bolluğu açısından farklı bir mineralojinin gözlenmesi, bu yörede kırıntı getiriminin daha fazla

olduğuna işaret etmektedir. Simektitlerin dışında illit ve kloritler için temel kayaç konumunda olan metamorfikler kaynak oluşturmaktadır. Metamorfik kayaçlar ayrıca çok az olarak bulunan pirofillit için de kaynak kayadır. Bu çalışmada da çok az bulunan hallosit minerali, birçok araştırmacı tarafından değişik lokalitelerde saptanmıştır. Carrol, (1970; Chamley, 1989'dan) alterasyon zonlarında, koyu renkli mineraller ile feldispatlardan türeyen simektitlerin transformasyonu sonucu hallosit mineralinin oluştuğunu belirtmiştir. Quantin vd. (1987; Chamley, 1989'dan) İtalya'da yaptıkları çalışmada hallositin, trakitik pümsilerin doğrudan alterasyonu sonucunda oluştuğu yorumunu yapmışlardır. Lowe (1986; Chamley, 1989'dan) Yeni Zelanda da piroklastik malzeme içinde hallosit bulmuştur. Bu çalışmada sadece bir kesitte, tek bir tuf örneğinde %10 civarında bulunan hallositin volkanik camın alte-



Şekil 16. Simektit mineralinin SEM mikrofotografaları ve EDS diyagramı

a) Feldispatlar üzerinde gelişmiş simektitler, örnek no: AK-15

b) Bağlayıcı malzemede simektitler, örnek no: Kil GC-7

c) Volkan camından oluşmuş simektitler ve simektite ait EDS diyagramı örnek no: Kül DÇ-5

Figure 16. SEM photomicrographs and EDS diagram of the smectite mineral

a) The smectites grown up on the upper surface of feldspars, sample no: AK-15

b) The smectites in the matrix, sample no: Kil GC-7

c) The smectites formed from volcanic glass and EDS diagram of them, sample no: Kül DÇ-5

rasyonu ile oluştuğu düşünülmektedir. Bolluk oranı az olan kaolinitler de alterasyon sonucu oluşmuştur. İnterstratifiye kil mineralleri ise, yine koyu renkli minerallerin alterasyon ürünleridir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Hacettepe Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından desteklenen 97.02.602.007 no.lu "Adapazarı-Bolu (Batı Karadeniz) Bölgesinin Yayönü-Yayarası Çökellerinin Sedimentolojik İncelenmesi" isimli proje kapsamında yapılmıştır. Yazarlar, bu araştırmanın gerçekleşmesini sağlayan Hacettepe Üniversitesi Araştırma Fonu'na, SEM görüntüleri ile EDS diyagramlarının çekimlerini sağlayan TPAO Genel Müdürlüğü, Araştırma Grubu Müdürü Dr. Oğuz Ertürk ve

SEM laboratuvarı sorumlusu Abdullah Öner'e, makaleyi değerlendiren ve eleştirileri ile katkıda bulunan Sivas Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Prof. Dr. Hüseyin Yalçın'a , XRD-tüm kayaç ve kil fraksiyonu çekimleri ile kimyasal analizlerin yapılmasını sağlayan Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümünden Doç.Dr. Abidin Temel ile laboratuvar sorumlularına teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

- A.S.T.M., 1972. Inorganic index to the powder diffraction file. Joint Committee on Powder Diffraction Standards, Pennsylvania, 1432 pp.
- Aydın M., Serdar, H.S., Şahintürk, Ö., Yazman, M., Çokuğraş, R., Demir, O. ve Özçelik, Y.,

1987. Çamdağ (Sakarya) Sünnicedağ (Bolu) yöresinin jeolojisi. TJK Bülteni, 30, 1-14.
- Bayhan, E., Temel, A., Şahbaz, A., Varol, B., Kazancı, N., Görmüş, S. ve Ergin, M., 1998. Mudanya-Uluabat Gölü (Bursa Yöresi) Orta-Üst Miyosen-Kuvaterner istifinin mineralojik incelenmesi. Yerbilimleri, 20, 55-62.
- Brindley, G.W., 1980. Quantitative X-ray mineral analysis of clays. *In: Crystal structures of clay minerals and their X-ray identification.* G.W. Brindley and G. Brown (eds), London Mineralogical Society, 125-195.
- Chamley, H., 1989. Clay Sedimentology. Springer-Verlag, Berlin, 623 pp.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1983. Pontidlerdeki volkanizma. Jeoloji Mühendisliği Dergisi, 18, 3-22.
- Ercan, T. ve Gedik, A., 1986. Karadeniz ve Trakya'da yapılan derin sondajlardan alınan karotlardaki volkanik kayaçların petrolojisi ve volkanizmanın bölgesel yayılımı. Jeomorfoloji Dergisi, 14, 39-48.
- Ercan, T., Yergök, A.F., İplikçi, E., Deveciler, E., Keskin, İ. ve Can, B., 1984. Zonguldak çevresindeki Üst Kretase yaşlı yay volkanizmasının özellikleri. Jeomorfoloji Dergisi, 12, 81-105.
- Görmüş, S., 1982. Yığılca (Bolu KB) yöresinin stratigrafisi. Yerbilimleri, 9, 91-110.
- Grim, R.E., 1968. Clay Mineralogy. McGraw Hill, New York, 596 pp.
- Gümüşer, G. ve Yalçın, H., 1998. Kelkit Vadisi kuzeyindeki (Reşadiye-Yazıcık-Bereketli/Tokat) bentonit yataklarının mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi. Yerbilimleri, 20, 91-110.
- Gündoğdu, N., 1982. Neojen yaşlı sedimanter baseninin jeolojik-mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi. Doktora tezi, Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Beytepe, Ankara, 386 s. (yayımlanmamış).
- Güven, N., 1988. Smectites. *In: Hydrous Phyllosilicates (Exclusives of Micas).* S.W. Bailey (ed.), Mineralogical Society of America, Washington, Reviews in Mineralogy 19, 497-560.
- İlgar, A. 1996. Gümüşova (Adapazarı D'su) yöresindeki Paleojen yaşlı volkaniklastik ve epiklastik kayaçların sedimantolojik incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Mühendislik Tezi, 78 s (yayımlanmamış).
- İlgar, A. ve Şahbaz, A., 1995. Gümüşova (Adapazarı doğusu) yöresindeki Paleojen yaşlı volkaniklastik ve epiklastik kayaçların sedimantolojik incelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi'nin 30.Yıl Sempozyumu, Bildiri Özleri, s 78.
- İlgar, A. ve Şahbaz, A., 1997. Kusuri Formasyonu'nun fasiyes toplulukları (Batı Pontidler; Paleojen, Türkiye). Yerbilimleri, 19, 1-15.
- Kaya, O. ve Dizer, A., 1982. Bolu kuzeyi Üst Kretase ve Paleojen kayalarının stratigrafisi ve yapısı. M.T.A. Dergisi, 97/98, 57-77.
- Ketin, İ., 1955. Akçakoca-Düzce Bölgesinin jeolojik lövesi hakkında memuar. M.T.A. Raporu, Derleme No: 2277 (yayımlanmamış).
- Mayayo, M.J., Bauluz, B., and Gonzalez Lopez, J.M., 2000. Variations in the chemistry of smectites from the Calatayud Basin (NE Spain). Clay Minerals, 35 (2), 365-374.
- Millot, G., 1970. Geology of Clays. Springer-Verlag, Heidelberg, 429 pp.
- Nurlu, M., 1991. Etude de la faille Nord Anatolienne entre Sakarya (Adapazarı)-Bolu par Teledetection, Universite Hacettepe, Institut Des Sciences Fondamentales Section de Geologic, Mastere, 79 s (yayımlanmamış).
- Nurlu, M., 1993. Kuzey Anadolu Fay Zonu'nda (Bolu-Sapanca Gölü arası) etken olan gerilimlerin fay analizleri ve uydu görüntüleri yardımıyla saptanması. TJK Bülteni, 8, 258-266.
- Özsaraç, V., 1997. Sapanca Gölü kuzeyinin (Adapazarı-W) tektonik incelenmesi. Hacettepe Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Mühendislik Tezi, 69 s (yayımlanmamış).
- Şengör, A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. Tectonophysics, 78, 181-241.
- Velde, B., 1985. Clay Minerals: A Physico-Chemical Explanation of Their Occurrence. Developments in Sedimentology, 40, Elsevier Scientific Publication Company, Amsterdam, 425 pp.
- Weaver, C.E., and Pollard, L.D., 1973. The Chemistry of Clay Minerals. Elsevier Scientific Publication Company, Amsterdam, 213pp.
- Wilson, M.J., 1987. A Handbook of determinative Methods in Clay Mineralogy. Blackie, London, 308pp.
- Yazman, M. ve Çokuğraş, R., 1983. Adapazarı, Kandıra, Düzce ve Akçakoca yerleşme merkezleri ile sınırlı alanın jeolojisi ve hidrokarbon olanakları. TPAO Rapor No: 1747 (yayımlanmamış).