

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Temmuz 2005 • Cilt 48 • Sayı 2
July 2005 • Volume 48 • Number 2

ISSN 1016-9164



TMMOB JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

TMMOB
JEOLOJİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey

YÖNETİM KURULU / EXECUTIVE BOARD

CENGİZ İsmet	Başkan / <i>President</i>
ÇAĞLAN Dündar	İkinci Başkan / <i>Vice President</i>
DEMİR Bahattin	Yazman / <i>Secretary</i>
KURTOĞLU Çetin	Sayman / <i>Treasurer</i>
ŞENER Mehmet	Mesleki Uygulamalar Üyesi / <i>Member of Professional Activities</i>
URKAN Veysel	Yayın Üyesi / <i>Member of Publication</i>

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ
Geological Bulletin of Turkey

Yayın Kurulu / Publication Board

Editörler / *Editors*

Cemal TUNOĞLU, Hacettepe Üniversitesi
Kadir DİRİK, Hacettepe Üniversitesi

Teknik Editör / *Technical Editor*

İbrahim Kadri ERTEKİN, Hacettepe Üniv.

Yazı İnceleme Kurulu / *Editorial Board*

BAYHAN Hasan, H. Ü.
BESBELLİ Berk, MTA
BOZKURT Erdin, ODTÜ
BOZTUĞ Durmuş, C. Ü.
CHOROWICZ Jean, Paris IV Üniv.
ÇELİK Muazzez, S.Ü.
DEMİREL H. İsmail, H. Ü.
GENÇ Yurdal, H. Ü.
GÖKTEN Ergun, A.Ü.
GÜLEÇ Nilgün, ODTÜ
HELVACI Cahit, Dokuz Eylül Ü.
KELLING Gilbert, Keele Üniv.
NAZİK Atike, Ç.Ü.
PAKTUNÇ Doğan, Canmet Min. B. Lab.

SAĞIROĞLU Ahmet, Fırat Ü.
SAKINÇ Mehmet, İTÜ
SATIR Muharrem, Tübingen Ü.
ŞEN Şevket, Paris Doğa Tarihi Müzesi
TATAR Orhan, C.Ü.
TEKİN Kağan, H.Ü.
TEMEL Abidin, H.Ü.
USTAÖMER Timur, İ.Ü.
ÜNLÜ Taner, A.Ü.
ÜNLÜGENÇ Ulvican, Ç.Ü.
YALÇIN Hüseyin, C.Ü.
YAVUZ Fuat, İTÜ
YİĞİTBAŞ Erdinç, 18 Mart Ü.
YILMAZ Ömer, ODTÜ
YÜRÜR Tekin, H. Ü.

Bu Sayıda Katkı Koyanlar

GÖNCÜOĞLU Cemal, ODTÜ
SARI Ali, AÜ
TURKECAN Ahmet, MTA
KÜRKCÜOĞLU Biltan, HÜ
ŞİMŞEK Şakir, HÜ

Yazışma Adresi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK. 464 Yenisehir, 06444 Ankara
Tel : (312) 434 36 01
Faks : (312) 434 23 88
E-Posta: jmo@jmo.org.tr
URL : www.jmo.org.tr

Correspondence Address

UCTEA Chamber of Geological Engineers of Turkey
PO Box 464, Yenisehir, TR - 06444 Ankara
Phone : +90.312. 434 36 01
Fax : +90.312. 434 23 88
E-Mail : jmo@jmo.org.tr
URL : www.jmo.org.tr

TÜRKİYE JEOLojİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Temmuz 2005 • Cilt 48 • Sayı 2

ISSN 1016-9164

July 2005 • Volume 48 • Number 2

İÇİNDEKİLER CONTENTS

- AKÇE M. A. KADIOĞLU, Y.K., Yozgat Batoliti Kuzey Bölümündeki Lökogranitlerin Petrolojisi**
Petrology of Leucogranites From the Northern Part of Yozgat Batholith 1
- GÜLBAY KARA R., KORKMAZ S., Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri ve Çökelme Ortamları**
Organic Geochemical Characteristics and Depositional Environments of Oil Shales in Northwest Anatolia, Turkey.....21
- ATILLA C., GENÇALIOĞLU KUŞCU G., Cora Maar'ının (Erciyes Volkanik Bölgesi) Fiziksel Volkanolojisi**
Physical Volcanology of the Cora Maar, Erciyes Volcanic Complex.....41
- HATİPOĞLU Z., BAYARI S., Mersin-Tarsus Kıyı ve Yamaç Akiferlerinin Hidrojeokimyası**
Hydrogeochemistry of Mersin-Tarsus Coastal and Hillside Aquifers57

TMMOB
JEOLojİ MÜHENDİSLERİ
KOCAELİ BÖLGE TEMSİLCİLİĞİ
Kütüphanesine aittir
No = TSB - 028

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri :

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve UKAKNET veri tabanlarında yer almaktadır.

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in :

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and UKAKNET

TMMOB JEOLojİ MÜHENDİSLERİ ODASI
Chamber of Geological Engineers of Turkey





Yozgat Batoliti Kuzey Bölümündeki Lökogranitlerin Petrolojisi

Petrology of Leucogranites From the Northern Part of Yozgat Batholith

Musa Avni AKÇE

Erciyes Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 66100, Yozgat
E-posta: makce@erciyes.edu.tr

Yusuf Kağan KADIOĞLU

Ankara Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100, Ankara
e-posta: kadi@eng.ankara.edu.tr

Öz

Yozgat Batoliti, Orta Anadolunun kuzeyine düşmekte ve Orta Anadolu Kristalen Karmaşığının en büyük felsik plutonunu temsil etmektedir. İnceleme alanı başlıca granitik ve gabroyik kayalardan meydana gelmektedir. Granitik kayalar pembe renkli olup, çalışma alanının en yaygın birimini oluşturmakta ve kendi içerisinde 3 alt birime ayrılmaktadır. Bunlar iri taneli biyotit muskovit granit, ince taneli biyotit muskovit granit ve iri kuvarslı ince taneli muskovit granittir. Bütün bu alt birimler birbirleri ile tedrici dokanak ilişkisi sergilemekte ve hiç birisinde mafik mikrogranuler anklav görülmemektedir.

Mikroskop çalışmalarına göre; granitlerin bütün alt birimleri farklı oranlarda başlıca kuvars, K-feldspat, mika ve granat mineralleri içermektedir.

Tüm kayaç jeokimyası sonuçlarına göre; granitler subalkalin magmatik kayalar olup, kalkalkalin bileşimdedirler. Tektonik ayırtman diyagramlarına göre bu granitlerin daha çok çarpışmayla-eş yaşlı granitlerin alanlarına düştüğü görülmektedir. Granitlerin ORG'a göre normalize edilmiş profilleri Syn-COLG ile benzer ilişki sergilemekte, LIL elementler açısından zenginleşme ve HFS elementler açısından ise fakirleşme göstermektedirler.

Anahtar Sözcükler: Yozgat Batoliti, S-tipi Granit, Petroloji

Abstract

Yozgat Batholith is exposed to the northern part of Central Anatolia and represents the biggest felsic plutonic body of Central Anatolian Crystalline Complex. The research area represents mainly by granitic and gabbroic rock units. The granitic rocks are pinkish in color and comprise the main part of the area, which are further differentiated into 3 subunits. These are, coarse crystalline biotite muscovite granite, fine crystalline biotite muscovite granite and fine crystalline muscovite granite with coarse quartz grains. All these subunits have transitional contact with each other and do not have any mafic microgranular enclaves.

Microscopic studies reveal that all the subunits of the granitic rocks are mainly compose of quartz, K-feldspar, mica and garnet minerals with different proportions.

Whole rock geochemistry reveals that granitic rock units are subalkaline magmatic rocks and are calcalkaline in nature. Tectonic discrimination diagrams for the granite rocks suggest that the granite of northern part of Yozgat Batholith are within the syn-collision granite and ORG-normalized elemental patterns for all the subunits of the granite have similar patterns which are characterized by enrichment in LIL with respect to HFS elements.

Key Words: *Yozgat Batholith, S-type Granite, Petrology*

1. GİRİŞ

Orta Anadolu, Türkiye'nin orta kısmında bulunan, Delice ve Kızılırmak'ı içine alan ve ülkemizin yayılım açısından ikinci, tazelik açısından ise birinci derecedeki granitik kütlelerini içeren bölgesidir. Çalışma alanı Orta Anadolu'da, kuzeyde Yozgat il merkezi ile güneyde Azizli ve Divanlı köyleri, batıda Sarıhacılı köyü ve doğuda ise Recepli köylerini içerisine alan bir bölgede yer almaktadır. Yozgat Batoliti, "Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı" (OAKK) (Göncüoğlu vd., 1991; 1992; 1993) içerisindeki en büyük intruzif kütleyle teşkil etmektedir (Şekil 1). Bu karmaşığın granitoid bileşimli kayaçları "Orta Anadolu Granitoidleri" (OAG) olarak adlandırılmaktadır (Erlor ve Bayhan, 1995). OAG, yaklaşık üçgen biçimli bir alanda yüzeyleyen OAKK'nın batı ve doğu kenarı boyunca yer alan irili ufaklı plutonlar ve kuzeyde en büyük kütle olan Yozgat Batoliti'nden oluşur (Erlor vd., 1991; Erlor ve Göncüoğlu, 1996; Gençaliöğlü-Kuşcu, 1999). Karmaşığın batı kenarındaki granitoidler yoğun bir şekilde çalışılmakla birlikte, doğu ve Yozgat Batoliti'nin bulunduğu kuzey kenarındaki çalışmalar daha kısıtlıdır.

OAKK üzerine yapılan tüm petrojenez çalışmaları, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın bir çarpışmanın doğrudan veya dolaylı ürünü olduğunu ortaya koymuştur (Erlor vd., 1991; Göncüoğlu vd., 1991; 1992; 1993; Akıman vd., 1993; Güleç, 1994; Erlor ve Bayhan, 1995; Güleç vd., 1996; Güleç ve Kadioğlü, 1998; Boztuğ, 1998; Yalınz vd., 1999; Gençaliöğlü-Kuşcu, 1999; Akçe, 2003; Akçe ve Kadioğlü, 2003; Kadioğlü vd., 2003).

Ketin (1955), Yozgat bölgesinin jeolojisinin incelediği çalışmasında; bölgedeki derinlik kayaçlarını "kristalin kayalar" şeklinde tanımlamış, bunları asidik ve bazik olarak 2 gruba ayırmıştır. Arazi gözlemleri ve mineralojik-petrografik çalışmalar neticesinde: her iki grup plutonun mineralojik-petrografik açıdan homojen olmadığını, arazi çalışmalarında asidik ve bazik

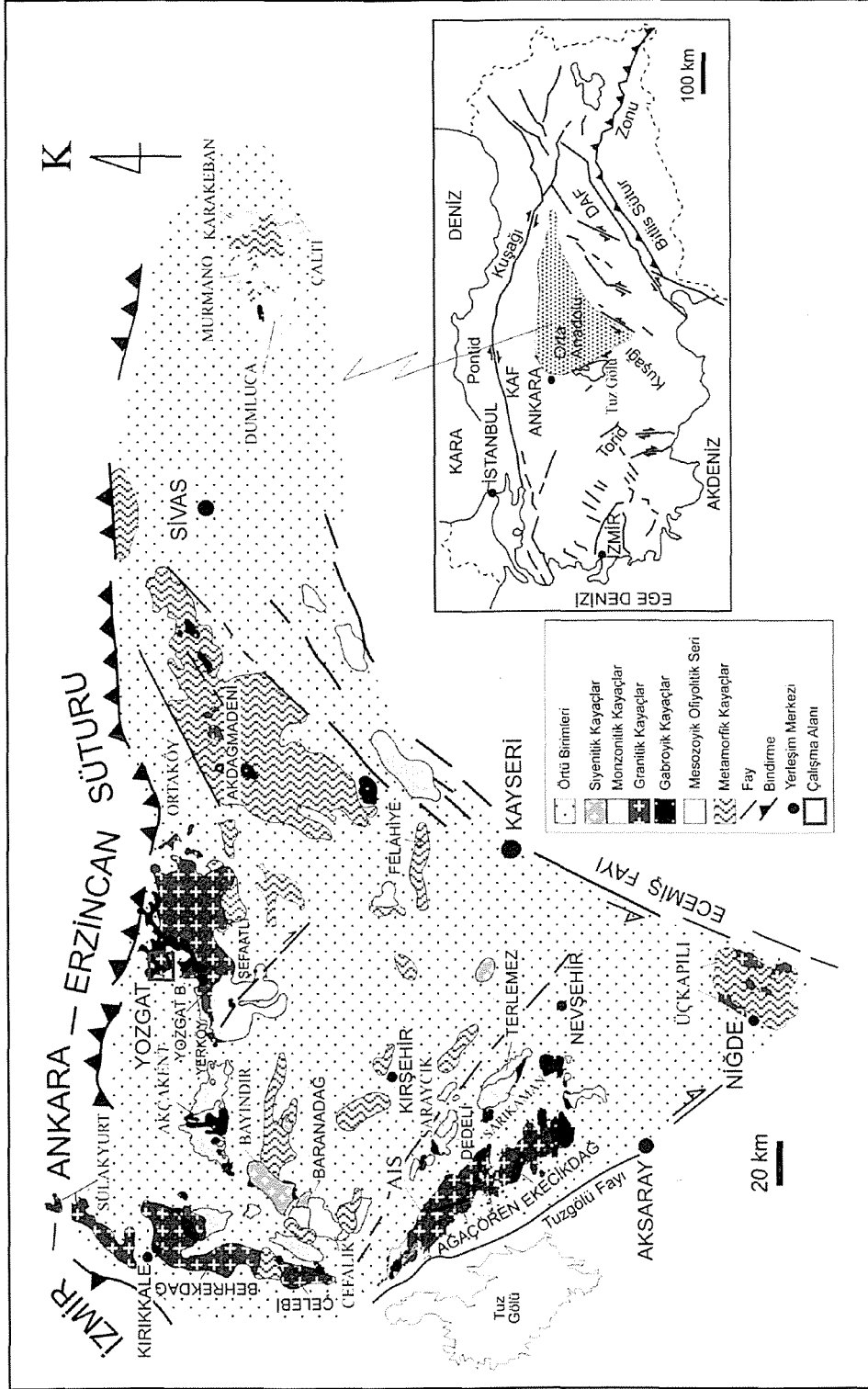
plutonların birbirleriyle girift halde bulduklarını, aralarında kesin bir dokanak bulunmadığını ve büyük bir ihtimalle aynı yaşta olduklarını belirtmiştir. Ayrıca granitik kayaçların metamorfik seriyi kestiğini, kristalin kayaçların üzerinde de temelinde kumtaşı, onun üzerinde fosilli kireçtaşı, mermer ve en üstte tüf ve lavların bulunduğu Lutesiyen'in yer aldığını belirtmiştir. Bu durumda da kristalin kayaçların yaşlarının Lutesiyen'den önce ve Üst Kretase'den sonraya ait olabileceklerini ileri sürmüştür.

Yozgat Batolitindeki granitoidler; jeokimyasal açıdan değişik araştırmacılar (Büyükönel, 1979; Dalkılıç, 1985; Erlor vd., 1991; Boztuğ, 1995; Erlor ve Bayhan, 1995; Erlor ve Göncüoğlu, 1996; Erdoğan vd., 1996; Ekici, 1997; Ekici ve Boztuğ, 1997; Tatar, 1997; Tatar ve Boztuğ, 1997; 1998; Aydın vd., 1998; Gençaliöğlü-Kuşcu, 1999; Akçe, 2003; Akçe ve Kadioğlü, 2003) tarafından incelenmiştir.

Erlor ve Göncüoğlu (1996)'ya göre; Yozgat Batoliti tek bir pluton olmayıp, Kretase ofiyolitik melanji, Eosen örtü birimleri ve/veya faylarla sınırlanan, mineralojik jeokimyasal olarak da birbirinden farklı Yerköy-Şefaati, Yozgat, Kerkenez, Karlıtepe, Mükremin, Gelingüllü, Ocaklı, Sivritepe ve Mugallı şeklinde haritalanabilir alt birimlere ayrılmış ve bunlar Yozgat alt biriminin peralüminyumlu lökograditleri dışında, esasen subalkali-kalkalkali karakterli metalüminalı monzograditlerden oluşmaktadırlar. Bu araştırmacılar, granitoidlerin, kıtasal kabuk kalınlaşması ve buna ilişkin kısmi ergimeyle türediklerini, kalınlaşmaya çarpışma olayları boyunca ofiyolitik napların yerleşmesinin neden olduğunu belirtmişlerdir.

Bu çalışmanın amacı, Yozgat Batoliti'nin Kuzey bölümünde yer alan lökokrat granitoidinin jeoloji, petrografi ve petrolojisinden yararlanarak kökenini ortaya koymaktır.

2. GENEL JEOLJİ VE PETROGRAFI



Şekil 1. Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın jeoloji ve çalışma alanı yer bulduru haritası (Kadioğlu ve Güleç, 1999).

Figure 1. Geology and location map of the study area within the Central Anatolian Crystalline Complex (Kadioğlu and Güleç, 1999).

Yozgat Batoliti, çok farklı bileşimdeki granitoid ve gabroyik kayalardan oluşmakta ve Orta Anadolu'nun Kretase ve Paleosen döneminde gelişen magmatizmaya ışık tutmaktadır. Çalışma alanı, Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı'nın Kuzey bölümünde yer alan Yozgat Batoliti'nin yaklaşık KKD bölümünü teşkil etmektedir.

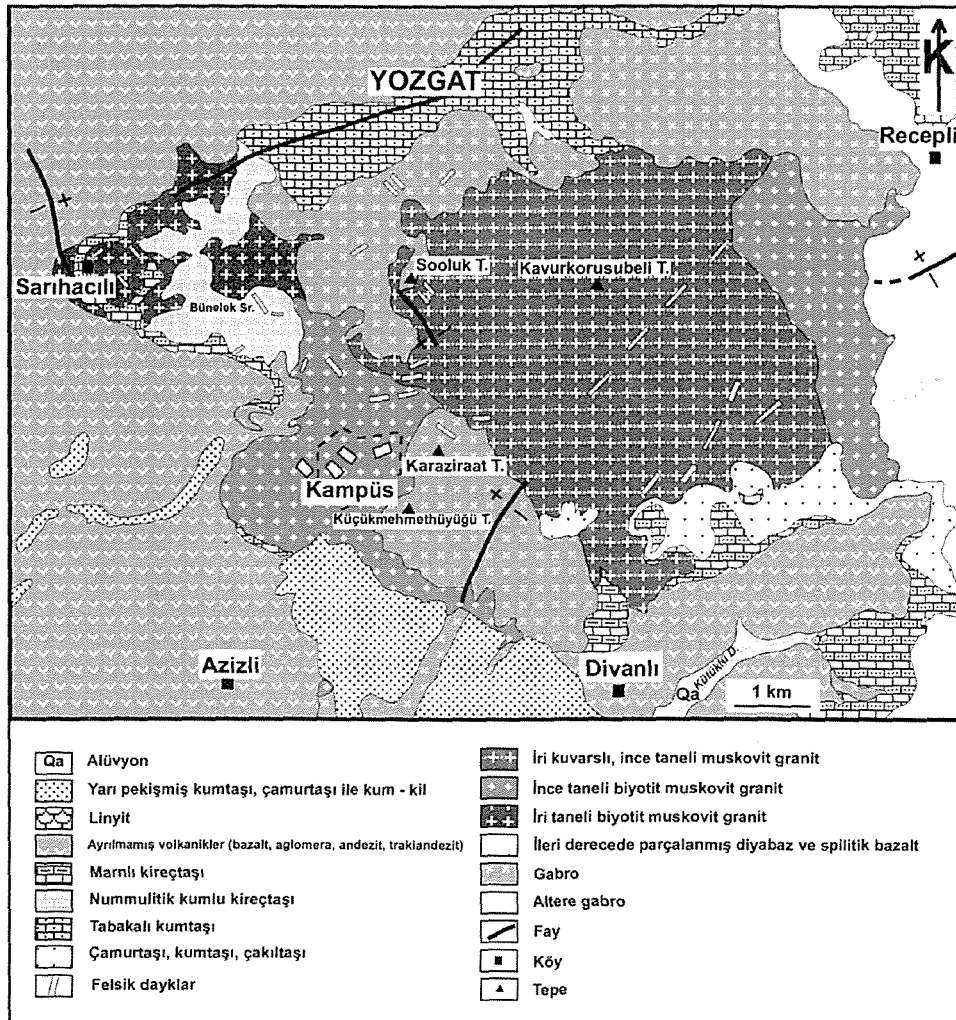
Çalışma alanı; esas olarak farklı bileşim ve özellikteki granitik, gabroyik ve bazaltik kayalarla kaplı olup, fosilli kireçtaşı, kumtaşı ve marnlı kireçtaşı gibi sedimanter örtü birimleri de gözlenmektedir (Şekil 2).

İnceleme alanı granitik kayaları başlıca açık renkli granitlerden (lökogranitlerden) oluşmaktadır. Bu kayalar Yozgat il merkezinin güneyinde; tipik olarak Sarıhacılı köyü çevresi ve Divanlı köyünün Kuzey bölümünde yüzlek vermektedirler. Açık renkli bu

granitler, mineralojik bileşimleri ve dokusal özelliklerine göre kendi içerisinde 3 ayrı alt gruba ayrılmıştır. Bunlar; iri taneli biyotit muskovit granitler, ince taneli biyotit muskovit granitler ve iri kuvarslı ince taneli muskovit granitlerdir. Bütün bu birimler kendi içerisinde tedrici dokanak ilişkisi göstermektedirler. Ayrıca bu birimlerin tamamı, yaklaşık KD-GB istikametinde uzanan aplitik dayk şeklindeki ince taneli muskovit alkali feldispat granitler tarafından kesilmektedir. Yine bu granitik kayaların hiç birisinde mafik mikrogranuler anklavlar gözlenmemektedir.

Bu açık renkli granitler genel olarak kuvars, K-feldispat, mika ve oligoklas mineral bileşimden oluşmaktadır. Bunun yanında tali bileşenler olarak özellikle granat gözlenirken, zirkon, titanit, apatit ve opak mineraller de kayalarda yer alabilmektedir.

İri taneli biyotit muskovit granitler tipik olarak



Şekil 2. Çalışma alanının jeoloji haritası.
Figure 2. Geological map of the study area.

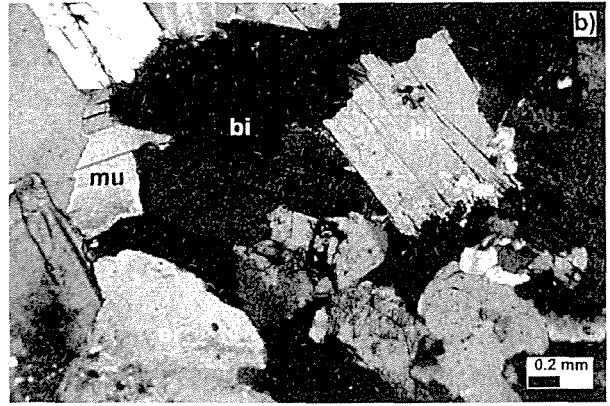
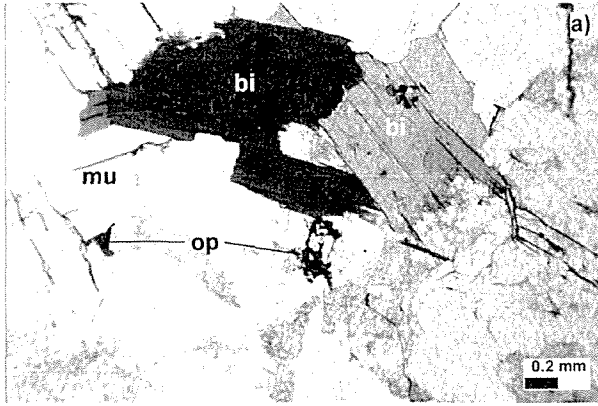
Sarıhacılı köyü ve çevresinde yüzlek vermektedirler. Oldukça taze olan bu kayalar faneritik dokulu olup, eş tane boyutlu biyotit, muskovit, alkali feldispat ve kuvarslardan meydana gelmiştir (Şekil 3). Biyotitler oldukça iri olup levhamsı şekillidirler (Şekil 4). Ayrıca tali mineral olarak özşekilsiz granat içermektedir (Şekil 5). Bu birim sık eklemli olup, eklem sıklığı 10 cm'den 50 cm'ye kadar değişebilmektedir. Sarıhacılı'nın kuzeyinde gözlenen kuvars mercikleri bu granitleri kesmektedir. Bölgede yer yer bazalt apofizleri granite sokulum yapmakta ve graniti kesmektedir.

İnce taneli biyotit muskovit granitler, oldukça



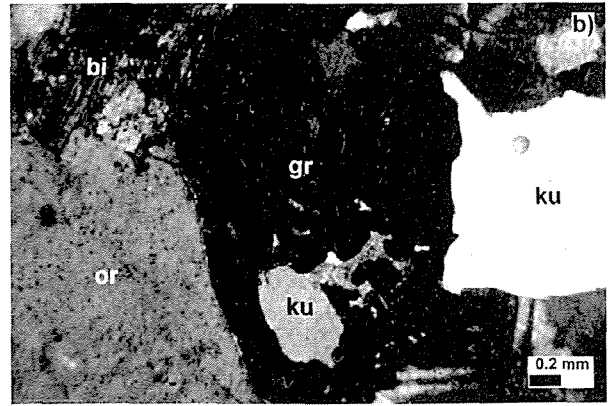
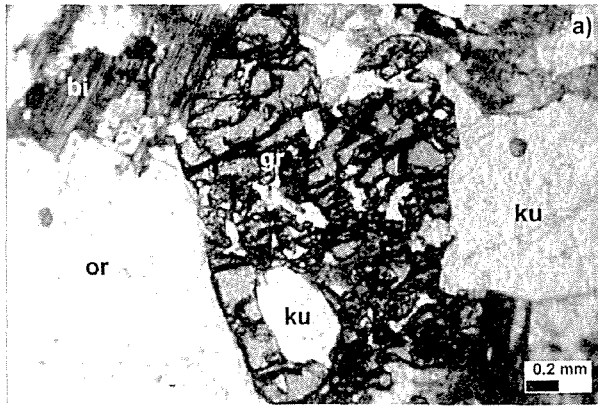
Şekil 3. İri taneli biyotit muskovit granitin arazi görüntüsü

Figure 3. Field view of coarse crystalline biotite muscovite granite



Şekil 4. İri taneli biyotit muskovit granitte, biyotit ve muskovit minerallerinin fotomikrografi a) tek nikol, b) çift nikol görüntüsü (bi: biyotit, mu: muskovit, or: ortoklaz, op: opak mineral)

Figure 4. Photomicrograph of biotite and muscovite within the coarse grain biotite muscovite granite. a) Parallel Nichol, b) Cross Nichol (bi: biotite, mu: muscovite, or: orthoclase, op: opaque mineral)

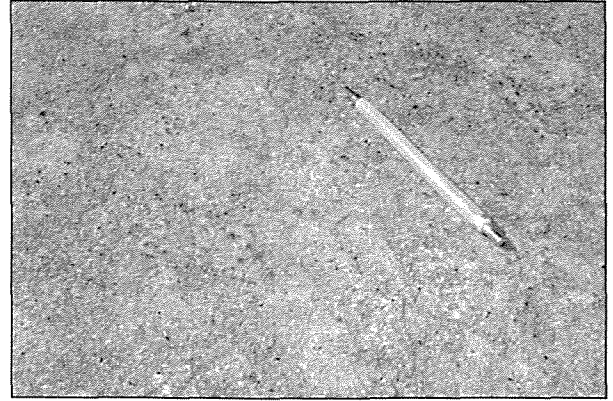


Şekil 5. İri taneli-biyotit muskovit granitte gözlenebilen granatların fotomikrografi a) tek nikol, b) çift nikol görüntüsü (gr: granat, bi: biyotit, or: ortoklaz, ku: kuvars)

Figure 5. Photomicrograph of garnet within the coarse grain biotite muscovite granite a) Parallel Nichol, b) Cross Nichol (gr: garnet, bi: biotite, or: orthoclase, ku: quartz)

ince taneli ve açık renkli kayalardır. Erciyes Üniversitesi Yozgat Erdoğan Akdağ Kampüsü'nün de üzerinde bulunduğu bu birim alkali feldispatca oldukça zengindir (Şekil 6). Bazı kesimlerinde mafik mineraller gözlenmemektedir. İnce taneli biyotit muskovit granitlerde biyotitler ince taneli olup, genelde mineral kümelenmeleri şeklinde kayacın içerisinde yer almaktadır (Şekil 7). Bu birimde iki ana eklem sistemi gözlenmektedir. Bunlardan birincisi K50B / 73 KD, diğeri ise K50D / 63 KB istikametindedir.

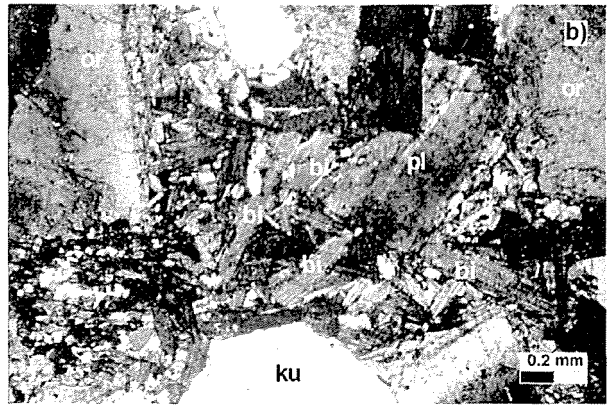
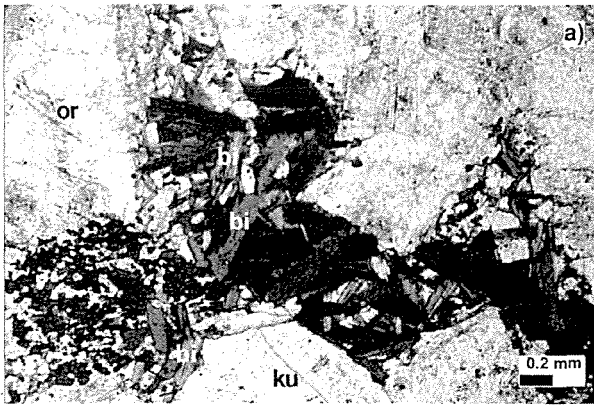
İri kuvarşlı ince taneli muskovit granitler, açık renkli ve genelde ince taneli olup, içerisinde bol miktarda oldukça iri taneli gözlü kuvarşlar gözlenmektedir (Şekil 8). Bu şekilde farklı tane boyutu göstermesiyle el örneğinde porfirofaneritik, mikroskop altında ise holokristalin porfirik doku özelliğini sergilemektedir (Şekil 9).



Şekil 6. İnce taneli biyotit muskovit granitlerin arazi görüntüsü.

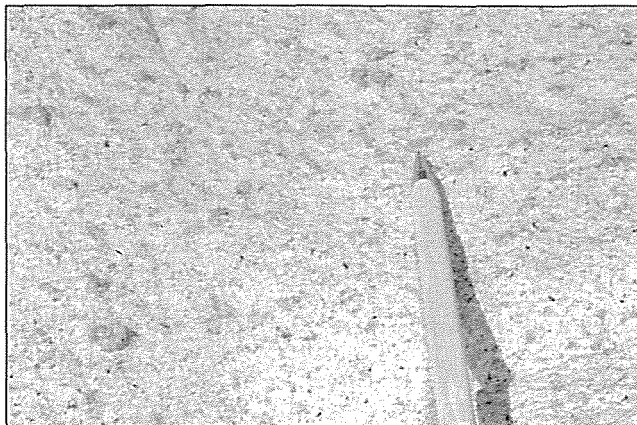
Figure 6. Field view of fine crystalline biotite muscovite granite.

3. JEOKİMYA



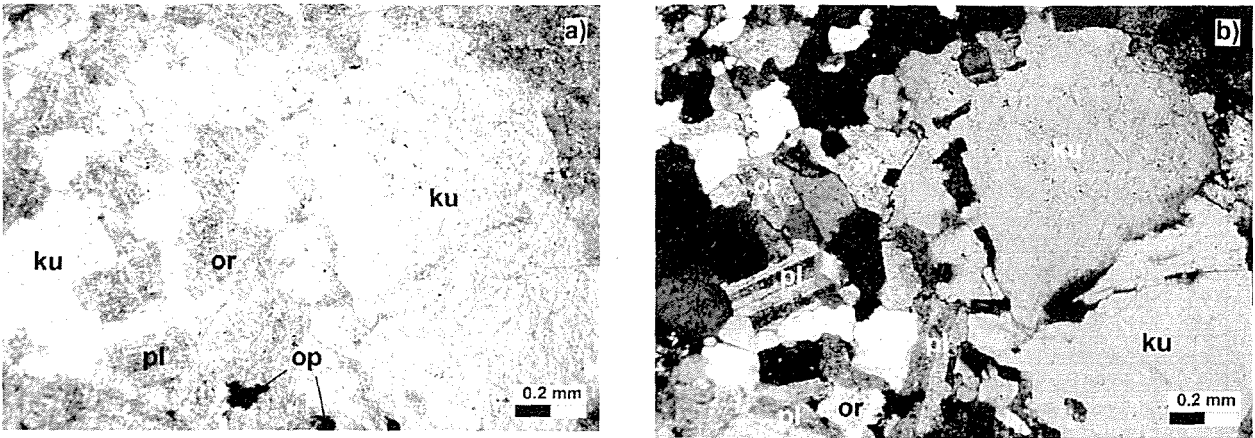
Şekil 7. İnce taneli biyotit muskovit granitteki ince taneli biyotitlerin mineral kümelenmeleri oluşturmalarının fotomikrografı a) tek nikol görüntüsü, b) çift nikol görüntüsü (bi: biyotit, or: ortoklaz, pl: plajiyoklaz, ku: kuvars).

Figure 7. Photomicrograph of fine grain biotite segregation within the fine grain biotite muscovite granite a) Parallel Nichol, b) Cross Nichol (bi: biotite, or: orthoclase, pl: plagioclase, ku: quartz).



Şekil 8. İnce taneli muskovit granitin içindeki iri kristalin kuvarşların arazi görüntüsü

Figure 8. Field view of coarse crystalline quartz within fine crystalline muscovite granite



Şekil 9. İri kuvarslı ince taneli muskovit granitte gözlenen holokristalin porfirik dokunu fotomikrografi a) tek nikol görüntüsü, b) çift nikol görüntüsü (ku: kuvars, or: ortoklaz, pl: plajiyoklaz, op: opak mineral)

Figure 9. Photomicrograph of holocrystalline porphyritic texture and coarse crystalline quartz within fine grain muscovite granite a) Parallel Nicol, b) Cross Nicol (ku: quartz, or: orthoclase, pl: plagioclase, bi: biotite, op: opaque mineral)

Saha gözlemleri ve polarizan mikroskop altındaki incekesit incelemeleri neticesinde; iri taneli biyotit muskovit granit, ince taneli biyotit muskovit granit ve iri kuvarslı ince taneli muskovit granit birimlerinden toplam 21 adet taze örnek seçilerek tüm kayaç jeokimyasal analizleri yapılmıştır. Bu örneklerden 10 tanesi iri taneli biyotit muskovit granit, 3 tanesi ince taneli biyotit muskovit granit ve 8 tanesi de iri kuvarslı ince taneli muskovit granit kayaçlarından ayıklanmıştır. Bu analizler, ana oksit ve eser element olarak Kanada'da Acme laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Ana oksitlerin analizleri ICP, eser elementlerin analizleri ise ICP-MS ile yapılmış ve USGS standartlarına göre SO-17 / CSB, SO-

17 ve DS4 standartlarında örneklerin kalibrasyonları yapılmıştır. Örneklerin ana oksit analiz sonuçları Çizelge 1'de, eser element analiz sonuçları Çizelge 2'de ve nadir toprak elementleri (NTE=REE) analiz sonuçları ise Çizelge 3'de verilmiştir.

Yozgat Batoliti'nin kuzey bölümündeki lökograditlerin tamamı, SiO₂'ye karşılık toplam alkali diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) subalkalin karakter sergilemektedirler (Şekil 10.a). Subalkalin karakterli bu kayaçların, AFM diyagramına (Irvine ve Baragar, 1971) yerleştirildiğinde de kalkalkalin yöneliminde oldukları görülmektedir (Şekil 10.b).

Yozgat Batoliti kuzey kesimi lökograditlerinin

Çizelge 1. Kayaç örneklerine ait ana oksit element analiz sonuçları (ağırlık %)
Table 1. Major oxide analyses from rock samples in study area (weight %)

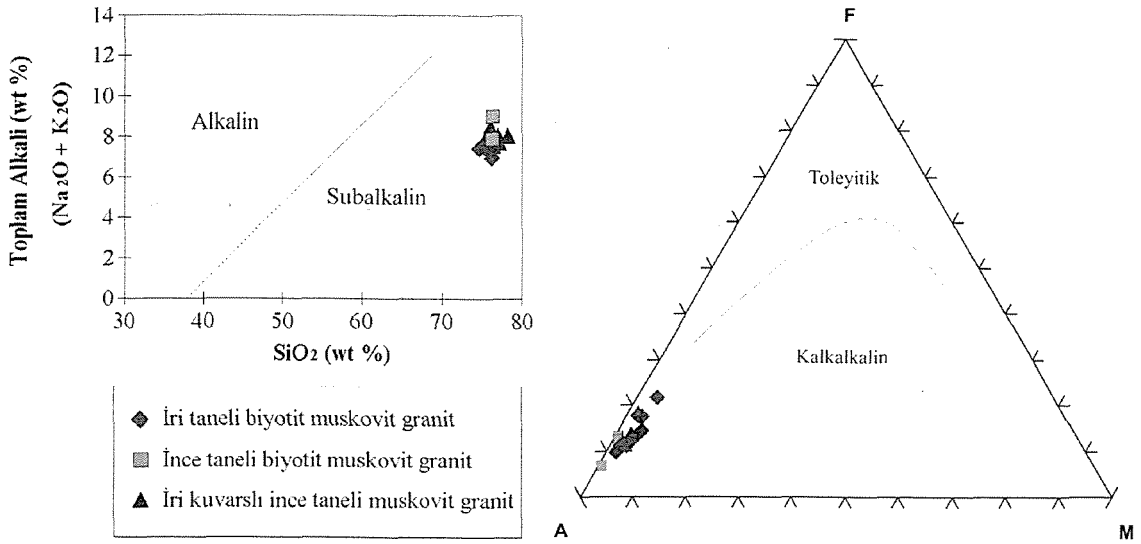
Örnek No	Kayaç Adı	SiO ₂ %	Al ₂ O ₃ %	Fe ₂ O ₃ %	MgO %	CaO %	Na ₂ O %	K ₂ O %	TiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	MnO %	Cr ₂ O ₃ %	LOI %	Toplam %
Yk-2	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	75.40	12.87	1.77	0.21	0.34	3.22	4.66	0.10	0.03	0.01	0.03	0.87	99.55
Yk-3	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	76.30	12.50	0.98	0.33	0.28	3.87	4.23	0.12	0.04	0.02	0.05	0.84	99.60
Yk-5	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	77.10	12.50	1.10	0.25	0.43	3.10	4.65	0.14	0.01	0.02	0.02	0.76	100.15
Yk-6	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	76.90	12.10	1.32	0.28	0.45	3.04	5.02	0.09	0.02	0.03	0.01	0.77	100.08
Yk-7	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	76.32	12.84	0.97	0.37	0.46	3.26	4.67	0.15	0.03	0.01	0.04	0.89	100.03
Yk-8	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	78.20	12.30	1.03	0.30	0.47	3.21	4.86	0.13	0.02	0.03	0.02	0.30	100.92
Yk62	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	76.34	12.12	1.03	0.27	0.43	3.26	4.32	0.19	0.05	0.04	0.05	0.79	99.29
Yk-32	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	75.98	12.87	1.12	0.24	0.42	3.72	4.76	0.17	0.04	0.01	0.01	0.83	100.20
Y24-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	75.41	12.82	0.88	0.18	0.60	3.41	4.54	0.06	0.01	0.04	0.10	1.00	99.48
Y34-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	74.60	12.48	2.16	0.39	1.29	2.93	4.51	0.15	0.03	0.06	0.08	0.80	99.72
Y35-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	76.21	12.52	1.31	0.18	0.52	3.15	4.73	0.08	0.01	0.08	0.11	0.40	99.65
Yk-21	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	75.23	13.65	1.65	0.24	0.62	3.45	4.12	0.01	0.01	0.02	0.02	0.78	99.85
Yk-23	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	75.98	13.54	1.02	0.32	0.53	3.54	4.12	0.05	0.02	0.01	0.03	0.87	100.10
Yk-25	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	75.87	12.98	0.97	0.21	0.43	3.12	4.65	0.02	0.03	0.03	0.01	0.79	99.14
Yk-29	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	76.32	12.87	1.24	0.39	0.32	3.65	4.21	0.04	0.01	0.04	0.03	0.76	99.97
Yk-32	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	76.12	13.65	1.54	0.21	0.31	3.11	3.87	0.04	0.04	0.04	0.02	0.69	99.71
Yk-33	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	76.34	13.09	1.32	0.43	0.53	3.50	3.94	0.05	0.01	0.01	0.01	0.71	100.01
Yk-35	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	75.65	13.67	1.61	0.32	0.43	3.17	4.16	0.02	0.04	0.02	0.03	0.83	100.01
Y27-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	76.19	12.85	1.22	0.07	0.33	3.01	5.07	0.04	0.01	0.02	0.05	0.70	99.70
Y31-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	76.29	12.31	0.64	0.09	0.38	2.10	6.92	0.04	0.01	0.01	0.05	0.80	99.78
Y33-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	76.12	12.10	1.12	0.11	0.77	2.64	5.26	0.04	0.01	0.03	0.05	1.50	99.86

Çizelge 2. Kayaç örneklerine ait eser element analiz sonuçları (ppm)
Table 2. Trace element analyses from rock samples in study area (ppm)

Örnek No	Kayaç Adı	Co ppm	Cs ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm	Rb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	V ppm	W ppm	Zr ppm	Y ppm
Yk-2	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	3.20	2.40	12.40	2.10	12.10	156.40	1.00	55.20	0.90	21.00	3.50	26.00	3.66	88.00	56.00
Yk-3	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	4.20	2.60	12.60	2.60	11.40	189.00	2.00	45.40	0.32	28.00	3.90	25.00	5.76	89.00	51.00
Yk-5	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	2.50	1.40	13.50	3.60	10.30	196.40	2.10	54.30	0.43	26.00	4.20	24.00	6.60	84.00	50.00
Yk-6	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	3.30	1.60	13.70	3.80	13.10	201.00	2.30	58.00	0.63	31.00	4.10	21.00	7.76	76.00	48.30
Yk-7	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	2.40	1.60	14.80	3.60	10.00	201.20	2.10	58.98	1.43	33.00	4.65	20.10	8.21	98.00	42.88
Yk-8	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	3.60	2.40	14.10	3.10	12.00	189.43	2.80	61.80	1.65	26.00	4.10	23.00	8.90	73.00	52.80
Yk62	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	3.80	1.80	12.11	2.90	11.40	200.76	1.30	47.20	1.30	21.00	3.50	20.00	7.43	81.00	49.10
Yk-32	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	3.90	2.40	11.70	3.10	13.20	231.00	1.40	42.00	1.43	27.00	3.71	16.00	7.10	101.00	51.00
Y24-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	4.00	20.40	14.30	3.00	24.80	541.80	4.00	15.90	4.70	31.60	11.00	6.00	4.30	54.30	58.50
Y34-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	5.80	4.60	13.60	3.10	10.30	358.80	2.00	54.20	1.30	22.40	6.90	8.00	7.60	72.70	16.60
Y35-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	5.20	21.30	16.20	3.20	24.70	538.50	6.00	20.20	4.90	42.00	6.90	5.00	11.40	72.10	56.40
Yk-21	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	6.30	6.30	15.30	3.10	15.60	344.00	1.00	45.00	0.98	21.40	3.40	2.00	4.50	98.00	34.30
Yk-23	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	5.20	4.70	16.00	3.40	16.50	367.00	1.40	52.00	0.76	22.50	4.10	25.00	11.00	88.40	43.50
Yk-25	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	5.60	5.20	16.70	3.70	17.40	379.00	1.50	48.00	1.30	25.20	4.60	22.50	11.10	87.90	42.50
Yk-29	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	5.10	4.70	18.00	2.87	17.20	369.00	1.20	57.00	1.10	26.10	4.10	25.10	8.40	101.20	44.50
Yk-32	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	5.50	4.12	15.32	3.51	16.77	367.00	1.30	56.00	0.87	21.60	3.10	23.10	3.50	95.40	49.50
Yk-33	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	5.12	4.40	14.66	3.10	15.87	387.00	1.50	58.00	0.81	25.50	3.20	24.00	4.50	76.00	40.50
Yk-35	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	4.78	5.00	13.60	3.72	18.00	366.00	1.10	55.60	0.70	24.10	3.40	25.80	5.60	84.20	39.80
Y27-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	1.60	6.80	14.20	2.80	11.90	232.00	1.00	20.50	2.50	29.50	2.90	5.00	5.30	54.30	28.50
Y31-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	3.10	5.70	11.40	1.50	6.30	328.90	1.00	32.20	1.40	13.70	1.40	5.00	3.40	26.50	11.20
Y33-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	0.70	3.50	13.70	2.70	7.70	230.00	1.00	23.60	1.20	29.30	12.30	5.00	5.80	60.10	21.90

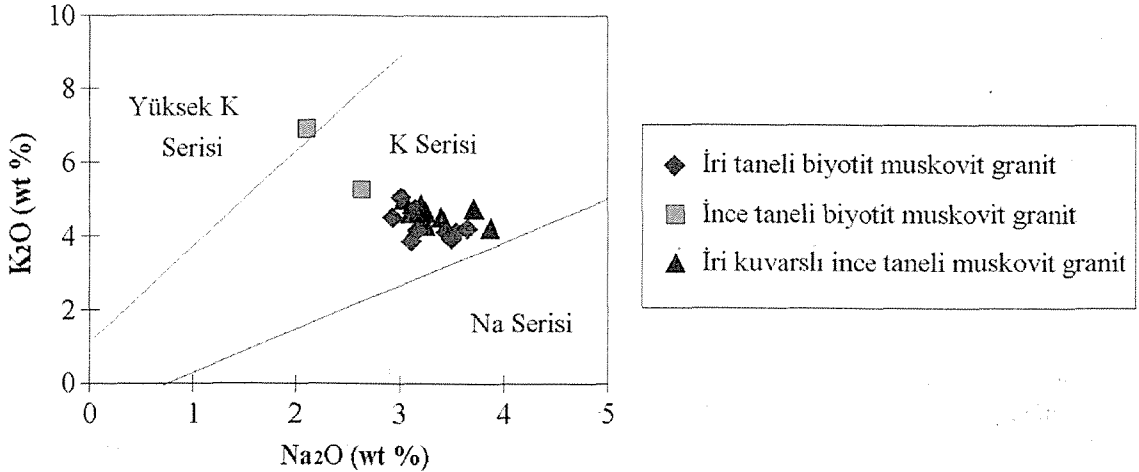
Çizelge 3. Kayaç örneklerine ait nadir toprak elementleri (NTE) analiz sonuçları (ppm)
Table 3. Rare earth element (REE) analyses from rock samples in study area (ppm)

Örnek No	Kayaç Adı	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm	Sm ppm	Eu ppm	Gd ppm	Tb ppm	Dy ppm	Ho ppm	Er ppm	Tm ppm	Yb ppm	Lu ppm
Yk-2	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	16.50	51.30	3.20	12.30	4.10	0.69	2.44	1.02	3.40	0.89	2.30	0.50	4.66	0.31
Yk-3	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	18.55	52.10	2.00	12.10	4.20	0.75	2.70	0.91	3.10	0.98	3.50	0.45	4.20	0.33
Yk-5	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	18.10	48.90	2.40	13.40	4.10	0.98	3.10	0.78	3.90	0.92	4.10	0.41	3.87	0.32
Yk-6	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	19.76	45.00	2.50	14.32	3.60	0.87	2.98	0.91	3.40	0.89	2.50	0.58	3.90	0.43
Yk-7	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	21.20	47.00	3.10	11.40	3.54	0.76	3.18	0.65	3.30	0.67	3.20	0.47	4.20	0.53
Yk-8	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	25.10	49.00	3.20	10.22	3.20	0.91	3.65	0.78	3.80	0.91	3.10	0.44	4.12	0.55
Yk62	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	20.60	51.00	2.50	12.65	3.12	0.98	3.43	0.79	2.80	0.88	3.50	0.52	3.67	0.58
Yk-32	İri Kuvarslı İnce Taneli Muskovit Granit	23.00	47.00	3.10	13.50	3.16	1.10	3.56	0.87	2.90	0.90	2.98	0.64	4.53	0.48
Y24-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	14.50	32.40	3.07	11.60	4.00	0.16	5.38	1.19	8.37	1.65	5.43	0.91	6.61	1.03
Y34-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	23.00	44.20	4.24	14.90	3.00	0.34	1.87	0.38	2.33	0.50	1.53	0.26	2.11	0.30
Y35-01	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	29.10	58.00	6.30	22.50	5.60	0.10	5.60	1.21	8.04	1.59	5.11	0.84	6.37	0.98
Yk-21	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	18.90	38.40	3.20	15.40	4.80	1.30	3.20	0.61	2.44	0.65	1.60	0.76	1.44	0.87
Yk-23	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	19.70	40.10	3.40	16.30	4.30	1.12	3.10	0.52	3.44	0.67	1.43	0.72	1.65	0.76
Yk-25	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	19.50	38.60	3.10	15.22	3.87	1.10	3.70	0.57	3.54	0.51	1.23	0.45	1.39	0.91
Yk-29	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	21.30	44.30	3.30	17.20	4.65	1.03	3.10	0.47	3.12	0.57	1.54	0.51	1.26	0.74
Yk-32	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	18.66	41.30	3.12	15.40	4.61	0.92	4.01	0.58	3.87	0.55	1.64	0.65	1.43	0.87
Yk-33	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	20.30	38.70	3.50	15.80	3.76	0.98	4.06	0.44	3.87	0.51	1.42	0.43	1.33	0.65
Yk-35	İri Taneli Biyotit Muskovit Granit	19.30	32.40	3.54	15.93	3.87	1.01	3.54	0.54	4.10	0.60	1.10	0.47	1.90	0.74
Y27-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	12.30	24.20	2.65	9.90	2.40	0.20	2.68	0.53	3.97	0.85	2.78	0.43	3.51	0.55
Y31-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	4.20	10.00	0.84	3.50	0.70	0.24	0.99	0.22	1.30	0.33	0.97	0.18	1.32	0.19
Y33-01	İnce Taneli Biyotit Muskovit Granit	20.10	38.50	4.04	12.80	3.30	0.19	3.03	0.48	2.92	0.62	1.97	0.32	2.44	0.33

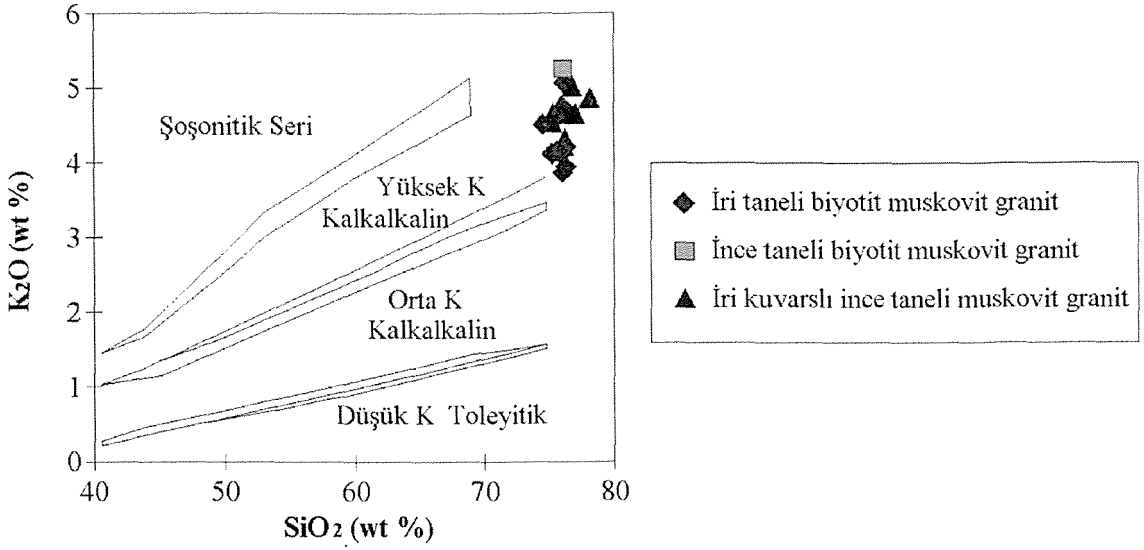


Şekil 10. a) SiO₂'ye karşılık toplam alkali diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971). b) AFM Diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971)
 Figure 10. a) Total alkali versus SiO₂ (TAS) diagram (Irvine and Baragar, 1971). b) Diagram of AFM (Irvine and Baragar, 1971).

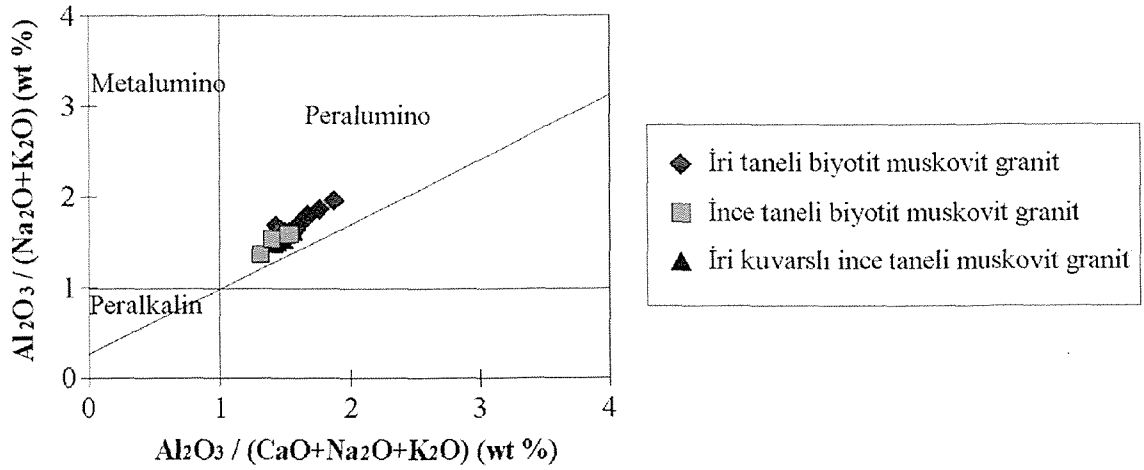
Kalkalkalin yönelimli olan bu lökogramitler, Na₂O'ya karşı K₂O değişim diyagramında (Middlemost, 1975) K serisinde (Şekil 11) ve SiO₂'ye karşı K₂O değişim diyagramında da (Le Maitre vd., 1989) Yüksek K Kalkalkalin serisinde yer almaktadır (Şekil 12). Alüminyum doygunluğu açısından incelendiğinde çalışma alanı granitlerinin tamamının peralümin karakterinde oldukları görülmektedir (Şekil 13).



Şekil 11. Na₂O'ya karşı K₂O değişim diyagramı (Middlemost, 1975).
 Figure 11. Diagram of Na₂O versus K₂O (Middlemost, 1975).



Şekil 12. SiO_2 'ye karşı K_2O değişim diyagramı (Le Maitre vd., 1989).
Figure 12. Diagram of SiO_2 versus K_2O (Le Maitre vd., 1989).

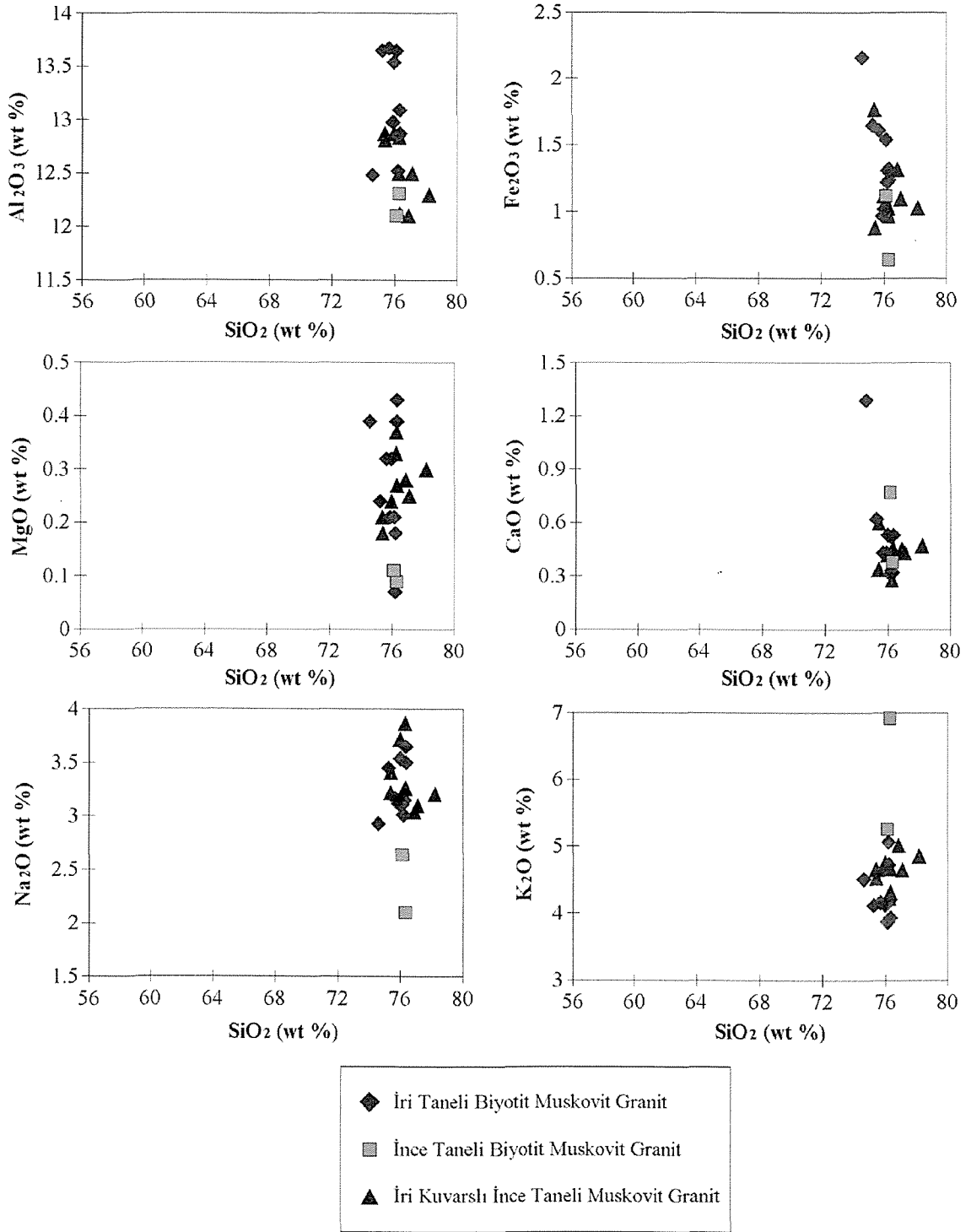


Şekil 13. Alüminyum doygunluk diyagramı (Shand, 1947).
Figure 13. Diagram of Aluminum saturation (Shand, 1947).

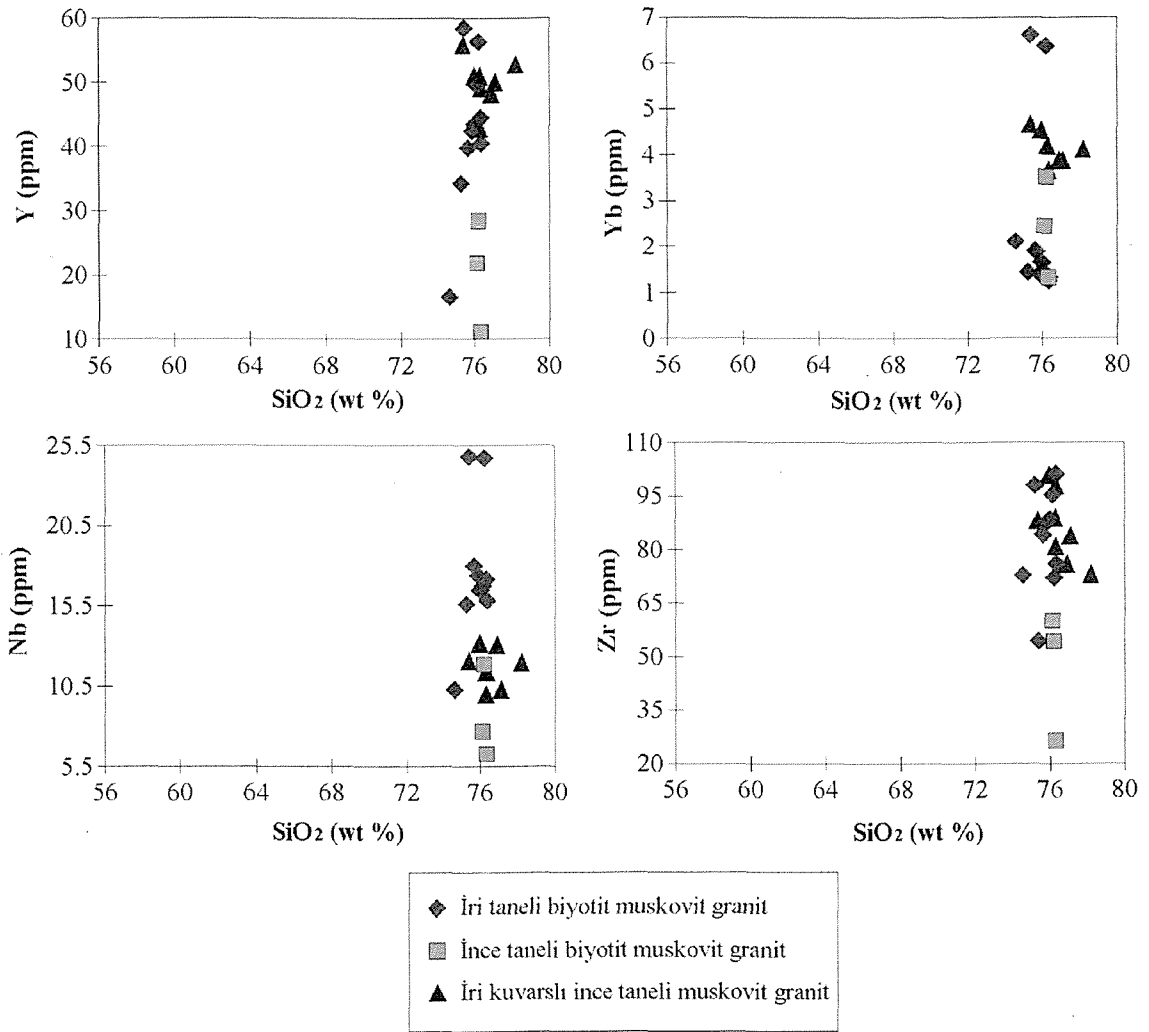
Harker diyagramları incelediğinde, yaklaşık düşey bir ilişki sergilediği görülmektedir. Buna göre; SiO_2 'ye karşı Al, Fe, Mg ve Ca elementlerinin aşağıdan yukarıya, Na ve K elementlerinin ise yukarıdan aşağıya doğru devam eden az da olsa bir kristalizasyon-diferansiyasyon ilişkisinden sözedilebilir (Şekil 14). SiO_2 'nin bu tür davranışları daha çok kıta kabuğunun kısmi ergimesi ile oluşmuş S-tipi granitlerde görülebilmektedir (Sylvester, 1988 ve Suarez vd., 1990). Bu durumda; kayaların

göstermiş olduğu petrografik ilişkileri de göz önüne alarak sırasıyla iri taneli biyotit muskovit granitler, ince taneli biyotit muskovit granitler ve iri kuvarslı ince taneli muskovit granitlerin oluştuğu söylenebilir. Aynı ilişkiye bağlı olarak da SiO_2 'ye karşı Y, Yb, Nb ve Zr elementlerinin de benzer davranışlar sundukları görülmektedir (Şekil 15).

Kalkalkalin karakterli Yozgat Batoliti kuzey



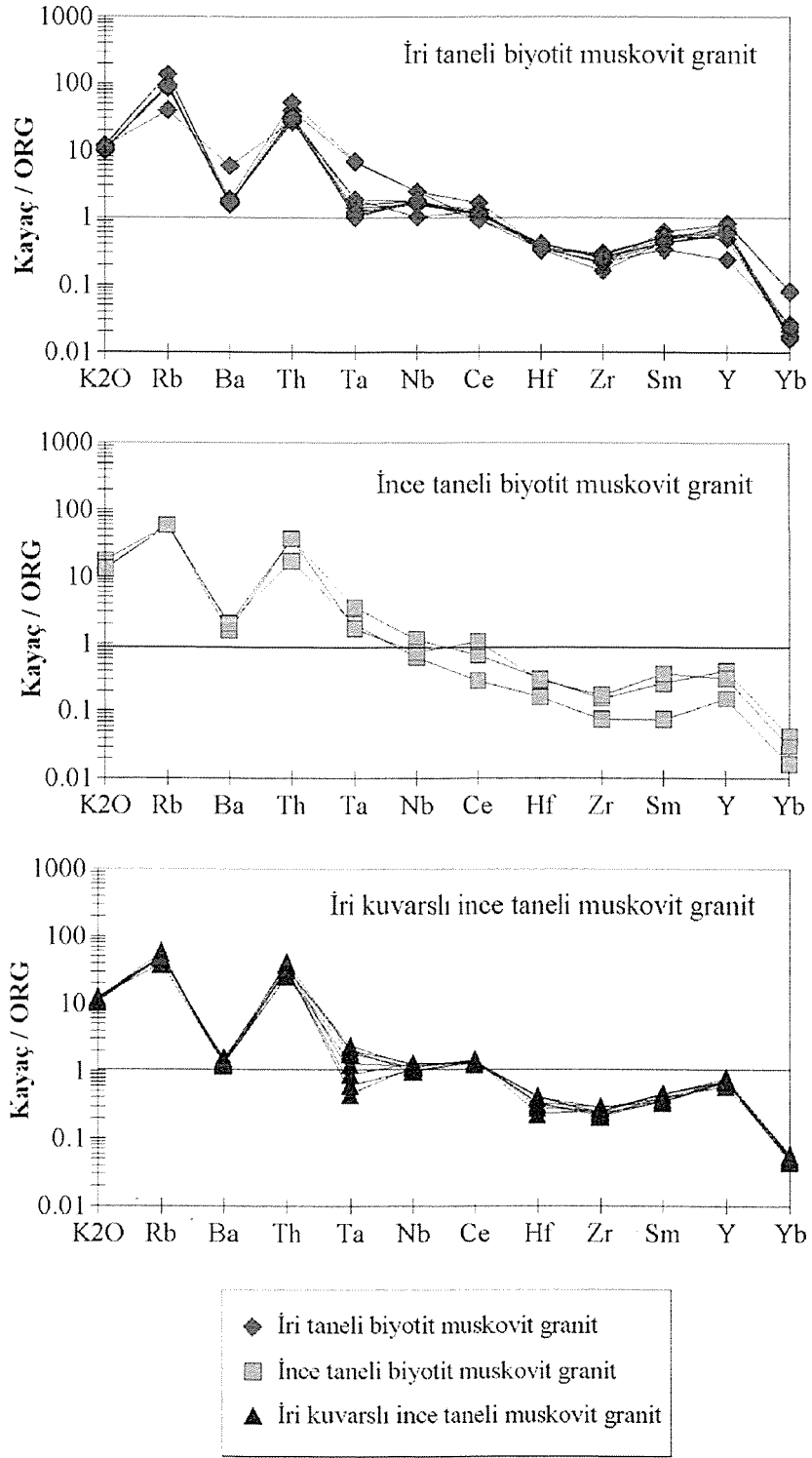
Şekil 14. SiO₂'ye karşı Al, Fe, Mg, Ca, Na ve K elementlerinin Harker değişim diyagramları.
 Figure 14. Harker variation diagrams of SiO₂ versus Al, Fe, Mg, Ca, Na and K



Şekil 15. SiO₂'ye karşı Y, Yb, Nb ve Zr elementlerinin Harker değişim diyagramları.
Figure 15. Harker variation diagrams of SiO₂ versus Y, Yb, Nb and Zr.

kesimi lökograditleri, Okyanus Ortası Sırtı Granitlerine (ORG) (Pearce vd., 1984) göre normalize edilmiş örümcek (spider) diyagramlarında LIL elementler açısından zenginleşme, HFS elementler açısından ise kısmen fakirleşme göstermektedir (Şekil 16). Yozgat Batolitinin Kuzey bölümündeki granitlerin sergilemiş oldukları mineralojik bileşimlerine bakıldığında granat ve iri kuvars kristallerinin yer alması ve jeokimyasal olarak LIL elementler açısından zenginlik göstermesi

kaynak magmanın kıta kabuğundan etkilendiğini ve böylece bu elementlerin zenginleşmesine yol açmış olabileceğini göstermektedir (Barbarin, 1990 ve Foster vd., 2001). Baryum'un (Ba) diğer LIL elementlerine göre fakirleşme göstermesi, bu granitler içerisinde plajiyoklazın az, alkali feldispatların ise daha fazla kristalleşmesinden kaynaklanabilmektedir (Sylvester, 1988 ve Suarez vd., 1990).



Şekil 16. Eser elementlerin okyanus ortası sırtı granitlerine (ORG) (Pearce vd., 1984) göre normalize edilmiş örümcek (spider) diyagramları.

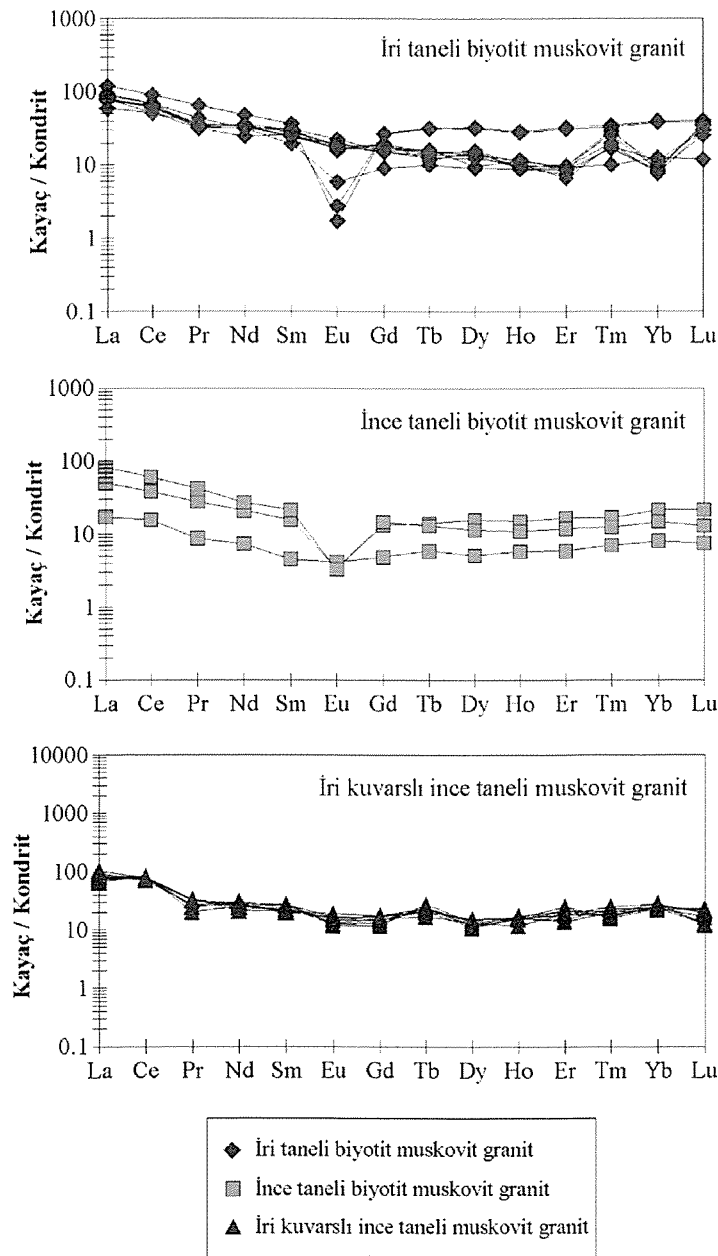
Figure 16. Spider diagrams of ORG normalized of trace elements of rock units (Pearce et al., 1984)

Kondritlere (Evensen vd., 1978) göre normalize edilmiş örümcek diyagramlarında ise, genel olarak düz bir çizgi göstermesinin yanında kısmen Hafif Nadir Toprak Elementleri (LREE), Ağır Nadir Toprak Elementlerine (HREE) göre zenginlik sergilemektedirler (Şekil 17). Hafif nadir toprak elementlerinin ağır nadir toprak elementlerine göre zenginlik göstermesi bu magmada kabuksal malzemenin etkinliğinin fazla olmasından kaynaklanmaktadır.

Levha tektoniği açısından irdelendiğinde, Yozgat Batoliti'nin kuzeyindeki lökogramitlerin ilk olarak SiO_2 'ye karşı Y ve Nb değişim diyagramlarında (Pearce

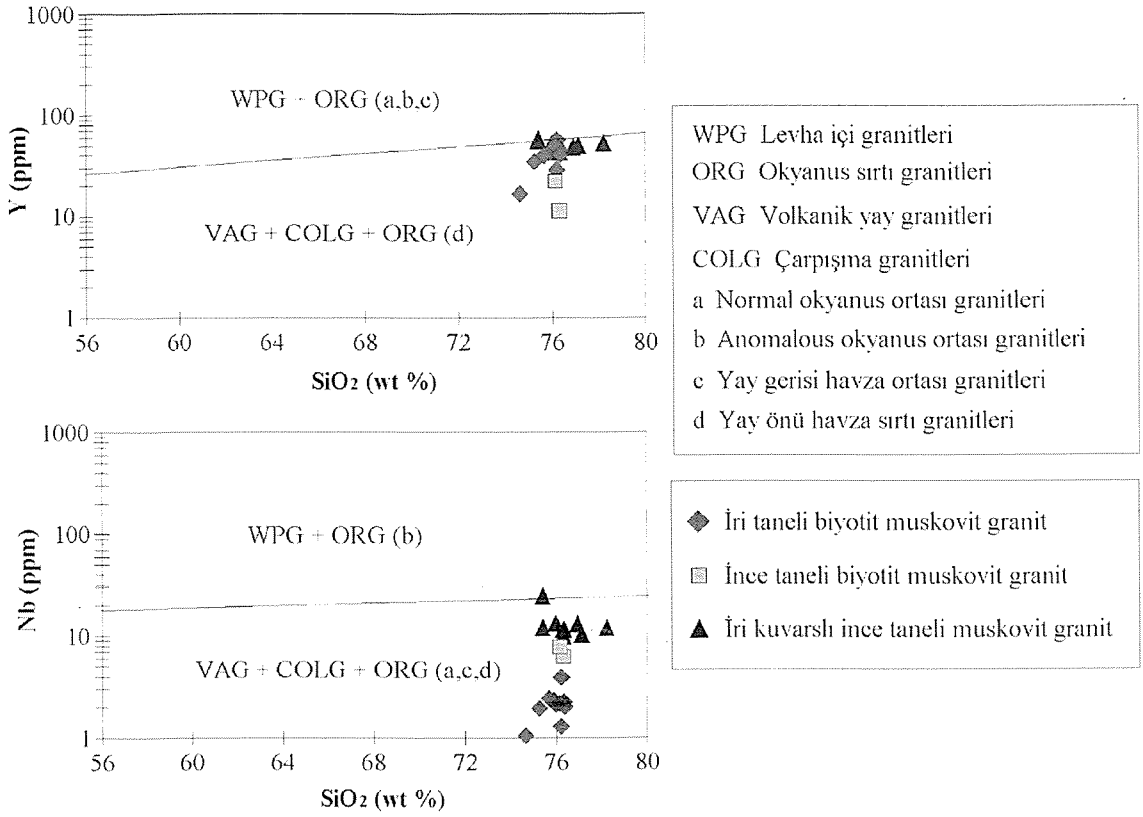
vd., 1984) VAG, COLG ve ORG alanlarına (Şekil 18), SiO_2 'ye karşı Rb değişim diyagramında (Pearce vd., 1984) da syn-COLG alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 19).

Nb-Y ve Ta-Yb ayırman diyagramlarına (Pearce vd., 1984) bakıldığında ise sözkonusu granitlerin syn-COLG ve VAG alanlarına düştükleri (Şekil 20), bunların syn-COLG mu yoksa VAG mı olduğunu anlayabilmek için de Rb-(Y+Nb) ve Rb-(Yb+Ta) ayırman diyagramlarına (Pearce vd., 1984) bakıldığında bunların çoğunlukla syn-COLG ve WPG aralığına düştüğü görülmektedir (Şekil 21).

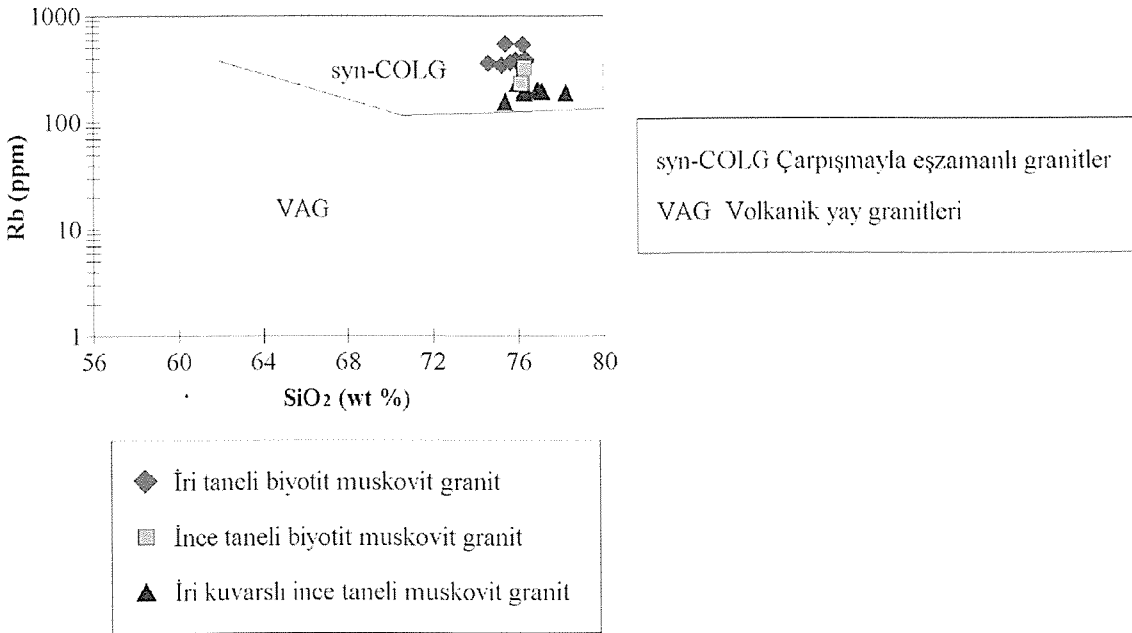


Şekil 17. Nadir toprak elementlerinin Kondritlere (Evensen vd.,1978) göre normalize edilmiş örümcek (spider) diyagramları.

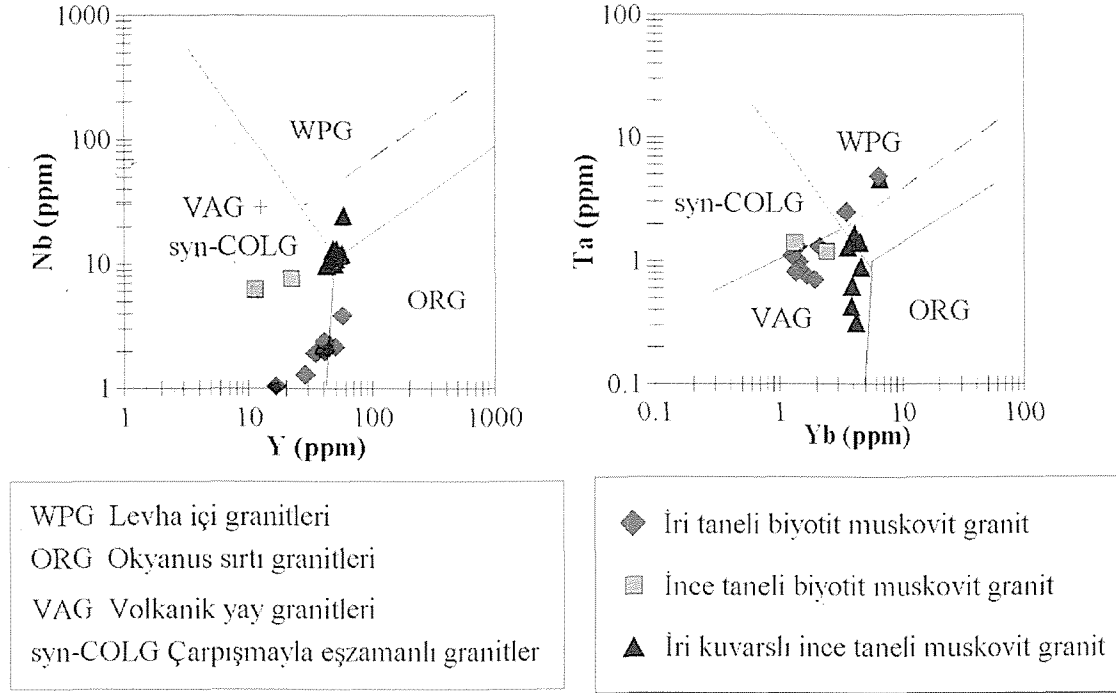
Figure 17. Spider diagrams of Chondrites normalized REE patterns of rock units (Evensen et al., 1978).



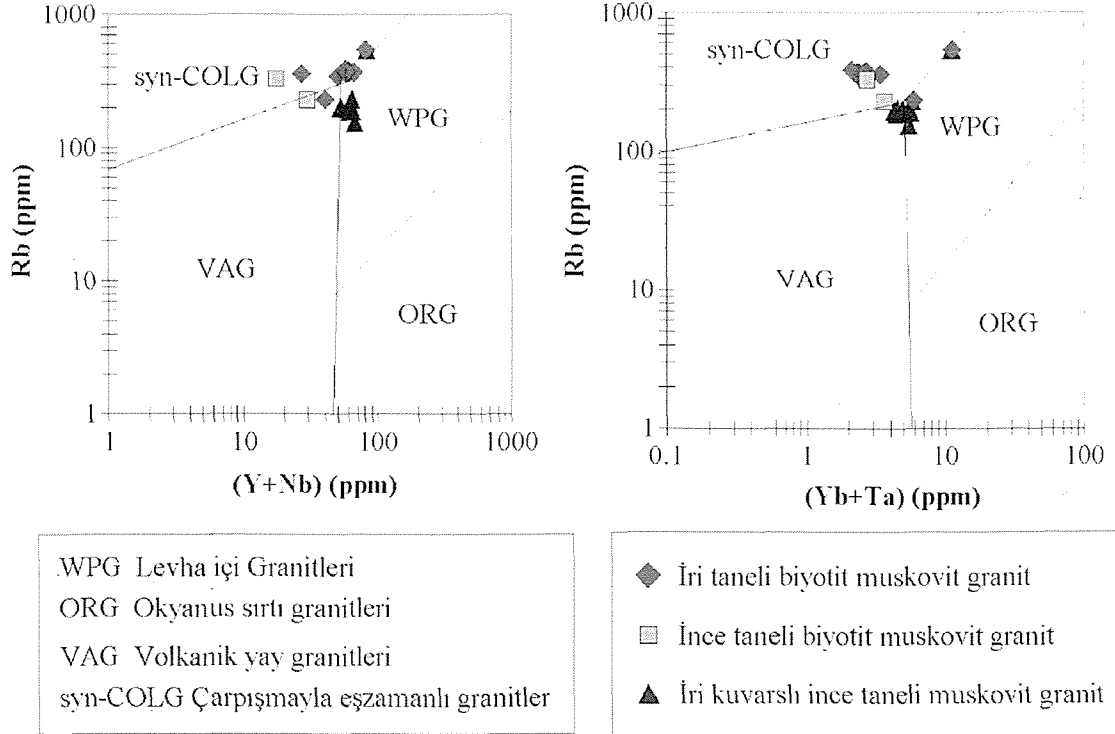
Şekil 18. SiO₂'ye karşı Y ve Nb değişim diyagramları (Pearce vd., 1984).
 Figure 18. Variation diagrams of SiO₂ versus Y and Nb (Pearce et al., 1984).



Şekil 19. SiO₂'ye karşı Rb değişim diyagramı (Pearce vd., 1984).
 Figure 19. Variation diagram of SiO₂ versus Rb (Pearce et al., 1984).



Şekil 20. Nb-Y ve Ta-Yb tektonik ayırtman diyagramları (Pearce vd., 1984).
 Figure 20. Tectonic discrimination diagrams of Nb-Y and Ta-Yb (Pearce et al., 1984).

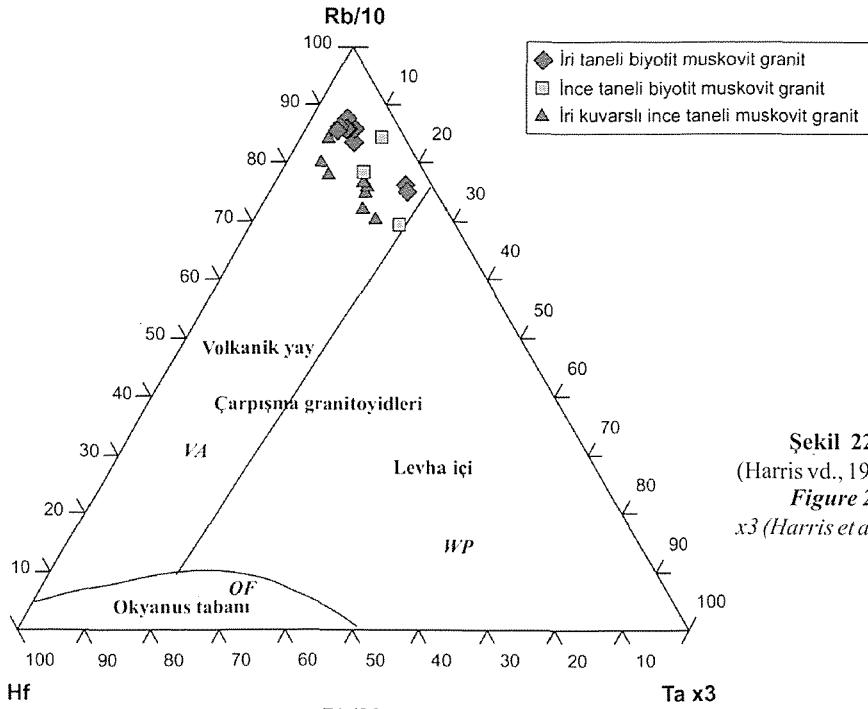


Şekil 21. Rb-(Y+Nb) ve Rb-(Yb+Ta) tektonik ayırtman diyagramları (Pearce vd., 1984).
 Figure 21. Tectonic discrimination diagrams of Rb-(Y+Nb) and Rb-(Yb+Ta) (Pearce et al., 1984).

Yukarıda anlatılanlara ek olarak Harris vd. (1986)'nın tektonik ayırtman diyagramlarına bakıldığında da; inceleme alanı granitlerinin Rb/10, Hf, Ta x3 üçgen diyagramında (Harris vd., 1986) çarpışma granitoidleri alanına düştükleri görülmekte (Şekil 22), bunların çarpışmayla eş zamanlı (syn-COLG) mı yoksa çarpışma sonrası (post-COLG) mı olduklarının anlaşılabilmesi için çizilen Rb/30, Hf, Ta x3 üçgen

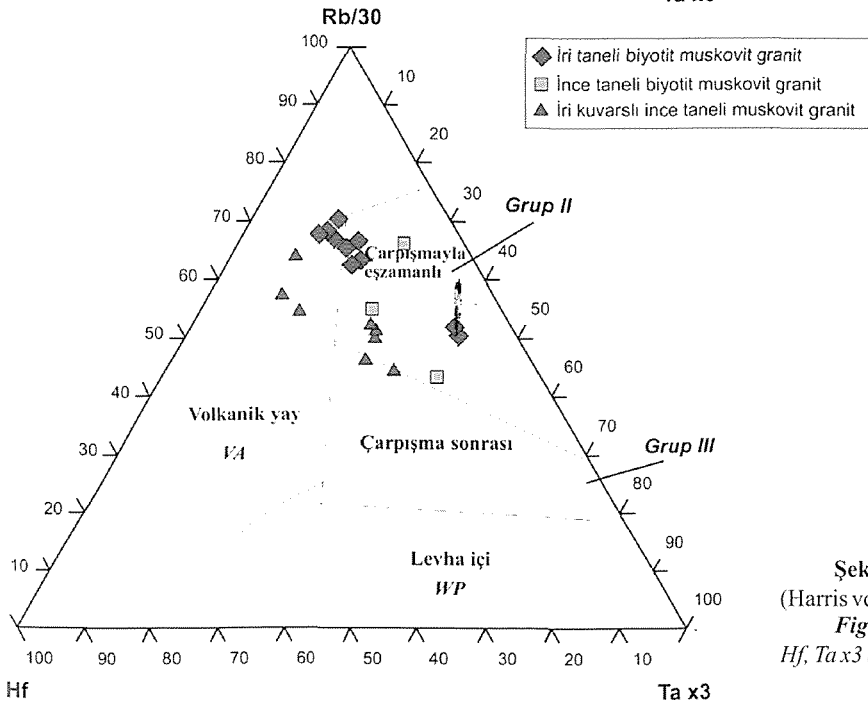
diyagramı (Harris vd., 1986) incelendiğinde syn-COLG aralığına düştükleri görülmektedir (Şekil 23).

Sonuç olarak; Yozgat Batoliti'nin kuzeyindeki lökograditlerin tektonik ayırtman diyagramlarında çoğunlukla çarpışmayla eş zamanlı granitoid (syn-COLG) alanlarına düştükleri görülmektedir.



Şekil 22. Rb/10, Hf, Ta x3 üçgen diyagramı (Harris vd., 1986).

Figure 22. Triangular diagram of Rb/10, Hf, Ta x3 (Harris et al., 1986).



Şekil 23. Rb/30, Hf, Ta x3 üçgen diyagramı (Harris vd., 1986)

Figure 23. Triangular diagram of Rb/30, Hf, Ta x3 (Harris et al., 1986).

4. SONUÇLAR

Orta Anadolu Kristalen Karmaşığı içerisindeki en büyük intruzif kütleleri oluşturan Yozgat Batoliti, farklı bileşim ve karakterdeki granitoid kayaçlarından oluşmaktadır. Bu çalışmada Yozgat Batoliti'nin kuzey bölümünde yüzlek veren lökokrat granitoidinin jeolojisi, petrografi ve petrolojisi incelenmiştir.

Yozgat Batoliti'nin kuzey kesimi başlıca açık ve pembe renkli granitlerden oluşmakta olup, tipik olarak Sarıhacılı köyü çevresinde ve Divanlı köyünün kuzey bölümünde yüzlek vermektedir. Bu açık renkli granitler iri, ince ve yer yer de farklı tane boyutu göstermesiyle faneritik ve porfiro faneritik doku özelliği sergilemektedirler.

Yozgat Batoliti kuzeyindeki lökograditler kendi içerisinde, gösterdikleri dokusal özellikleri ve içerdiği oldukları biyotit, muskovit ve kuvars oranına göre 3 alt birime ayrılmaktadır. Bunlar iri taneli biyotit muskovit granit, ince taneli biyotit muskovit granit ve iri kuvarslı ince taneli muskovit granit şeklinde tanımlanmış ve adlandırılmıştır. Bütün bu alt birimler kendi içerisinde tedrici dokanak ilişkisi göstermekte ve aplitik dayak şeklinde ince taneli muskovit alkali feldispat granitler tarafından kesilmektedirler.

İri kristalin biyotit muskovit granitler nispeten iri taneli ve taze görünümlüdür. İnce taneli biyotit muskovit granitlerde biyotitler ince taneli olup, genelde mineral kümelenmeleri şeklinde kayacın içerisinde yer almaktadır. İri kuvarslı ince taneli muskovit granitler içerisinde ise oldukça iri taneli gözlü kuvarslar gözlenmektedir.

Yozgat Batoliti'ndeki açık renkli granitler mafik mikrogranular anklavlar içermemektedirler.

Jeokimyasal analiz sonuçlarına göre; Yozgat Batoliti'nin kuzey bölümündeki lökograditler, subalkalin karakterli, kalkalkalin yönelimli ve yüksek K serisinde yer alan peralüminalı S-tipi granitlerdir.

Yozgat Batoliti lökograditleri, Harker diyagramlarında yaklaşık düşey bir ilişki göstermektedir. Buna göre; SiO₂'ye karşı Al, Fe, Mg ve Ca elementleri aşağıdan yukarıya, Na ve K elementleri ise yukarıdan aşağıya doğru devam eden bir ilişki göstermektedir.

Kalkalkalin karakterli Yozgat Batoliti lökograditleri ORG'a göre normalize edilmiş örümcek

(spider) diyagramlarında LIL elementler açısından zenginleşme, HFS elementler açısından ise kısmen fakirleşme göstermektedir. Kondritlere göre normalize edilmiş örümcek diyagramlarında ise genel olarak düz bir çizgi göstermesinin yanında kısmen LREE'in HREE'e göre zenginlik sergilemektedirler.

Levha tektoniği açısından irdelendiğinde, Yozgat Batoliti'nin kuzeyindeki lökograditlerin tektonik ayırtman diyagramlarında çoğunlukla çarpışmayla eş zamanlı granitoid (syn-COLG) alanlarına düştüğü görülmektedir.

KAYNAKLAR

- Akçe, M.A., 2003. Yozgat Batoliti'nin Kuzey Bölümünün Jeolojisi ve Petrolojisi. Ankara Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara, Yüksek Lisans Tezi, 117 s., (yayınlanmamış)
- Akçe, M.A. ve Kadioğlu, Y.K. 2003. Yozgat Batoliti'ndeki Kabuk Kökenli Lökograditlerin Jeolojisi ve Petrolojisi, S. Demirel Üni., Müh.-Mim. Fak., 20. Yıl Jeol. Semp., Bildiri Özleri, Isparta, s. 140.
- Akıman, O., Erler, A., Göncüoğlu, M. C., Güleç, N., Geven, A., Türel, T.K. and Kadioğlu, Y.K., 1993. Geochemical characteristics of granitoids along the western margin of the Central Anatolian Crystalline Complex and their tectonic implications: *Geol. J.*, 28, 371-382.
- Aydın, N.S., Göncüoğlu, M.C. and Erler, A., 1998. Latest cretaceous magmatism in the Central Anatolian Crystalline Complex: review of field, petrographic and geochemical features. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 7; 259-268.
- Barbarin, B., 1990. Granitoids: main petrogenetic classifications in relation to origin and tectonic setting. *Geol. Journal*, 25, . 227-238.
- Boztuğ, D., 1995. Kırşehir bloğündeki Yozgat batoliti doğu kesiminin (Sorgun güneyi) petrografisi, ana element jeokimyası ve petrojenezini. İstanbul Üniversitesi, Yerbilimleri, 9, 1-2; 1-20.
- Boztuğ, D., 1998. Post-Collisional Central Anatolian Alkaline Plutonism, Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 145-165.
- Büyükönel, G., 1979. Yozgat yöresi plutonit ve volkanitlerinin petrojenezini. A.Ü.F.F. Jeoloji Müh. Böl. (Yayınlanmamış), Ankara.
- Dalkılıç, B., 1985. Geology of the Sarıhacılı-Divanlı-Azizli region (Yozgat, Turkey): Unpubl. M.S. thesis, Middle East Tech. Univ., 81 p., Ankara.
- Ekici, T., 1997. Yozgat Batoliti Yozgat güneyi kesiminin

- petrolojisi. C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 75 s, (yayınlanmamış).
- Ekici T., ve Boztuğ., D., 1997. Anatolid-Pontid Çarpışma Sisteminin Pasif Kenarında Yer Alan Yozgat Batolitinde Syn-COLG ve Post-COLG Granitoid Birlikteliği. *Yerbilimleri*, 30, s. 519-538.
- Erdoğan, B., Akay, E. and Uğur, M.Ş., 1996. Geology of the Yozgat Region and Evolution of the Collisional Cankiri Basin. *International Geology Review*, Vol. 38; p. 788-806.
- Erlor, A., Akıman, O., Unan, C., Dalkılıç, B., Geven, A., ve Önen, P., 1991. Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir Masifi magmatik kayalarının petrolojisi ve jeokimyası. *Doğa-Tr. of Engineering and Environmental Sciences*, 15, s. 76-100.
- Erlor, A. ve Bayhan, H., 1995. Orta Anadolu Granitoid'lerinin genel değerlendirilmesi ve sorunları. *Yerbilimleri*, 17, 49-67.
- Erlor, A. and Göncüoğlu M.C., 1996. Geologic and Tectonic Setting of the Yozgat Batholith, Northern Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *International Geology Review*, Vol. 38, p. 714-726.
- Foster, D.A., Schafer, C., Fanning, C.M. and Hyndman, D.W., 2001. Relationships between crustal partial melting, plutonism, orogeny, and exhumation: Idaho-Bitterroot batholith. *Tectonophysics* 342, 313-350.
- Gençaliöğlü-Kuşcu, G., 1999. Orta Anadolu Kristalen Kompleksi'ndeki Akçakışla Graniti (Yozgat) ve Yozgat Batoliti Granitoidlerinin Jeokimyasal ve Petrojenetik Karşılaştırması. 52. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiriler Kitabı, s. 247-254. Ankara.
- Göncüoğlu, M.C., Toprak, V., Kuşcu İ., Erlor, A., and Olgun, E., 1991. Geology of the western part of the Central Anatolian Massif, Part 1: Southern Section: Unpubl. Report No. 2909, Turkish Petroleum Company (in Turkish).
- Göncüoğlu, M.C., Erlor, A., Toprak, V., Yalınz, K., Olgun, E., and Rojay, B., 1992. Geology of the western part of the Central Anatolian Massif, Part 2: Central Section: Unpubl. Report No. 3155, Turkish Petroleum Company (in Turkish).
- Göncüoğlu, M.C., Erlor, A., Toprak, V., Olgun, E., Yalınz, K., Kuşcu, İ., Köksal, S., and Dirik, K., 1993. Geology of the cenral part of the Central Anatolian Massif, Part 3: Geological evolution of the Central Kızılırmak Tertiary Basin: Unpubl. Report No. 3313, Turkish Petroleum Company (in Turkish).
- Güleç, N., 1994. Rb-Sr isotope data from the Ağaçören granitoid (East of Tuz Gölü): geochronological and genetical implications: *Turkish Journal of Earth Sciences*, 3, 39-43.
- Güleç, N., Toprak, V., Kadioğlu, Y.K. and Barreiro, B., 1996. Anatomy of a gabbro body and its bearing on the origin of mafic enclaves in the Cretaceous Ağaçören granitoid (central Turkey). *Israel Journal of Earth Sciences*, 45; 169-192.
- Güleç, N. and Kadioğlu, Y.K., 1998. Relative involvement of mantle and crustal components in the Ağaçören granitoid (central Anatolia - Turkey): estimates from trace element and Sr-isotope data. *Chemie der Erde*, 58; 23-37.
- Harris, N.B.W., Pearce, J.A. and Tindle, A.G., 1986. Geochemical characteristics of collision-zone magmatism, In: Coward M.P. Reis A.C. (eds), *Collision tectonics, Spec. Publ., Geol. Soc.*, 19, 67-81.
- Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A., 1971. A Guide to the chemical classification of the common volcanic rocks, *Can. J. Earth Sci.*, v.8, 523-548.
- Kadioğlu, Y.K. and Güleç, N., 1999. Types and genesis of the enclaves in central Anatolian granitoids, *Geological Journal. Geol. J.*, 34, 243-256, Ankara.
- Kadioğlu, Y.K., Dilek, Y., Güleç, N., and Foland, K.A., 2003. Tectonomagmatic evolution of bimodal plutons in the Central Anatolian Complex, Turkey. *The Journal of Geology*, 111; 671-690.
- Ketin, İ., 1955. Yozgat bölgesinin jeoloji ve Orta Anadolu Masifi'nin tektonik durumu. *T.J.K Bülteni*, s. 6, 1-28.
- Le Maitre, R.W., Bateman, P., Dudek, A., Keller, J., Lameyre, J., Le Bas, M.J., Sabine, P.A., Schmid, R., Sorensen, H., Streckeisen, A., Woolley, A.R. and Zanettin, B., 1989. A classification of igneous rocks and glossary of terms. Blackwell, Oxford.
- Maniar, P.D. and Piccoli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids: *Geol. Soc. of Amer. Bull.*, v.101, 635-643.
- Middlemost, E.A.K., 1975. The basalt clan, *Earth Sci. Rev.*, 11, 337-364.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W. and Tindle, A.G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks: *Jour. Petrol.*, v. 25, 956-983.
- Shand, S.J., 1947. *Eruptive Rocks*, John Wiley, New York.

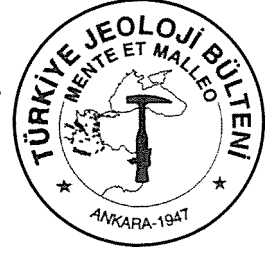
- Suarez, M., Naranjo, J.A. and Puig, A., 1990. Mesozoic 'S-like' granites of the central and southern Andes; A review. In: Kay, S.M. and Rapela, C.W. (Eds), Plutonism from Antarctica to Alaska, Geological Society of America Special Paper 241, 2732.
- Sylvester, P.J., 1998. Post-collisional strongly peraluminous granites. Lithos, 45, pp. 2944.
- Tatar, S., 1997. Yozgat Batoliti Şefaati Kuzey Kesiminin (Güney Yozgat) Petrolojik İncelenmesi. C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Yüksek Lisans Tezi, 94 s, (yayımlanmamış).
- Tatar, S. ve Boztuğ, D., 1997. Yozgat Batoliti GB Kesimindeki (Şefaati-Yerköy Arası) Monzonitik Birlikte Fraksiyonel Kristalleşme ve Magma Karışması (Magma Mingling/Mixing) Süreçleri. Yerbilimleri, 30, s. 539-562.
- Tatar, S. and Boztuğ, D., 1998. Fractional crystallization and magma mingling/mixing processes in the monzonitic association in the SW part of the composite Yozgat Batholith (Şefaati-Yerköy, SW Yozgat). Tr. J. of Earth Sciences, 7; 215-230.
- Yalınz, K.M., Aydın, N.S., Göncüoğlu, M.C. and Parlak O., 1999. Terlemez quartz monzonite of Central Anatolia (Aksaray-Sarıkaman): age, petrogenesis and geotectonic implications for ophiolite emplacement. Geological Journal, 34; 233-242.

Makale Geliş Tarihi : 16 Şubat 2004

Kabul Tarihi : 7 Temmuz 2005

Received : February 16, 2004

Accepted : July 7, 2005



Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeylerin Organik Jeokimyasal Özellikleri ve Çökeltme Ortamları

Organic Geochemical Characteristics and Depositional Environments of Oil Shales in Northwest Anatolia, Turkey

Reyhan KARA GÜLBAY
Sadettin KORKMAZ

KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon
KTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 Trabzon

Öz

Bu çalışmada, Kuzeybatı Anadolu'da Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bölgelerinde yer alan Tersiyer yaşlı bitümlü şeylerin organik jeokimyasal özellikleri ve çökeltme ortamları incelenmiştir.

Bu sahalara ait bitümlü şeyler genel olarak yüksek H_I ve düşük O_I değerleri ile tipiktirler. Piroliz/TOK analiz sonuçlarına göre Beypazarı, Himmetoğlu, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyleri Tip I kerojen, Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeyleri ise baskın olarak Tip I, az oranda da Tip II kerojen içermektedir. T_{max} değerleri, bütün sahalara ait bitümlü şeylerin olgunlaşmadığını göstermektedir.

GC analizlerine göre, Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şey örneklerinde sadece C₁₇ ve C₁₈ n-alkanlar kaydedilmiş, diğer n-alkanlar tespit edilememiştir. Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şey örneklerinde ise genellikle düşük numaralı n-alkanların daha baskın olduğu bimodal bir dağılım gözlenmiştir. Bu dağılım bitümlü şeylerin baskın olarak algal ve daha az oranda karasal organik madde içerdiğini göstermektedir. Pr/Ph oranına göre Beypazarı, Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeyleri anoksik, Himmetoğlu, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyleri ise suboksik bir ortamda çökelmiştir.

GC-MS analizlerine göre, m/z 217 ve m/z 191 kütle kromatogramından hesaplanan biyomarker parametreleri bitümlü şeylerin olgunlaşmamış organik madde içerdiğini göstermektedir. Tuzluluğa işaret eden gamaseran, Beypazarı sahası hariç diğer bütün şey örneklerinde kaydedilmiştir. Diğer biyomarker parametreleri de dikkate alındığında, bitümlü şeylerin tuzlu bir ortamda çökdikleri ortaya çıkmaktadır. Genel olarak veriler, bitümlü şeylerin gölsel bir ortamda çökdüğünü göstermektedir. Bununla birlikte, sadece Seyitömer bitümlü şeyleri için kaydedilen iz miktardaki C₃₀ steran denizel katkıya işaret etmekte ve bu zaman zaman denizel etkiye maruz kalan gölsel bir çökeltme ortamının varlığını ortaya koymaktadır.

Anahtar Kelimeler: KB Anadolu, bitümlü şey, TOK, kerojen, organik olgunluk, n-alkan, biyomarker.

Abstract

In this study, organic geochemical characteristics and depositional environments of the Tertiary aged oil shales in Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı and Bahçecik areas (NW Anatolia) have been examined.

The oil shales in all the studied areas have typically high HI and low OI values. Pyrolysis/TOC analysis results indicate that while Beypazarı, Himmetoğlu, Gölpazarı and Bahçecik oil shales contain only Type I kerogen, Seyitömer and Hatıldağ contain dominantly type I but includes minor amounts of Type II kerogen. Tmax values for these oil shales indicate that they are all immature.

Result of GC analyses of Beypazarı and Seyitömer oil shales show only C₁₇ and C₁₈ n-alkanes but not show other n-alkanes. Gas chromatograms of Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı and Bahçecik shales show a bimodal distribution dominated with low number n-alkanes. Such a distribution indicates that these shales are composed predominantly of alga and minor amounts of terrestrial organic matter. Pr/Ph ratios of the shales suggest that an anoxic depositional environment for the Beypazarı, Seyitömer and Hatıldağ shales, and a suboxic environment for the Himmetoğlu, Gölpazarı and Bahçecik shales deposited.

The biomarker parameters calculated using m/z 217 and m/z 191 mass chromatograms obtained by GC-MS analysis indicate that the oil shales include immature organic matter. Gammacerane, a typical biomarker for saline depositional environment, has been determined for all oil shales except those from the Beypazarı area. When other biomarker parameters are taken in to account, it is apparent that all shales deposited in saline environments. In general, the data gained indicate lacustrine depositional environments for the oil shales in all the studied areas. However, trace amounts of C₃₀ sterane found in only shales from the Seyitömer area indicate marine input and suggest lacustrine depositional environment that was occasionally inundated by the sea.

Key Words: NW Anatolia, oil shales, TOC, kerogen, organic maturity, n-alkane, biyomarker.

1. GİRİŞ

Türkiye, bitümlü şeyl yatakları bakımından oldukça zengin bir ülke olup, yaklaşık 1.6 milyar tonluk bir rezerve sahiptir. Bu çalışmada Türkiye'nin önemli bitümlü şeyl yataklarını içeren Tersiyer yaşlı altı sahası incelenmiştir. Bu sahalarda batı-kuzeybatı Anadolu bölgesinde, Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Himmetoğlu ve Hatıldağ (Bolu), Gölpazarı (Bilecik) ve Bahçecik (İzmit) bölgelerinde yer almaktadır.

Bu bölgelerdeki bitümlü şeyl sahaslarının jeolojik ve ekonomik incelemesi bir çok araştırmacı tarafından değişik tarihlerde yapılmıştır. Buna karşılık organik jeokimyasal incelemeler çok daha azdır. Bu bitümlü şeyl yataklarından Bahçecik sahası Talu (1967), Gölpazarı sahası Yanılmaz ve diğ. (1980), Himmetoğlu sahası Taka ve Şener (1988), Beypazarı sahası Şener ve Şengüler (1991), Seyitömer sahası Şener ve Şengüler (1992a), Hatıldağ sahası Şener ve Şengüler (1992b) tarafından incelenmiştir. Ayrıca Şener ve diğ. (1994) Himmetoğlu, Seyitömer, Beypazarı ve Hatıldağ bitümlü şeyllerinin jeolojik, kimyasal ve ekonomik açıdan önemini araştırmışlardır. Sarı (1999) Himmetoğlu sahasının, Özçelik (2002) Beypazarı sahasının ve Kara

Gülbay (2004) ise KB Anadolu'daki tüm bitümlü şeyl yataklarının organik jeokimyasal özelliklerini incelemiştir.

Bu çalışmada ülkemiz açısından önem taşıyan altı sahanın ayrıntılı organik jeokimyasal özellikleri incelenmiş olup, bitümlü şeyllerin organik madde tipleri, olgunlukları, çökelme ortamları ve koşulları, hidrokarbon potansiyeli araştırılmış ve bu sahasların birbirleriyle korelasyonları yapılmıştır.

Beypazarı (Ankara), Seyitömer (Kütahya), Himmetoğlu (Bolu) ve Hatıldağ (Bolu) sahaslarına ait bitümlü şeyl örnekleri bu sahalarda MTA tarafından yapılmış olan sondaj karotlardan alınmıştır. Gölpazarı (Bilecik) ve Bahçecik (İzmit) sahaslarında ise stratigrafik kesitler ölçülerek sistematik örnekleme yapılmıştır.

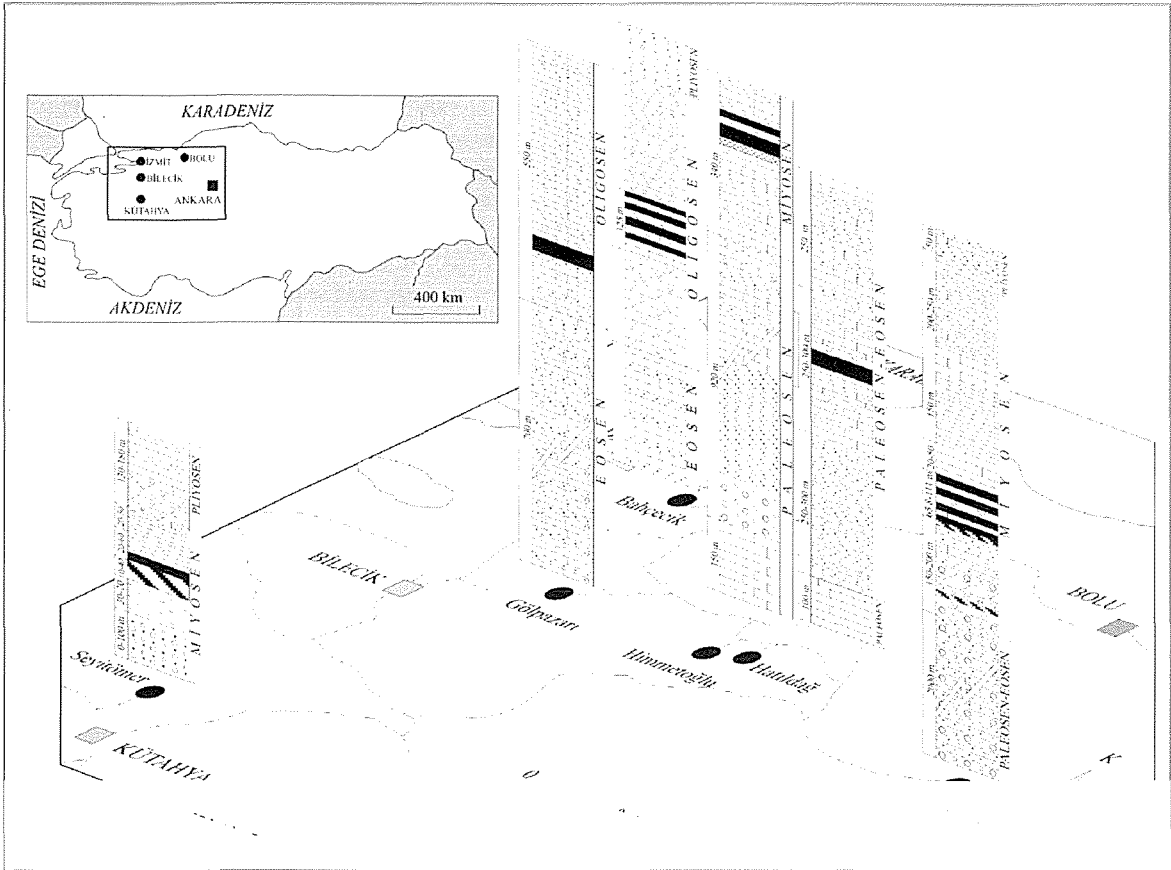
Seçilen bitümlü şeyl örnekleri üzerinde TPAO Araştırma Merkezi Organik Jeokimya Laboratuvarında Piroliz/TOK, Özütleme, Kolon Kromatografi, Gaz Kromatografi (GC) ve Gaz Kromatografi-Kütle Spektrometri (GC-MS) analizleri gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmada Beypazarı sahasından 8, Seyitömer sahasından 4 ve diğer sahalardan 6'şar örnek olmak üzere seçilen 36 örneğin piroliz/TOK analizleri, 9 örneğin

özütleme analizi ve her sahadan 1 olmak üzere seçilen 6 örneğin hem GC ve hem de GC-MS analizleri yapılmıştır. Piroliz analizlerinde Rock-Eval-II cihazı, GC analizleri Varian 3400 kromatografı cihazı ve GC-MS analizleri de bir Trace 2000 GC ile donatılmış Finnigan MAT GCQ-10n Trap aleti kullanılarak gerçekleştirilmiştir.

2. Genel Jeoloji

Bu çalışmada incelenen Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldığ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü

şeyl sahaları, batı-kuzeybatı Anadolu bölgesinde yer alan ve birbirinden bağımsız çökeltme havzalarıdır (Şekil 1). Bu sahalarda yer alan bitümlü şeyller Tersiyer yaşlı istiflerle ardalanmalıdır (Şekil 1). Hatıldığ bitümlü şeylleri Paleosen-Eosen (Şener ve Şengüler,1992b), Gölpazarı-Bahçecik bitümlü şeylleri Oligosen (Talu, 1967; Yanılmaz ve diğ. 1980), Beypazarı-Seyitömer-Himmetoğlu bitümlü şeylleri Miyosen (Sarı, 1985; Taka ve Şener, 1988; Şener ve Şengüler, 1991; Şener ve Şengüler (1992a) yaşlı çökeller içerisinde yer almaktadır.



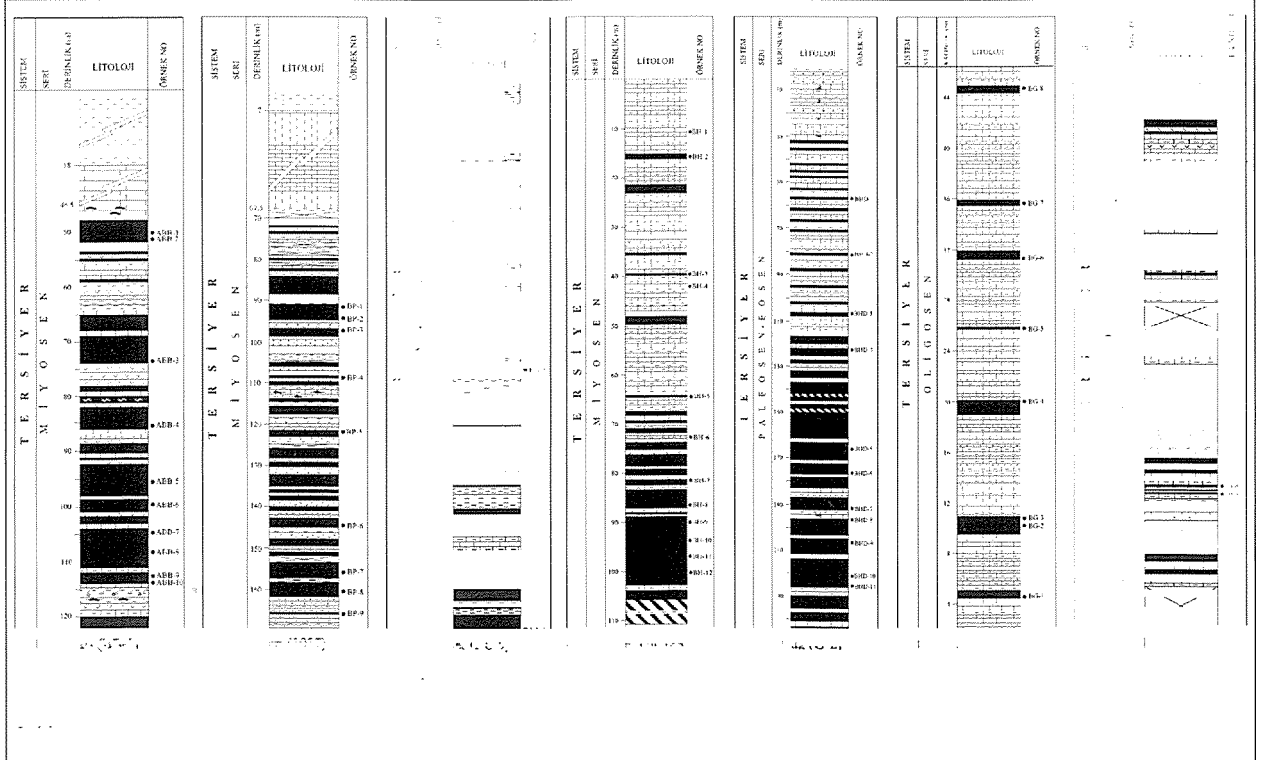
Şekil 1. Bitümlü şeyl sahalanna ait yer bulduru haritası ve bu sahalarda gözlenen Tersiyer yaşlı istifler
Figure 1. Location maps of the oil shale fields and Tertiary units observed in these areas

Beypazarı sahasının temelini Paleozoyik yaşlı metamorfite oluşurmaktadır. Bu temel kayalar üzerine Tersiyer yaşlı çökeller uyumsuzlukla gelmektedir. Bitümlü şeyl içeren istifin tabanında linyitler yer almaktadır. Bu sahadaki bitümlü şeyller kireçtaşı, marn, kiltası ve tüfitlerle aralanmalıdır (Şekil 2-a,b). Bitümlü şeyller belirgin bir laminalanma ve yapraklanma göstermekte olup, bazı seviyelerde flaser yapı, bazı seviyelerde açık-koyu gri renkli laminaların ritmik aralanması ve bazı seviyelerde ise homojen bir özellik göstermektedirler (Şekil 3-a). İstifin kalınlığı sondajlarda 57-111 metre arasında değişmektedir. Sahada 330 milyon ton bitümlü şeyl rezervi vardır.

Himmetoğlu ve Hatıldağ sahaslarının temeli Üst Kretase yaşlı kırıntılı çökellerden oluşmaktadır. Himmetoğlu bitümlü şeyllerinin tabanında linyitli bir seviye yer alır. Bitümlü şeyl seviyeleri kiltası, tüfit, marn ve killi kireçtaşları ile aralanmalı olarak bulunmaktadır (Şekil 2-d). Bitümlü şeyllerin renkleri açık-koyu gri olup, belirgin bir laminalanmaya sahiptirler (Şekil 3-c). Bitümlü şeylli istifin kalınlığı 88/3 sondajında 84 metre olarak ölçülmüştür. Himmetoğlu sahasında 660 milyon ton bitümlü şeyl rezervi vardır.

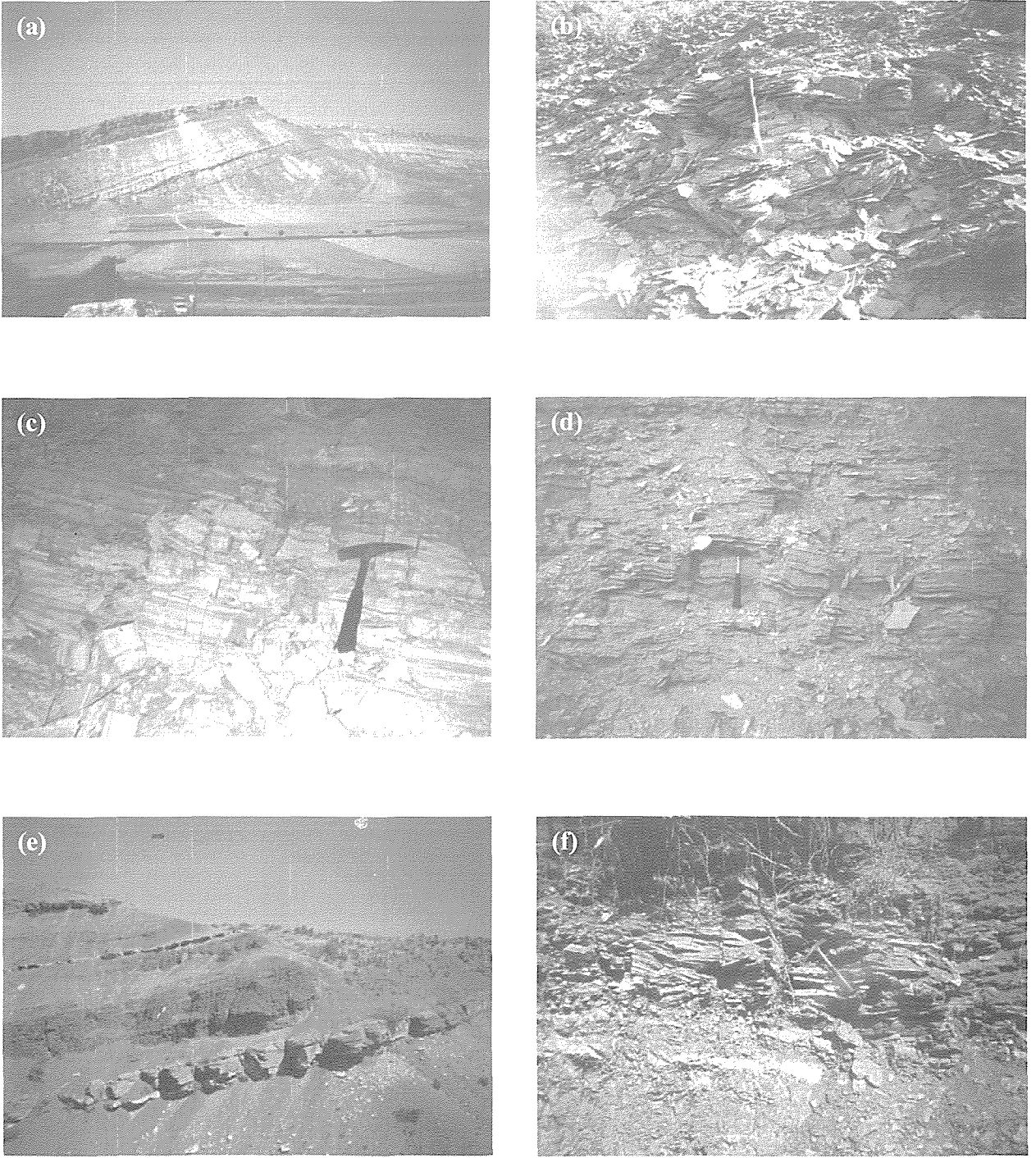
Hatıldağ sahasında yüzeyleyen bitümlü şeyli seviyeler kiltası, silttaşı ve marnlarla aralanmalıdır (Şekil 2-e). Bitümlü şeyller kahverengi, kahvemsigri ve bej renklerde olup, genellikle açık ve koyu renklerin aralandığı çok belirgin bir laminalanmaya sahiptirler (Şekil 3-d). Ayrıca belirgin bir yapraklanma, yer yer flaser yapıları ve mikrosamlar gözlenmiştir. Bu sahada yer alan bitümlü şeylli istifin kalınlığı yapılan sondajlara göre 26-120 m arasında değişmektedir. Bu sahada 360 milyon ton bitümlü şeyl rezervi vardır.

Gölpazarı sahasının temelini Jura kireçtaşları ve Üst Kretase kırıntılı çökelleri oluşturmaktadır. Bitümlü şeyller genellikle kireçtaşı ve kumtaşı arabantaları içeren marnlarla aralanmalı olarak bulunmaktadır (Şekil 2-f). Bu sahadaki bitümlü şeyller kahverengi-gri renklerde olup, belirgin bir laminalanma ve yapraklanma özelliği göstermezler (Şekil 3-e). Sahada bitümlü şeyl içeren istifin kalınlığı 46 m olarak ölçülmüş ve kalınlıkları 20 cm ile 150 cm arasında değişen 7 adet bitümlü şeyl seviyesi tespit edilmiştir. Bu sahada 120 milyon ton bitümlü şeyl rezervi vardır.



Şekil 2. Bitümlü şeyl sahaslarına ait sondaj ve kesit logları ile örnek yerleri

Figure 2. Sample location, well logs and measured sections of the oil shale units and selected shale samples



Şekil 3. Bitümlü şeylerin arazideki görünüşleri; (a) Beypazarı, (b) Seyitömer, (c) Himmetoğlu, (d) Hatıldağ, (e) Gölpaazarı ve (f) Bahçecik

Figure 3. Outcrops of oil shales: (a) Beypazarı, (b) Seyitömer, (c) Himmetoğlu, (d) Hatıldağ, (e) Gölpaazarı and (f) Bahçecik

Bahçecik sahasının temeli Üst Kretase yaşlı kireçtaşlarından oluşur. Sahadaki bitümlü şeyller tüfit, kiltası ve kireçtaşı arabantları içeren marnlarla ardalıdır (Şekil 2-g). Bitümlü şeyller koyu kahvesiyah renkli, sert yapılı olup, belirgin bir yapraklanma ve laminalanma gösterirler (Şekil 3-f). Arazinin örtülü olmasından dolayı bitümlü şeyllerden sadece 38 m kalınlığında bir istif ölçülmüş ve kalınlığı 20 cm ile 250 cm arasında değişen bitümlü şeyl bantları tespit edilmiştir. Sahada yaklaşık 40 milyon ton bitümlü şeyl rezervi vardır.

3. Organik Jeokimyasal İncelemeler

3.1. Toplam Organik Madde Miktarı ve Rock-Eval Piroliz Analizleri

Bey pazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örneklerinin toplam organik karbon (TOK) değerleri sırasıyla %1.85-18.1, 2.22-24.92, 3.02-35.58, 2.04-8.26, 2.06-10.34 ve 4.72-9.20 arasında değişmekte olup, ortalama değerler ise sırasıyla % 8.91, 9.17, 15.81, 4.75, 5.17 ve 7.15 olarak tespit edilmiştir (Tablo 1). Bu değerlerden de görüldüğü gibi Bey pazarı, Seyitömer ve Himmetoğlu bitümlü şeyl örneklerinin TOK değerleri geniş bir aralıkta değişim göstermektedir (Şekil 4). Diğer sahalara ait örnekler ise daha homojen bir TOK dağılımı göstermektedirler. Bu muhtemelen Bey pazarı, Seyitömer ve Himmetoğlu bitümlü şeyllerinin oluşum ortamlarında organik madde zenginliğini etkileyecek faktörlerin diğer sahalara oranla daha çok değişim göstermesinden kaynaklanmaktadır.

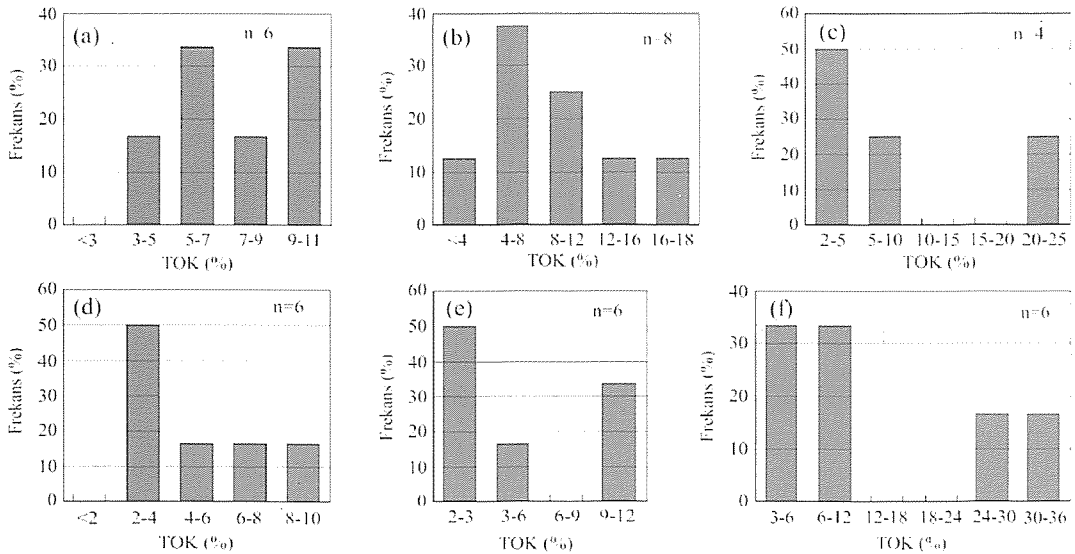
Piroliz analizi sonucunda elde edilen Hidrojen İndeksi (HI) değerleri bütün sahalara ait bitümlü şeyl örnekleri için oldukça yüksek, Oksijen İndeksi (OI) değerleri ise oldukça düşük olarak kaydedilmiştir. Bey pazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllerine ait örneklerin ortalama HI değerleri sırasıyla 822, 648, 723, 720, 781, 812 mgHC/gTOK ve ortalama OI değerleri ise 30, 55, 39, 30, 43, 15 mgCO₂/gTOK olarak belirlenmiştir.

Piroliz analizlerinden elde edilen S₁, S₂ ve S₃ değerleri kullanılarak, kerojen tipi hakkında fikir veren S₂/S₃ oranı, hidrokarbon potansiyeli hakkında fikir veren Potansiyel Ürün (PÜ; S₁+S₂) ve olgunluk hakkında fikir veren Üretim İndeksi (Üİ; [S₁/(S₁+S₂)]) parametreleri hesaplanmıştır. Genel olarak S₂/S₃ oranı ve Potansiyel Ürün değerleri yüksek, Üretim İndeksi değerleri ise düşük olarak hesaplanmıştır (Tablo 1).

Piroliz analizi ile ölçülen ve organik maddenin olgunluğu hakkında fikir veren T_{max} değerleri (ortalama) Bey pazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örnekleri için sırasıyla 429, 423, 432, 436, 431 ve 442°C olarak hesaplanmıştır.

3.2. Moleküler Bileşim

Farklı sahalardan seçilen 11 örnek üzerinde özütleme analizi gerçekleştirilmiş ve analiz sonuçları Tablo 2'de verilmiştir. Bitümlü şeyl örneklerinden özütleme yöntemiyle elde edilen bitüm TOK'a oranlanmış ve genel olarak düşük değerler elde edilmiştir (Tablo 2). Her sahadan birer olmak üzere toplam 6 özütün doygun fraksiyonları üzerinde GC ve hem de GC-MS analizleri yapılmıştır.



Şekil 4. Toplam Organik Karbon (TOK) değerlerinin % dağılım grafikleri (n= örnek sayısı): (a) Bahçecik, (b) Bey pazarı, (c) Seyitömer, (d) Hatıldağ, (e) Gölpazarı ve (f) Himmetoğlu

Figure 4. Percentage distribution diagrams of total organic carbon values (n= sample number): (a) Bahçecik, (b) Bey pazarı, (c) Seyitömer, (d) Hatıldağ, (e) Gölpazarı and (f) Himmetoğlu

Tablo 1. Rock-Eval Piroliz/TOK analiz sonuçları
Table 1. Results of Rock-Eval Pyrolysis/TOC analyses

Örnek No	Derinlik (m)	TOK C-Azotlu	S ₁ (mgHR/g kaya)	S ₂ (mgHR/g kaya)	S ₃ (mgCO ₂ /g kaya)	Kerojen Tipi S ₂ /S ₃	(PÜ) S ₁ -S ₂ (mgHC/g kaya)	(Üİ) S ₁ /(S ₁ +S ₂)	T _{max} (°C)	(Hİ) S ₂ /TOK (mgHR/gTOK)	(Oİ) S ₃ /TOK (mgCO ₂ /gTOK)	Kalıntı Karbon
BB-1 Sondajı (Beypaşarı-Ankara)												
ABB-1	50,35	1,85	2,16	14,37	1,13	12,72	16,53	0,13	428	776	61	0,48
ABB-4	85,6	18,01	7,54	145,84	6,41	22,75	153,38	0,05	438	809	35	5,23
ABB-5	95,5	6,47	7,70	54,02	1,69	31,96	61,72	0,12	433	834	26	1,33
ABB-6	99,65	8,95	5,61	76,11	1,58	48,17	81,72	0,07	426	850	17	2,14
ABB-8	108,2	5,98	3,33	53,54	1,40	38,24	56,87	0,05	437	895	23	1,25
ABB-10	113,9	7,92	6,04	62,43	1,88	33,21	68,47	0,09	411	788	23	2,22
1037 Sondajı (Beypaşarı-Ankara)												
BP-2	94,3	12,58	6,36	115,8	3,88	29,85	122,16	0,05	437	913	30	2,5
BP-9	165,3	9,52	3,61	67,49	2,21	30,54	71,1	0,05	423	708	23	3,6
Ortalama		8,91	5,29	73,7	2,52	30,93	78,99	0,08	429	822	30	2,34
BS-5 Sondajı (Seyitömer-Kütahya)												
KS-4	46	3,09	1,57	21,84	2,03	10,76	23,41	0,07	421	706	65	1,14
KS-5	52,8	6,46	3,34	42,46	3,14	13,52	45,8	0,07	425	657	48	2,65
KS-7	61,5	2,22	1,16	15,70	1,30	12,08	16,86	0,07	424	707	58	0,82
KS-8	62,5	24,92	14,28	130,49	12,07	10,81	114,77	0,10	421	523	48	12,86
Ortalama		9,17	5,09	52,62	4,64	11,79	50,21	0,08	423	648	55	4,37
88/3 Sondajı (Himmetoğlu-Bolu)												
BH-2	15,7	3,02	1,43	19,51	1,96	9,95	20,94	0,07	430	646	64	1,28
BH-5	64,5	5,85	1,89	45,54	2,18	20,89	47,43	0,04	436	778	37	1,90
BH-7	81,4	11,64	2,60	87,37	4,37	19,99	89,97	0,03	433	750	37	4,15
BH-8	86,5	35,58	14,30	287,21	9,33	30,78	301,51	0,05	433	807	26	10,46
BH-10	93,55	10,61	3,32	70,57	4,55	15,51	73,89	0,04	433	665	42	4,46
BH-12	100,3	28,14	15,73	194,93	8,15	23,92	210,66	0,07	424	692	28	10,59
Ortalama		15,81	6,55	117,52	5,09	20,17	124,07	0,05	432	723	39	5,47
G-2 Sondajı (Haudağ-Bolu)												
BHD-1	58	2,04	0,94	12,54	0,93	13,48	13,48	0,07	427	614	45	0,92
BHD-4	121,5	2,53	0,23	18,66	0,87	21,45	18,89	0,01	442	737	34	0,96
BHD-5	166,65	8,26	1,06	62,96	1,49	42,26	64,02	0,02	441	762	18	2,93
BHD-7	191,6	6,48	2,27	58,88	1,12	52,57	61,15	0,04	440	908	17	1,39
BHD-9	207	3,84	0,46	13,64	1,34	10,18	14,1	0,03	427	355	34	2,67
BHD-10	221	5,36	2,80	50,52	1,81	27,91	53,32	0,05	437	942	33	0,92
Ortalama		4,75	1,29	36,2	1,26	27,98	37,49	0,04	436	720	30	1,63
Gölpazarı (Bilecik) ölçümlü stratigrafik kesiti												
BG-8	44,7	3,21	0,63	23,46	1,60	14,66	24,09	0,03	432	730	49	1,21
BG-7	35,6	2,54	0,77	20,36	0,77	26,44	21,13	0,04	428	801	30	0,78
BG-6	31,25	2,06	0,53	14,00	1,38	10,14	14,53	0,04	426	679	66	0,85
BG-4	20	10,16	3,56	92,04	2,82	32,64	95,6	0,04	442	905	27	2,2
BG-2	10,15	10,34	3,25	83,33	3,13	26,62	86,58	0,04	435	805	30	3,13
BG-1	4,55	2,71	1,15	20,79	1,44	14,44	21,94	0,05	420	767	53	0,89
Ortalama		5,17	1,65	42,33	1,86	20,82	43,98	0,04	431	781	43	1,51
Bahçecik (İzmit) ölçümlü stratigrafik kesiti												
İB-12	33,5	6,26	1,73	46,82	1,20	39,02	48,55	0,04	440	747	19	2,22
İB-8	21,7	7,24	2,49	58,50	0,85	68,82	60,99	0,04	443	808	11	2,16
İB-7	19,1	9,19	2,37	66,94	1,75	38,25	69,31	0,03	436	728	19	3,42
İB-5	9,9	9,20	2,51	76,35	1,13	67,57	78,86	0,03	442	829	12	2,63
İB-2	4,6	6,27	1,50	57,31	0,78	73,47	58,81	0,03	448	914	12	1,37
İB-1	3,4	4,72	0,71	40,00	0,86	46,51	40,71	0,02	444	847	18	1,33
Ortalama		7,15	1,89	57,65	1,10	55,61	59,54	0,03	442	812	15	2,19

3.2.1. n-alkanlar ve İzoprenoidler

Seyitömer ve Beypazarı bitümlü şeyl örneklerine ait gaz kromatogramlarında yalnızca C₁₇ ve C₁₈ n-alkanlar kaydedilmiştir (Şekil 5-a,b). Gaz kromatogramlarında baskın olarak izoprenoidler bulunmaktadır. Biyomarker bölgesinde belirgin bir pik yoğunluğu gözlenmektedir.

Tablo 2. Bitümlü şeyl örneklerinden elde edilen toplam özütle miktarları ve Bitüm/TOK oranları

Table 2. Amount of extractable bitumen and total organic carbon (TOC) and bitumen/TOC ratios of selected oil shale samples

Saha Adı	Örnek No	Toplam Özütle (%)	TOK (%)	Bitüm TOK
Beypazarı	ABB-4*	0.45	18.01	0.025
Beypazarı	ABB-5	0.75	6.47	0.116
Seyitömer	KS-4	0.20	3.09	0.065
Seyitömer	KS-5	0.20	6.46	0.031
Seyitömer	KS-7	0.0833	2.22	0.038
Seyitömer	KS-8*	0.8857	24.92	0.036
Himmetoğlu	BH-2	0.1143	3.02	0.039
Himmetoğlu	BH-10*	0.25	10.61	0.024
Hatıldağ	BHD-10*	0.3545	5.36	0.066
Gölpazarı	BG-4*	0.348	10.16	0.034
Bahçecik	İB-8*	0.528	7.24	0.073

*GC ve GC-MS analizi yapılan örnekler

Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örneklerinden elde edilen özütlelerin gaz kromatogramlarında genellikle düşük karbon numaralı

n-alkanların baskın olduğu bimodal bir dağılım gözlenmektedir (Şekil 5-c,d,e,f). Gölpazarı ve Himmetoğlu bitümlü şeyllere ait gaz kromatogramlarında maksimum n-alkan pikini C₁₈'in oluşturduğu ve C₁₈ ile C₂₃ merkezli bimodal bir dağılım söz konusudur (Şekil 6-d,e). Hatıldağ ve Bahçecik bitümlü şeyllere ait gaz kromatogramlarında ise maksimum n-alkan pikini C₁₇ oluşturmakta ve C₁₇ ile C₂₃ merkezli bimodal bir dağılım gözlenmektedir (Şekil 6-c,f). Himmetoğlu ve Hatıldağ bitümlü şeyl örneklerine ait gaz kromatogramında baskın pikleri n-alkanlar oluşturmakta ve izoprenoidler de yaygın olarak gözlenmektedir. Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örneklerine ait gaz kromatogramlarında ise n-alkanlar baskın pikleri oluşturmaktadır. Genel olarak bakıldığında da bu dört sahaya ait gaz kromatogramlarında da düşük karbon numaralı n-alkanların baskın olduğu bimodal bir dağılım söz konusudur (Şekil 6).

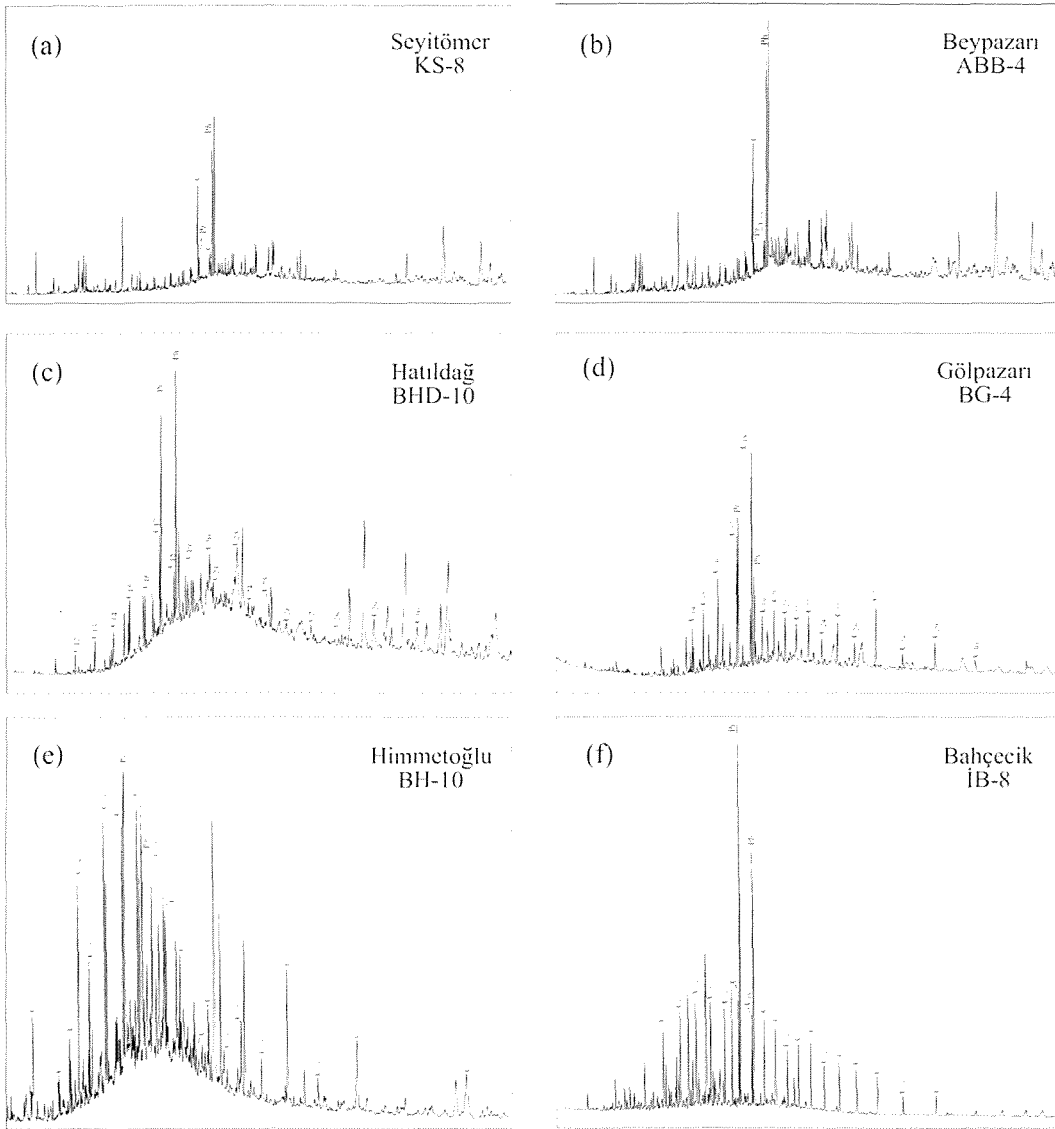
Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örneklerinin gaz kromatogramlarından C₂₄-C₃₄ ve C₂₂-C₃₀ aralığı için Karbon Tercih İndeksi (CPI) değerleri hesaplanmış ve tek-çift numaralı n-alkan baskınlığı belirlenmiştir (Tablo 3). CPI değerleri bütün örnekler için belirgin olarak 1'den yüksek olup, bu durum tek numaralı n-alkanların baskın olduğunu göstermektedir.

Pristan/Fitan (Pr/Ph) oranları Peypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örnekleri için sırasıyla 0.14, 0.17, 1.47, 0.93, 1.54 ve 1.52 olarak hesaplanmıştır (Tablo 3). Ayrıca izoprenoid/n-alkan oranları da hesaplanmış ve Tablo 3'de verilmiştir.

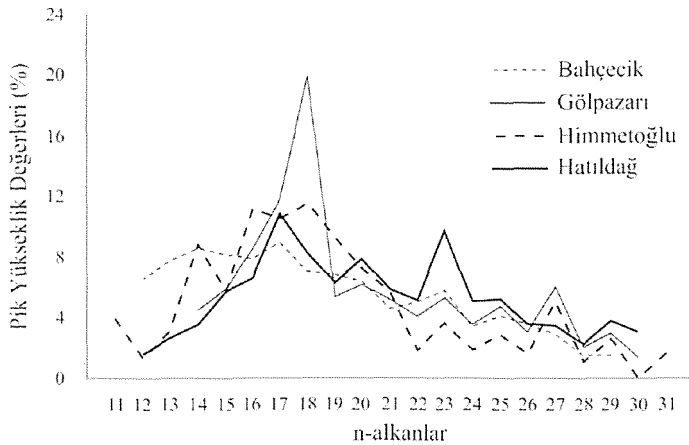
Tablo 3. Bitümlü şeyllerin Pr/Ph oranı, İzoprenoid/n-alkan oranı ve CPI değerleri

Table 3. Pr/Ph, isoprenoid/n-alkanes ratios and CPI values of selected oil shale samples

Saha Adı	Örnek No	Pr/Ph	Pr/n-C ₁₇	Ph/n-C ₁₈	CPI (C ₂₄ -C ₃₄)	CPI (C ₂₂ -C ₃₀)
Beypazarı	ABB-4	0.14	0.23	7.73	-	-
Seyitömer	KS-3	0.17	0.24	7.8	-	-
Himmetoğlu	BH-10	1.47	1.2	0.81	3.6	1.55
Hatıldağ	BHD-10	0.93	2.38	4.83	2.29	1.48
Gölpazarı	BG-4	1.54	1.15	0.43	1.76	1.68
Bahçecik	İB-8	1.52	3.38	2.82	1.36	1.31



Şekil 5. Bitümlü şeyl örneklerine ait gaz kromatogramları
Figure 5. Gas chromatograms of the oil shale samples

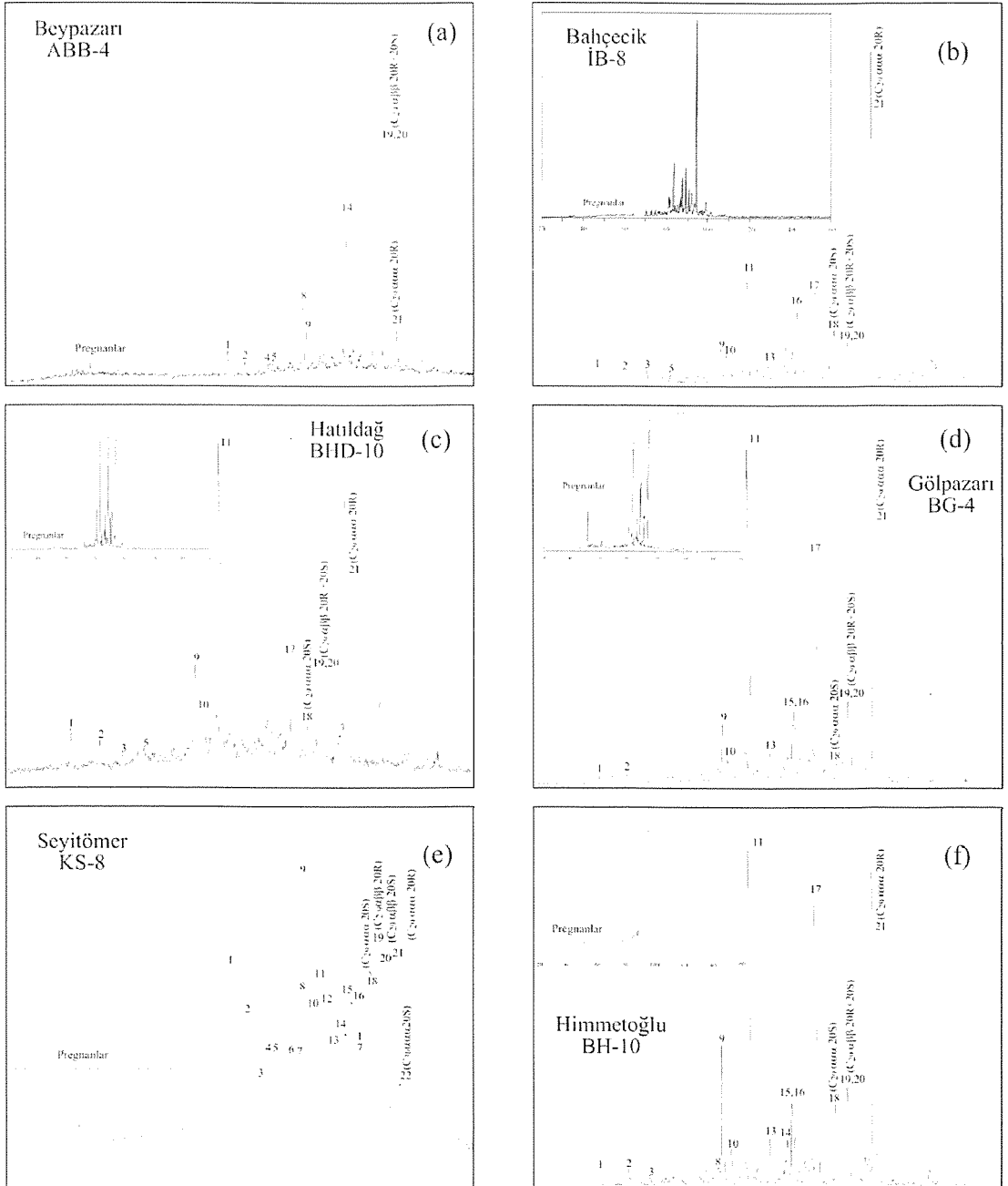


Şekil 6. Bitümlü şeyl örneklerine ait n-alkan % dağılım grafikleri
Figure 6. n-alkanes distributions (%) of the oil shale samples

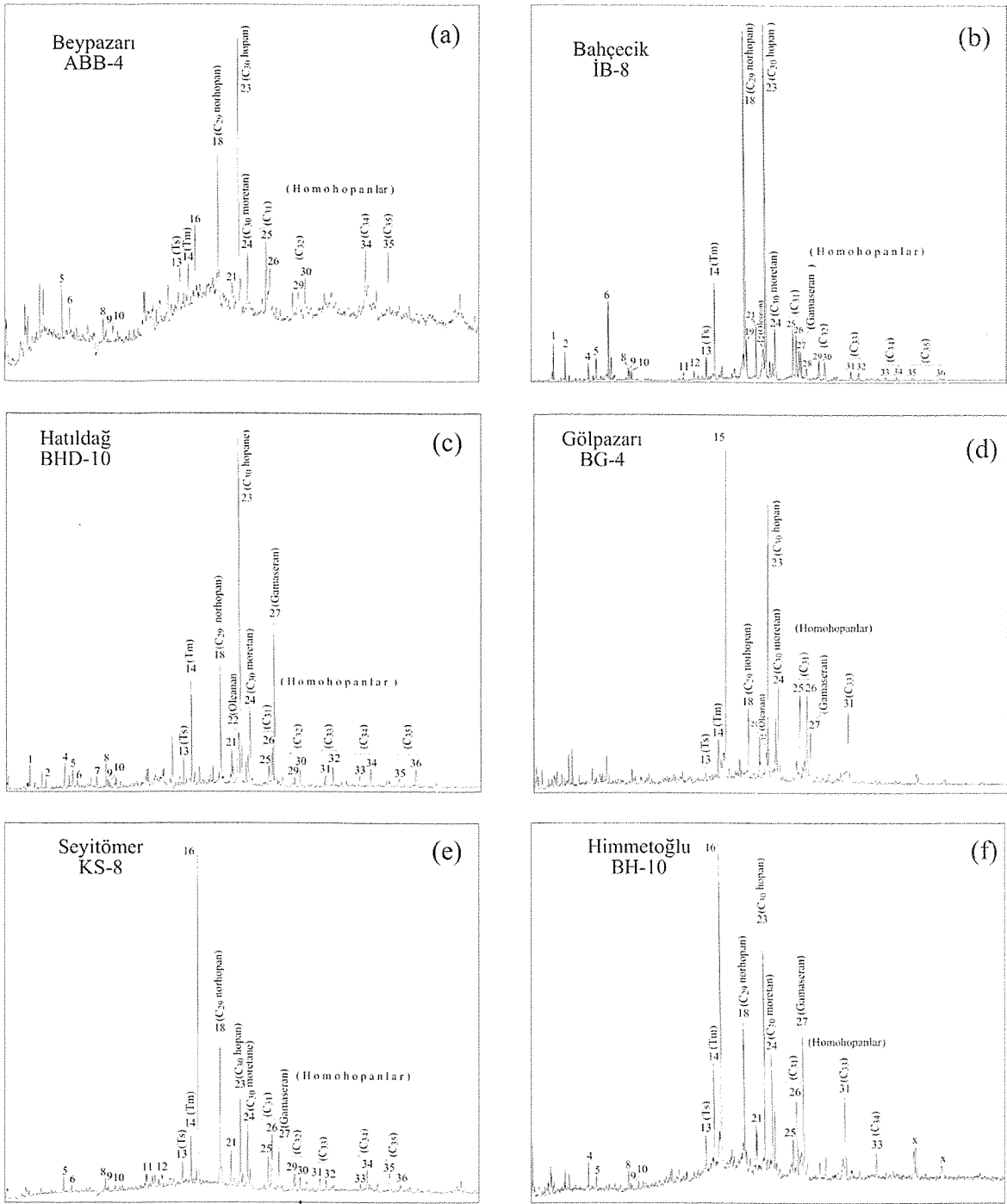
3.2.2. Biyomarkerler

Altı ayrı sahadan seçilen birer örnek üzerinde (ABB-4, KS-8, BH-10, BHD-10, BG-4 ve İB-8) GC-MS analizi uygulanarak steran (m/z 217) ve triterpan (m/z

191) dağılımları tespit edilmiştir. Farklı sahalara ait bitümlü şeyl örneklerinin steran ve triterpan dağılımlarını içeren m/z 217 ve m/z 191 kütle kromatogramları Şekil 7 ve 8'de; kromatogramlarda kaydedilen pikler Tablo 4 ve 5'de tanımlanmıştır.



Şekil 7. Bitümlü şeyl örneklerine ait m/z 217 kütle kromatogramları
 Figure 7. The m/z 217 mass chromatograms of oil shales (for peak definition see Table 4).



Şekil 8. Bitümlü şeyl örneklerine ait m/z191 kütle kromatogramları (pik tanımları için Tablo 5'e bakınız)
 Figure 8. The m/z 191 mass chromatograms of oil shales (for peak definition see Table 5).

Steran ve triterpan dağılımları kullanılarak organik maddenin değişik özelliklerini tespit etmede kullanılan bir çok biyomarker parametresi elde edilmiştir (Tablo 6). Genel olarak farklı sahalara ait steran dağılımlarına bakıldığında Bahçecik ve Beypazarı bitümlü şeylerinde C_{29} 'un belirgin bir farkla baskın steran olduğu gözlenmektedir. Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Seyitömer bitümlü şeylerinde ise baskın steran olarak C_{27} gözlenmekte, fakat C_{29} steran C_{27} 'ye yakın değerler göstermektedir. m/z 217 kütle kromatogramlarında C_{27} steranların diasteranlarla birlikte kaydedildiği hesaba katılırsa bu bitümlü şeylerde C_{29} steranın muhtemelen biraz daha baskın olduğu sonucuna varılabilir. C_{30} steran yalnızca Seyitömer bitümlü şeyleri için iz miktarda kaydedilmiş (Şekil 7-e), diğer sahalara ait m/z 217 kütle kromatogramlarında ise C_{30} steran kaydedilmemiştir. Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeylerinde iso steranlar, normal ve yeniden düzenlenmiş steranlara göre baskınken, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylerinde ise normal steranlar çok yüksek ve yeniden düzenlenmiş steranlar ise oldukça düşük oranlara sahiptir. Diasteran/steran oranları genellikle çok düşüktür (Tablo 6). Yalnız Seyitömer bitümlü şeylerinde diasteranlar yaygın olarak gözlenmektedir.

m/z 191 kütle kromatogramlarında bütün sahalara ait bitümlü şeylerin düşük konsantrasyonlarda trisiklik terpan içerdikleri ve özellikle Bahçecik ve Gölpazarı bitümlü şeyleri haricindeki sahalara için düşük numaralı trisiklik terpanların (C_{19} , C_{20}) hiç kaydedilmediği görülmüştür. Bütün sahalara ait bitümlü şey örneklerinde Tm (C_{27} 17 α (H)-22,29,30-Trisnorhopan), Ts (C_{27} 18 α (H)-22,29,30-Trisnorneohopan)'ye göre daha baskın olarak bulunmaktadır. Seyitömer bitümlü şey örneğinde C_{29} norhopan, C_{30} hopana göre bol olarak bulunmakta ve diğer sahalara ait örneklerde C_{30} hopan daha baskın olarak bulunmaktadır. Oleanan Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylerinde az oranda kaydedilmiş, diğer sahalarda belirlenmemiştir. Gamaseran Himmetoğlu ve Hatıldağ bitümlü şey örneklerinde yüksek oranlarda, Seyitömer ve Gölpazarı örneklerinde orta ve Bahçecik örneğinde ise az oranda tespit edilmiştir. Genel olarak bütün bitümlü şey örneklerinde C_{31} 'in baskın olduğu bir homohopan dağılımı gözlenmektedir (Şekil 9). Seyitömer, Hatıldağ ve Bahçecik bitümlü şeyleri tipik olarak büyük numaralılara doğru bolluğun azaldığı bir homohopan dağılımına sahiptir.

Tablo 4. m/z 217 kütle kromatogramlarındaki steranlara ait pik tanımlamaları
Table 4. Peak definitions of steranes at m/z 217 mass chromatograms

PİK	BİLEŞEN
1	C_{27} 13 β (H),17 α (H)-Diasteran (20S)
2	C_{27} 13 β (H),17 α (H)-Diasteran (20R)
3	C_{27} 13 α (H),17 β (H)-Diasteran (20S)
4	C_{27} 13 α (H),17 β (H)-Diasteran (20R)
5	C_{28} 13 β (H),17 α (H)-Diasteran (20S)
6	C_{28} 13 β (H),17 α (H)-Diasteran (20R)
7	C_{28} 13 α (H),17 β (H)-Diasteran (20S)
8	C_{27} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20S)+ C_{28} 13 α (H),17 β (H)-Diasteran (20S)
9	C_{27} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)- Steran (20R)+ C_{29} 13 β (H),17 α (H)-Diasteran (20S)
10	C_{27} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)- Steran (20S)+ C_{28} 13 α (H),17 β (H)-Diasteran (20R)
11	C_{27} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20R)
12	C_{29} 13 β (H),17 α (H)-Diasteran (20R)
13	C_{29} 13 α (H),17 β (H)-Diasteran (20S)
14	C_{28} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20S)
15	C_{28} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)-Steran (20R)+ C_{29}
16	C_{28} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)- Steran (20S)
17	C_{28} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20R)
18	C_{29} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20S)
19	C_{29} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)- Steran (20R)
20	C_{29} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)- Steran (20S)
21	C_{29} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20R)
22	C_{30} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20S)
23	C_{30} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)- Steran (20R)
24	C_{30} 5 α (H),14 β (H),17 β (H)- Steran (20S)
25	C_{30} 5 α (H),14 α (H),17 α (H)- Steran (20R)

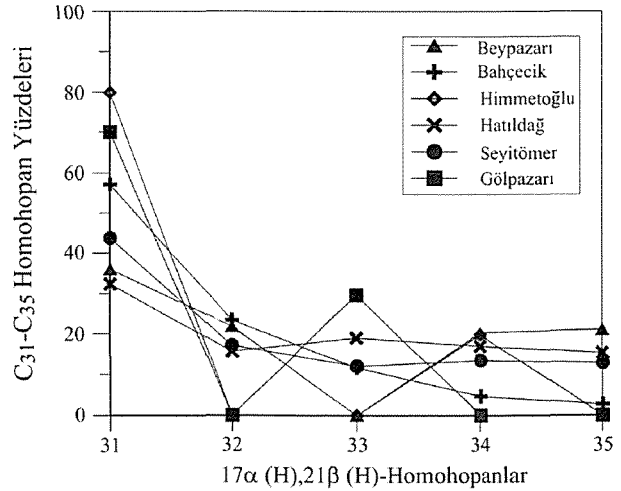
Tablo 5 . m/z 191 Kromatogramlarındaki triterpanlara ait pik tanımlamaları**Table 5.** Peak definitions of triterpanes at m/z 191 mass chromatograms

PİK	BİLEŞEN
1	C ₁₉ Trisiklik Terpan
2	C ₂₀ Trisiklik Terpan
3	C ₂₁ Trisiklik Terpan
4	C ₂₂ Trisiklik Terpan
5	C ₂₃ Trisiklik Terpan (18,19-Bisnor-13β(H),14α(H) Cheilanthanean)
6	C ₂₄ Trisiklik Terpan
7	C ₂₅ (22S+22R) Trisiklik Terpan
8	Tetrasiklik Hopan (Sekohopan)
9	C ₂₆ 22(S) Trisiklik Terpan
10	C ₂₆ 22(R) Trisiklik Terpan
11	C ₂₈ Trisiklik Terpan
12	C ₂₉ Trisiklik Terpan
13	C ₂₇ 18α(H)-22,29,30-Trisnorhopan (Ts)
14	C ₂₇ 17α(H)-22,29,30-Trisnorhopan (Tm)
15	17α(H)-29,30-Bisnorhopan
16	C ₃₀ Trisiklik Terpan
17	17α(H)-28,30-Bisnorhopan
18	C ₂₉ 17α(H),21β(H)-30-Norhopan
19	C ₂₉ Ts (18α(H)-30-Norneohopan)
20	C ₃₀ (17α(H)-Diahopan
21	C ₂₉ 17β(H),21α(H)-30-Normoretan
22	Oleanan
23	C ₃₀ 17α(H),21β(H)- Hopan
24	C ₃₀ 17β(H),21α(H)-Moretan
25	C ₃₁ 17α(H),21β(H)-30-Homohopan (22S)
26	C ₃₁ 17α(H),21β(H)-30-Homohopan (22R)
27	Gamaseran
28	Homomoretan
29	C ₃₂ 17α(H),21β(H)-30,31-Bishomohopan (22S)
30	C ₃₂ 17α(H),21β(H)-30,31-Bishomohopan (22R)
31	C ₃₃ 17α(H),21β(H)-30,31,32-Trishomohopan (22S)
32	C ₃₃ 17α(H),21β(H)-30,31,32-Trishomohopan (22R)
33	C ₃₄ 17α(H),21β(H)-30,31,32,33-Tetrakishomohopan (22S)
34	C ₃₄ 17α(H),21β(H)-30,31,32,33-Tetrakishomohopan (22R)
35	C ₃₅ 17α(H),21β(H)-30,31,32,33,34-Pentakishomohopan (22S)
36	C ₃₅ 17α(H),21β(H)-30,31,32,33,34-Pentakishomohopan (22R)

3.3. Organik Madde Tipi

Bir kaya içerisindeki organik maddenin tipi piroliz analizi, GC ve GC-MS analiz sonuçları kullanılarak yorumlanabilmektedir.

Bitümlü şeyl örnekleri için S₂-TOK (Langford ve Blanc-Valleron, 1990), Hİ-T_{max} (Mukhopadhyay vd., 1995) ve Hİ-Oİ (Espitalie vd., 1977) kerojen sınıflama diyagramları kullanılarak kerojen tipleri belirlenmiştir (Şekil 10,11). T_{max} değeri kerojenin olgunluğunun yanı sıra organik maddenin tipine ve aktivasyon enerjisine bağlı olarak değişmekte ve dolayısıyla Hİ-T_{max} diyagramı kerojen tipi ayırt etmede kullanılmaktadır (Hunt, 1995). Hİ ve Oİ değerleri kerojenin elementel bileşimi ile yakından ilişkilidir ve bu iki parametreyi kullanarak kerojenleri elementel bileşimine göre sınıflayan Van Krevelen diyagramlarını uygulamak mümkündür (Tissot ve Welte, 1984; Hunt, 1995).



Şekil 9. Bitümlü şeyl örneklerinden elde edilen özütün doygun fraksiyonlarına ait m/z 191 kütle kromatogramlarından tespit edilen C₃₁-C₃₅ 17α(H),21β(H)-22S+22R homohopanolara ait % dağılım grafiği

Figure 9. C₃₁-C₃₅ homohopanes distributions (%) for selected oil shale samples

S₂-TOK diyagramında Beypazarı, Gölpazarı, Bahçecik bitümlü şeylleri Tip I, Seyitömer Tip II ve Himmetoğlu, Hatıldağ bitümlü şeyl örnekleri ise Tip I-II alanında yer almaktadır (Şekil 10). Hİ-T_{max} ve Hİ-Oİ diyagramlarında bütün sahalara ait örnekler genel olarak Tip I alanında yer almakta ve sadece Seyitömer, Hatıldağ sahalara ait birer örnek Tip II alanında yer almaktadır (Şekil 11-a,b). Buna göre bitümlü şeyllerin genel olarak Tip I kerojen içerdikleri, yalnız Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeyllerinin çok az oranda da Tip II kerojen

içerdikleri görülmektedir. Tip I kerojen algal (çoğunlukla gösel) organik maddeden, Tip II kerojen ise esas olarak denizel fitoplanktonlardan, karasal bitkilerin spor ve polenleri ile ayrıca bazı karasal bitki bileşenlerinden (yaprak ve sap kütin) oluşmaktadır (Waples, 1985; Jacobson, 1991). Seyitömer ve Hatıldağ büümlü şeyleri

için tespit edilen az orandaki Tip II kerojen karasal bitkilerin spor ve pollenleri ile yaprak ve sap kütinlerinden kaynaklanmaktadır. Bu özellik her iki sahada karasal organik madde girdisinin diğer sahalara göre daha baskın olduğunu göstermektedir.

Tablo 6. m/z 217 ve m/z 191 kütle kromatogramlarından hesaplanan biyomarker parametreleri
Table 6. Biomarker parameters calculated from m/z 217 and m/z 191 mass chromatograms

PARAMETRELER	SAHA ADI					
	<i>Beypazarı</i>	<i>Seyitömer</i>	<i>Himmetoğl u</i>	<i>Hatıldağ</i>	<i>Gölpazarı</i>	<i>Bahçecik</i>
$C_{35}/(C_{31}-C_{35})$ Homohopan İndeksi	% 21.3	% 13	TE	% 15.5	TE	% 2.7
Gamaseran İndeksi [Gamaseran/ C_{30} Hopan]	TE	0.41	0.61	0.47	0.18	0.08
Oleanan İndeksi [(Oleanan/ C_{30} Hopan)x100]	TE	TE	TE	% 14	% 7	% 8
C_{29}/C_{30} Hopan Oranı	0.55	1.58	0.61	0.34	0.24	0.98
C_{35}/C_{34} Homohopan Oranı	1.04	0.96	TE	0.91	TE	0.59
C_{27}, C_{28}, C_{29} Steran Bollukları	% 17, 24, 59	% 39, 20, 41	% 49, 11, 40	% 37, 28, 35	% 37, 25, 38	% 20, 22, 58
N. Steran, İ. Steran, Y.D. Steran	% 37, 54, 9	% 30, 38, 32	% 70, 21, 9	% 70, 22, 8	% 80, 16, 4	% 71, 21, 8
Diasteran/Steran Oranı	61	127	21	9.6	4.3	25
Steran/Hopan Oranı	1.05	3.36	1.62	2.49	1.91	0.89
$(C_{19}+C_{20})/C_{23}$ Trisiklik Terpan Oranı	TE	TE	TE	1.83	TE	2.84
C_{25}/C_{26} Trisiklik Terpan Oranı	TE	TE	TE	0.82	TE	TE
20S(20S+20R) Steran Oranı (C_{29})	TE	0.45	0.11	0.19	0.04	0.12
$\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ Steran Oranı (C_{29})	TE	0.51	0.22	0.19	0.16	0.08
22S/(22S+22R) Homohopan Oranı (C_{31})	0.63	0.4	0.3	0.34	0.51	0.53
Ts/(Ts+Tm)	0.50	0.32	0.25	0.21	0.17	0.19
Moretan/Hopan Oranı	0.21	0.64	0.48	0.22	0.32	0.14

$C_{35}/(C_{31}-C_{35})$ Homohopan İndeksi: $C_{31}-C_{35}, 17\alpha(H), 21\beta(H)-22S+22R=$

$(35+36) / (25+26+29+30+31+32+33+34+35+36)$ piklerinin yüksekliği (m/z 191)

C_{35}/C_{34} Homohopan Oranı: $C_{34}-C_{35}, 17\alpha(H), 21\beta(H)-22S+22R= (35+36)/(33+34)$ piklerinin yüksekliği (m/z 191)

Diasteran/Steran Oranı: $C_{27}, 13\beta(H), 17\alpha(H)- (20S+20R)$ diasteran

$C_{27}, 5\alpha(H), 14\alpha(H), 17\alpha(H)- (20S+20R)$ steran= $[(1+2)/(8+11)]x100$ piklerinin yüksekliği (m/z 217)

Steran/Hopan Oranı: $C_{27}-C_{29}, 5\alpha(H), 14\alpha(H), 17\alpha(H)-5\alpha(H), 14\beta(H), 17\beta(H)-steran (20S+20R); C_{29}-C_{30}, 17\alpha(H), 21\beta(H)$ hopan, $C_{31}-$

$C_{33}, 17\alpha(H), 21\beta(H)- (22S+22R)$ homohopan = $(8+9+10+11+14+15+16+17+18+19+20+21)$ (m/z 217) /

$(18+23+25+26+29+30+31+32)$ (m/z 191) piklerinin yüksekliği

20S(20S+20R) Steran Oranı: $C_{29}, 5\alpha(H), 14\alpha(H), 17\alpha(H)= 18/(18+21)$ piklerinin yüksekliği (m/z 217)

$\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ Steran Oranı: $C_{29}, 5\alpha(H), 14\alpha(H), 17\alpha(H)- (20S+20R); C_{29}, 5\alpha(H), 14\beta(H), 17\beta(H)- (20S+20R)= (19+20)/(19+20+18+21)$ piklerinin yüksekliği (m/z 217)

22S/(22S+22R) Homohopan İndeksi: $C_{31}, 17\alpha(H), 21\beta(H)=25/(25+26)$ piklerinin yüksekliği (m/z 191)

Moretan/Hopan Oranı: C_{30} moretan ve hopan = $24/23$ piklerinin yüksekliği (m/z 191)

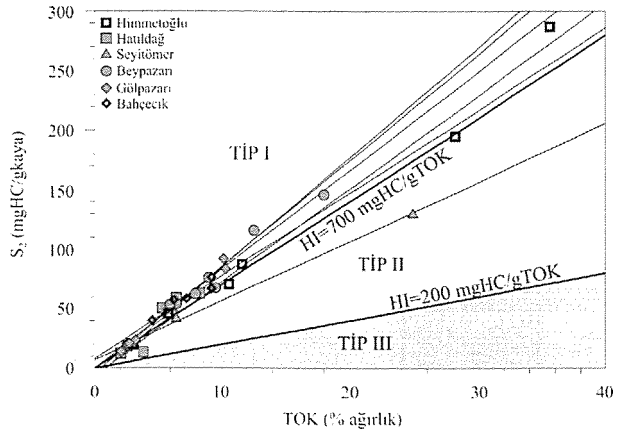
TE:Tayin Edilemedi

Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örneklerine ait gaz kromatogramlarında düşük numaralı n-alkanların baskın olduğu bimodal bir dağılım gözlenmektedir (Şekil 6). Böyle bir dağılım baskın olarak algal çok az oranda da karasal bir organik madde katkısını göstermektedir (Tissot ve Welte, 1984; Waples, 1985). Ayrıca m/z 191 kütle kromatogramlarında kaydedilen ve özellikle Kretase ve daha genç yüksek bitkilerin angiospermlerinden türediği düşünülen, oleanan (Ekweozor ve Udo, 1988; Riva vd., 1988; Waples ve Machihara, 1991; Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995) Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için kaydedilmiş ve oleanan indeksi sırasıyla % 14, % 7 ve % 8 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler; Hunt (1995) sınıflamasına göre Hatıldağ bitümlü şeyllerinin az oranda, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllerinin ise önemsiz (çok az) oranda bir karasal organik madde girdisi içerdiğini göstermektedir. Diğer sahalara ait gaz kromatogramlarında oleananın kaydedilmemesi karasal girdinin olmadığını göstermemektedir. Steran/hopan oranı organik madde girdisi hakkında fikir vermektedir. Steranlar başlıca alg ve yüksek bitkilerden; hopanlar ise bakteriyel organik maddeden kaynaklanmaktadır (Peters ve Moldowan, 1993). Steran/hopan oranı Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için sırasıyla 1.05, 3.36, 1.62, 2.49, 1.91 ve 0.89 olarak hesaplanmıştır. Bu değerler Bahçecik bitümlü şeylleri hariç diğer sahalarda için steranın daha baskın olarak bulunduğunu ve algal organik maddeyi göstermektedir. Bahçecik bitümlü şeyllerinde hopanın bol olması diğer sahalara göre bakteriyel organik maddenin daha fazla olduğunu göstermektedir. Genel olarak bitümlü şeyllerin sahip olduğu Tip I kerojen özelliği, düşük karbon numaralıların daha bol bulunduğu bimodal n-alkan dağılımları ve diğer biyomarker verileri baskın olarak algal ve az oranda da karasal organik madde girdisini göstermektedir.

3.4. Organik Maddenin Olgunluğu

Organik maddenin olgunluğu, sedimanter bir havzada çökmesinden itibaren ısı, basınç, gömülme ve zaman gibi çeşitli etkenler altında fizikokimyasal olarak değişime uğrayıp daha basit hidrokarbon bileşiklerini meydana getirmesi süreci olarak tanımlanmaktadır (Tissot ve Welte, 1984). Organik maddenin ısısal evrimi, bir çok fiziksel ve kimyasal özelliğini değiştirmekte ve bu özelliklerden yararlanarak organik maddenin olgunluğu ölçülebilmektedir. Bu çalışmada kerojenin olgunluğu piroliz, GC ve GC-MS analiz sonuçları kullanılarak yorumlanmıştır.

Piroliz analizinde ölçülen T_{max} değeri ve hesaplanan Üretim İndeksi değerlerinin organik maddenin ısısal gelişimi ile yakından ilişkili olduğu saptanmıştır (Tissot ve Welte, 1984; Waples, 1985). Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için ortalama T_{max} değerleri sırasıyla ortalama 429, 423, 432, 436, 431 ve 442°C olarak hesaplanmıştır. Tip I kerojen, diğer kerojen tiplerine göre daha geç olgunlaşmakta ve petrol türümüne daha geç başlamaktadır. Tip I kerojen için olgunluk sınırı $R_o = 0.7$ olarak tespit edilmiş olup (Tissot ve Welte, 1984), bu R_o değeri yaklaşık 445°C'lik bir T_{max} değerine karşılık gelmektedir (Waples, 1985). Buna göre tüm bitümlü şeyllerin petrol türetebilecek olgunluğa sahip olmadıkları görülmektedir. Fakat Bahçecik bitümlü şeylleri diğerlerine göre daha yüksek T_{max} değerine sahip olup, petrol türüm sınırına oldukça yakındır. Tüm bitümlü şeyllere ait Üretim İndeksi değerleri oldukça düşük olup (Tablo 1), bu değerler Üretim İndeksine göre yapılan olgunluk sınıflamasında (Merrill, 1991) olgunlaşmamış özelliğe karşılık gelmektedir.



Şekil 10. S_2 -TOK kerojen sınıflama diyagramı (Langford ve Blanc-Valleron, 1990) ve bitümlü şeyl örneklerinin dağılımı

Figure 10. S_2 vs Total Organic Carbon (TOC) plots (Langford and Blanc-Valleron, 1990) for selected oil shale samples

Bitüm/TOK oranları Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için ortalama olarak sırasıyla 0.071, 0.043, 0.032, 0.066, 0.034 ve 0.073 olarak hesaplanmış olup, olgunlaşmamış özelliği yansıtmaktadır. Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyl örneklerine ait gaz kromatogramlarında izopirenoidler baskın, Himmetoğlu

ve Hatıldığ bitümlü şeylerinde ise yaygın olarak bulunurlar. Beypazarı, Seyitömer ve Hatıldığ bitümlü şeylerine ait gaz kromatogramlarında steran ve triterpanların kaydedildiği biyomarker bölgesinde yoğun pikler gözlenmektedir. Bu veriler olgunluğun düşük olduğunu göstermektedir. Ayrıca Himmetoğlu, Hatıldığ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyleri için 1'den belirgin olarak yüksek olan CPI değerleri (Tablo 3) olgunlaşma derecesinin düşük olmasından kaynaklanmaktadır (Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995).

20S/(20S+20R) steran oranı ısısal olgunlukla birlikte artmaktadır (Mackenzie vd., 1980; Spiro, 1984; Seifert ve Moldowan, 1981, 1986; Waples ve Machihara, 1991; Peters ve Moldowan, 1993). Bu oran Beypazarı sahası için tayin edilememiş, diğer sahalarda için ise henüz denge değerine ulaşmayan oldukça düşük değerler hesaplanmıştır (Tablo 6).

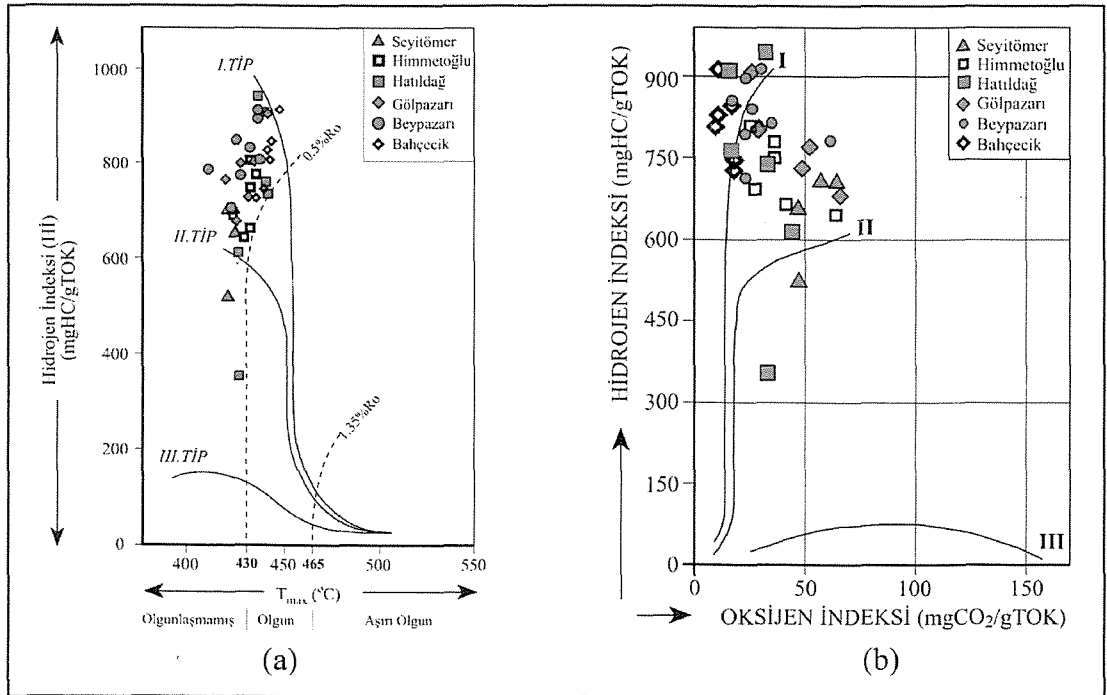
Steranlardan hesaplanan diğer bir ısısal olgunluk parametresi ise $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ oranı olup, bu oranda olgunlukla artış göstermektedir (Mackenzie vd. 1980; Spiro, 1984; Waples, 1985; Waples ve Machihara, 1991). Beypazarı sahası için bu oran tayin edilememiş, Seyitömer sahası için orta ve diğer sahalarda için çok düşük

değerler hesaplanmıştır (Tablo 6). Dönüşüm hiç bir saha için dengeye ulaşmamıştır. Steranlar için hesaplanan bu iki oran da genel olarak tüm bitümlü şeyler için olgunlaşmamış evreyi yansıtmaktadır.

22S/(22S+22R) homohopan oranı olgunlukla artmaktadır (Waples ve Machihara, 1991; Hunt, 1995). Homohopan oranı için denge değeri 0.57-0.62 olarak tespit edilmiştir (Seifert ve Moldowan, 1986). Bu oran Beypazarı haricindeki sahalarda için denge değerine ulaşmamış olup, olgunlaşmamış evreyi yansıtmaktadır.

Ts/(Ts+Tm) oranı da olgunluğa bağlı olarak artmakta (Seifert ve Moldowan, 1978; Hunt, 1995), moretan/hopan oranı ise azalmaktadır (Kvenvolden ve Simoneit, 1990; Seifert ve Moldowan, 1980; Grantham, 1986). Genel olarak bütün bitümlü şey örnekleri düşük bir Ts/(Ts+Tm) oranı ve 0.15'in üzerinde hesaplanan moretan/hopan oranına (Waples ve Machihara, 1991) göre olgunlaşmamışlardır.

Sonuç olarak piroliz, GC ve GC-MS analizleri ile elde edilen olgunluk verilerine göre, bütün şey örneklerinin hidrokarbon oluşumu için yeterli düzeyde olgunlaşmadıkları saptanmıştır.



Şekil 11. (a) Hİ-T_{max} kerojen sınıflama diyagramı (Mukhopadhyay vd., 1995); (b) Hİ-Oİ kerojen sınıflama diyagramı (Espitalie vd., 1977) ve bitümlü şeylerin bu diyagramlardaki dağılımları

Figure 11. (a) HI vs T_{max} plot (Mukhopadhyay et al., 1995); (b) HI vs OI plot (Espitalie et al., 1977) for selected oil shale samples

3.5. Ortamsal Yorumlama

Organik jeokimyasal analiz verilerinden yararlanarak bitümlü şeyllerin çökeltme ortamları ve oluşum koşulları yorumlanmıştır. Buna göre, biyomarkerler organik maddenin çökeldiği ortamın türü, çökeltme ortamında var olan koşullar ve organik maddeyi içeren kayacın litolojisi hakkında bilgi sağlamaktadır. $17\alpha(H)$ -homohopan dağılımları örnekten örneğe önemli oranda değişmekte ve paleortam hakkında bilgi sağlamaktadır (Waples ve Machihara, 1991; Wang ve Philp, 1997). Bitümlü şeyl örneklerine ait m/z 191 kütle kromatogramlarında düşük numaralıların baskın olduğu bir homohopan dağılımı gözlenmektedir (Şekil 8,9) ve böyle bir dağılım genellikle suboksik bir çökeltme ortamına karşılık gelmektedir (Hunt, 1995). Ayrıca özellikle Bahçecik, Hatıldağ ve Seyitömer bitümlü şeyllerinin gösterdiği C_{31} 'den C_{35} 'e doğru pik yüksekliğinde düzenli bir azalmaya sahip homohopan dağılımları kırıntılı fasiyeler için tipiktir (Waples ve Machihara, 1991). Pr/Ph oranı çökeltme ortamının redoks potansiyelini yansıtmaktadır (Didky ve diğ., 1978; Peters ve Moldowan, 1993). Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için Pr/Ph oranı sırasıyla 0.14, 0.17, 1.47, 0.93, 1.54 ve 1.52 olarak hesaplanmıştır. 1'den düşük Pr/Ph oranına sahip Beypazarı, Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeyllerinin anoksik bir ortamda çökeldiği ortaya çıkmaktadır. Homohopan ve Pr/Ph verileri birlikte değerlendirildiğinde Himmetoğlu, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllerinin suboksik bir ortamın ürünü oldukları düşünülmektedir.

Karbonat ve kırıntılı litolojiyi ayırmak için kullanılan C_{29}/C_{30} hopan oranı (Waples ve Machihara, 1991; Riva vd. 1989) Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için sırasıyla 0.55, 1.58, 0.61, 0.34, 0.24 ve 0.98 olarak hesaplanmış olup, bu değerler Seyitömer hariç diğer sahalar için kırıntılı kayayı işaret etmektedir. Seyitömer bitümlü şeyllere ait 1'den yüksek olan C_{29}/C_{30} oranı bu bitümlü şeyllerin yüksek oranda karbonat bileşeni içerdiğini göstermekte ve literatürde Seyitömer bitümlü şeyllerinin bitümlü marn olarak tanımlanması bu durumu desteklemektedir.

Yüksek tuzluluğa sahip göl ve deniz tortuları için tipik bir biyomarker olan gamaseran (Waples ve Machihara, 1991; Connan, 1993; Peters ve Moldowan, 1993; Hunt, 1995) Himmetoğlu, Hatıldağ bitümlü şeylleri için yüksek, Seyitömer, Gölpazarı bitümlü şeylleri için orta ve Bahçecik bitümlü şeylleri için az oranda kaydedilmiştir. Gamaseran İndeksi ise sırasıyla 0.62, 0.47, 0.41, 0.18 ve 0.08 olarak hesaplanmıştır. Ayrıca tuzluluğun diğer bir kanıtı olan pregnanlar ise Bahçecik ve Hatıldağ bitümlü şeyllerinde iz miktarlarda, Seyitömer, Himmetoğlu ve Gölpazarı bitümlü şeyllerinde orta değerlerde ve Beypazarı bitümlü şeyllerinde ise yüksek oranda kaydedilmiştir (Şekil 7). Gerek gamaseran ve gerekse de pregnan verileri Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ ve Gölpazarı bitümlü şeyllerinin tuzlu bir ortamda, Bahçecik bitümlü şeyllerinin muhtemelen az tuzlu bir ortamda çökeldiğini göstermektedir. Beypazarı bitümlü şeyllerinde gamaseranın kaydedilmemesine rağmen yüksek orandaki pregnanlar ve çok düşük Pr/Ph oranı çökeltme ortamının tuzlu olabileceğini göstermektedir (Peters ve Moldowan, 1993).

m/z 217 kütle kromatogramlarında denizel ortamı karakterize eden C_{30} steran yalnızca iz miktarda Seyitömer bitümlü şeyl örneği için kaydedilmiştir. C_{30} steranın varlığı denizel ortamın yada denizel bir katkının kesin delili olup, bulunmaması durumu ise kesin olmamakla birlikte genellikle denizel olmayan bir çökeltme ortamına karşılık gelmektedir (Moldowan vd. 1985; Peters vd., 1986; Hunt, 1995; Mann vd., 1998; Peters ve Moldowan, 1993). C_{25}/C_{26} trisiklik terpan oranı denizel ortamlar ile denizel olmayan ortamları ayırt etmede kullanılmaktadır (Burwood vd., 1992; Hanson, 1999; Hanson vd. 2000). 1'den büyük değerler denizel ortamları, küçük değerler ise denizel olmayan ortamları ifade etmektedir. Bu oran Hatıldağ bitümlü şeyl örneği için 0.82 olarak hesaplanmıştır. Diğer sahalara ait bitümlü şeyller için C_{25} trisiklik terpan kaydedilmediği için oran hesaplanamamıştır. Hatıldağ bitümlü şeylleri için hesaplanan 1'den düşük oran ve diğer sahalar için C_{25} trisiklik terpanın kaydedilmeyip C_{26} trisiklik terpanın varlığı bütün bitümlü şeyllerin denizel olmayan bir çökeltme ortamının ürünü olduğunu göstermektedir. Bu sahalarda yapılan önceki çalışmalarda bitümlü şeyllerin litolojik ve fosil verilerine dayanılarak göl ortamlarda çökeldikleri

ifade edilmiştir (Talu, 1967; Yanılmaz vd., 1980; Şengüler vd., 1982; Taka ve Şener, 1988; Şener ve Şengüler, 1992b, 1997; Özçelik 2002). Bu çalışmada elde edilen biyomarker ve diğer veriler de görsel bir çökme ortamına işaret etmektedir. Sadece Seyitömer bitümlü şeylleri için muhtemelen denizel bir etkiye maruz kalan görsel bir çökme ortamından bahsetmek mümkündür.

3.6. Hidrokarbon Türetme Potansiyeli

S_1 ve S_2 değerlerinin toplanmasıyla hesaplanan Potansiyel Ürün (PÜ) parametresi bir kayanın hidrokarbon türetme potansiyeli hakkında fikir vermektedir (Tissot ve Welte, 1984). Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örneklerine ait Potansiyel Ürün değerleri sırasıyla 16.53-153.38, 16.86-114.77, 20.94-301.51, 13.48-64.02, 14.53-95.6 ve 40.71-78.86 mgHC/gkaya arasında değişmekte olup, ortalama değerler ise 78.99, 50.21, 124.07, 37.49, 43.98 ve 59.54 mgHC/gkaya olarak hesaplanmıştır. Genel olarak bütün sahalara ait bitümlü şeyller oldukça yüksek Potansiyel Ürün değerine sahiptir. Fakat Himmetoğlu bitümlü şeylleri diğerlerine göre oldukça yüksek değerler göstermektedir. Yüksek Potansiyel Ürün değerleri bütün sahalara ait bitümlü şeyllerin oldukça yüksek bir hidrokarbon türetme potansiyeline sahip olduğunu göstermektedir.

Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyl örneklerine ait ortalama Hidrojen İndeksi (Hİ) değerleri sırasıyla 822, 648, 723, 720, 781 ve 812 mgHC/gTOK olarak hesaplanmıştır. Böyle yüksek Hİ değerleri (Tip I kerojen) bitümlü şeyllerin petrol türetebilecek bir potansiyele sahip olduğunu göstermektedir (Merrill, 1991; Mann ve diğ. 1998). Ayrıca S_2/S_3 oranı bütün sahalara için oldukça yüksek değerde tespit edilmiş ve 5'den yüksek bu oran yine petrol türetebilir bir özelliği işaret etmektedir (Merrill, 1991).

Sonuç olarak, bütün sahalara ait bitümlü şeyllerin yüksek değerde hidrokarbon potansiyeline sahip oldukları, ancak olgunlaşmadıkları için petrol türetemedikleri anlaşılmıştır.

4. Tartışma ve Sonuçlar

Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllerinin ortalama TOK değerleri sırasıyla % 8.91, 9.17, 15.81, 4.75, 5.17 ve 7.15 olarak tespit edilmiştir. Bu TOK değerleri bitümlü şeyllerin oldukça yüksek miktarda organik madde içerdiğini göstermektedir.

Potansiyel Ürün değerleri Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için sırasıyla 78.99, 50.21, 124.07, 37.49, 43.98 ve 59.54 mgHC/gkaya olarak hesaplanmıştır. Bu değerlere göre, bitümlü şeyllerin yüksek potansiyele sahip kaynak kayalar olduğu görülmektedir.

Hİ-Oİ, Hİ- T_{max} ve S_2 -TOK kerojen tipi sınıflama grafiklerinde Beypazarı, Himmetoğlu, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllerinin Tip I kerojen içerdikleri; Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeyllerinin ise baskın olarak Tip I çok az oranda da Tip II kerojen içerdikleri tespit edilmiştir. Bu kerojen tipleri algal organik maddenin baskın olduğunu işaret etmektedir.

Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllere ait gaz kromatogramlarında düşük karbon numaralı n-alkanların daha baskın olduğu bimodal dağılım, bu bitümlü şeyllerin baskın olarak algal, çok az oranda da karasal organik maddeden oluştuğunu göstermektedir. Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için Oleanan İndeksi sırasıyla % 14, 7 ve 8 olarak hesaplanmış ve bu veriler yine çok az bir karasal organik madde girdisinin olduğunu işaret etmektedir.

Piroliz analizinde T_{max} değerleri Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için sırasıyla 429, 423, 432, 436, 431 ve 442°C olarak tespit edilmiştir. Bu değerlere göre Tip I kerojen içeren bitümlü şeyllerin tümü için henüz hidrokarbon türetebilecek olgunluğa sahip olmadıkları söylenebilir.

Beypazarı ve Seyitömer bitümlü şeyllere ait gaz kromatogramlarında izopirenoidler baskın olarak

bulunmakta ve biyomarker bölgesinde belirgin pikler içermektedir. Bu özellikler bu bitümlü şeyllerin olgunlaşmamış olduğuna işaret etmektedir.

Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için CPI değerleri 1'den belirgin olarak büyüktür. Bu CPI değerleri bitümlü şeyllerin olgunlaşmamış organik madde içerdiklerini göstermektedir. Ayrıca Hatıldağ bitümlü şeyllerinde izopirenooidlerin bol olarak bulunması ve biyomarker bölgesindeki pik yoğunluğu yine bu bitümlü şeyllerin olgunlaşmamış organik madde içerdiklerine işaret etmektedir. Himmetoğlu bitümlü şeyllerinde de baskın olarak izopirenooidler kaydedilmiş olup, bu da yine bu bitümlü şeyllerin olgunlaşmadığını göstermektedir. Organik maddenin olgunluğu hakkında fikir veren 20S/(20S+20R) steran (C₂₉), $\beta\beta/(\beta\beta+\alpha\alpha)$ steran, 22S/(22S+22R) homohopan (C₃₁), Ts/(Ts+Tm) ve moretan/hopan oranları yine bu bitümlü şeyllerin olgunlaşmamış organik madde içerdiğini doğrulamaktadır.

Beypazarı, Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllere ait Pr/Ph oranları sırasıyla 0.14, 0.17, 1.47, 0.93, 1.54 ve 1.52 olarak hesaplanmış olup, bu değerler Beypazarı, Seyitömer ve Hatıldağ bitümlü şeyllerinin anoksik bir ortamda; Himmetoğlu, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeyllerinin ise suboksik bir ortamda çökeldiğini göstermektedir.

Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ, Gölpazarı ve Bahçecik bitümlü şeylleri için Gamaseran İndeksi sırasıyla 0.41, 0.61, 0.47, 0.18, ve 0.08 olarak hesaplanmıştır. Tuzluluğun diğer bir delili olan pregnanlar ise Bahçecik ve Hatıldağ bitümlü şeyllerinde iz miktarlarda, Beypazarı bitümlü şeyllerinde ise önemli oranda kaydedilmişlerdir. Diğer sahalarda ise pregnanlar orta derecede mevcuttur. Bu veriler Seyitömer, Himmetoğlu, Hatıldağ ve Gölpazarı bitümlü şeyllerinin tuzlu bir çökeltme ortamına ait olduğunu göstermektedir. Beypazarı bitümlü şeyllerinde önemli oranda kaydedilen pregnanlar ve çok düşük değerdeki Pr/Ph oranı Beypazarı bitümlü şeyllerinin muhtemelen tuzlu bir ortamda çökeldiğini işaret etmektedir. Bahçecik bitümlü şeyllerinde ise gamaseran az oranda kaydedilmiştir. Pregnanlar da iz miktarda

gözlenmektedir. Dolayısıyla Bahçecik bitümlü şeylleri için muhtemelen az tuzlu bir çökeltme ortamından bahsetmek mümkündür.

Denizel bir ortamın ya da denizel bir katkının kesin delili olan C₃₀ steranlar yalnızca Seyitömer bitümlü şeyllerinde ve çok az oranda kaydedilmiştir. Dolayısıyla Seyitömer bitümlü şeyllerinin denizel ortamla bağlantılı olduğu ortaya çıkmaktadır.

Beypazarı bitümlü şeylleri; anoksikliği yüksek, muhtemelen tuzlu ve çoğunlukla algal organik madde, çok az oranda da karasal organik madde girdisinin olduğu gölssel bir çökeltme ortamının ürünüdürler. Seyitömer bitümlü şeylleri; anoksikliği yüksek, tuzlu ve çoğunlukla algal organik madde ve çok az oranda karasal organik madde girdisinin olduğu, muhtemelen zaman zaman denizel etkiye maruz kalan gölssel bir ortamda çökeltmişlerdir. Himmetoğlu bitümlü şeylleri; suboksik, tuzluluk oranı yüksek ve çoğunlukla algal organik madde ve çok az oranda karasal organik madde girdisinin olduğu gölssel bir ortamda çökeltmişlerdir. Hatıldağ bitümlü şeylleri; anoksik, tuzluluk oranı yüksek ve çoğunlukla algal organik madde ve çok az oranda karasal organik madde girdisinin olduğu gölssel bir ortamın ürünüdürler. Gölpazarı bitümlü şeylleri; suboksik, tuzlu ve çoğunlukla algal organik madde ve çok az oranda karasal organik madde girdisinin olduğu gölssel bir ortamda çökeltmiştir. Bahçecik bitümlü şeylleri; suboksik, muhtemelen az tuzlu çoğunlukla algal organik madde ve çok az oranda karasal organik madde girdisinin olduğu gölssel bir ortamda çökeltmiştir.

Bütün bu verilere göre, Kuzeybatı Anadolu'daki bitümlü şeyller organik jeokimyasal özellikleri, çökeltme koşulları ve ortamları bakımından benzerdirler.

Teşekkür

Bu çalışmanın gerçekleşmesine maddi destek sağlayan KTÜ Bilimsel Araştırma Projeleri Komisyonu Başkanlığına ve AAPG Vakfına, analizleri yapan TPAO Araştırma Grubu Jeokimya Laboratuvarı çalışanlarına ve yardımlarını esirgemeyen Yük.Müh. Haluk İZTAN (TPAO) ile bazı karot örneklerinin alınmasına izin veren MTA Genel Müdürlüğüne ve MTA Karot Bankası sorumlusu Jeo.Müh. Sadettin DİDİK'e teşekkür ederiz.

KAYNAKLAR

- Burwood, R., Leplat, P., Mycke, B. ve Paulet, J., 1992. Rifted Margin Source Rock Deposit: A Carbon Isotope and Biomarker Study of a West African Lower Cretaceous "Lacustrine" Section. *Organic Geochemistry*, 19, 41-52.
- Connan, J., 1993. Molecular Geochemistry in Oil Exploration, In: *Applied Petroleum Geochemistry* (M.L., Bordenave, ed.), Paris.
- Didky, B.M., Simoneit, B.R.T., Brassell, S.C. ve Eglinton, G., 1978. Organic Geochemical Indicators of Paleoenvironmental Conditions of Sedimentation. *Nature*, 272, 216-222.
- Ekweozor, C.M. ve Udo, O.T., 1988. The Oleananes: Origin, Maturation and Limits of Occurrence in Southern Nigeria Sedimentary Basins. In: *Advances in Organic Geochemistry 1987* (L. Mattavelli ve L. Novelli, eds.), Oxford, Pergamon Press, 131-140.
- Espitalie, J., Madec, M. ve Tissot, B., 1977. Source Rock Characterization, 9th Offshore Technology Conference, 439-444.
- Grantham, P.J., 1986. Sterane Isomerisation and Moretane/Hopane Ratios in Crude Oils Derived from Tertiary Source Rocks. *Organic Geochemistry*, 9, 293-304.
- Hanson, A.D., 1999. Organic Geochemistry and Petroleum Geology, Tectonics and Basin Analysis of Southern Tarim and Northern Qaidam Basin, Northwest China: Ph.D. Dissertation, Stanford University, Stanford, California, 388 p.
- Hanson, A.D., Zhang, C., Moldowan, J.M., Liang, D.G. ve Zhang, B.M., 2000. Molecular Organic Geochemistry of the Tarim Basin, Northwest China, *AAPG Bulletin*, 84, 1109-1128.
- Hunt, J.M., 1995. *Petroleum Geochemistry and Geology*, W.H. Freeman and Company, New York. 743 p.
- Jacobson, S.R., 1991. Petroleum Source Rocks and Organic Facies. In: *Source and Migration Processes ve Evaluation Techniques* (R.K. Merrill, ed.), 3-11, Oklahoma.
- Kara Gülbay, R., 2004, KB Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri, Çökelme Ortamları ve Hidrokarbon Potansiyeli, KTÜ, FBE, Doktora Tezi, 208 s. Trabzon.
- Kvenvolden, K.A. ve Simoneit B.R.T., 1990. Hydrothermally derived petroleum examples from Guaymas Basin, Gulf of California, and Escanaba Trough, northeast Pacific Ocean, *AAPG*, 74, 223-237.
- Langford, F.F. ve Blanc-Valleron, M.M., 1990. Interpreting Rock-Eval Pyrolysis Data Using Graphs of Pyrolyzable Hydrocarbons vs. Total Organic Carbon, *AAPG Bulletin*, 74, 799-804.
- Mackenzie, A.S., Patience, R.L., Maxwell, J.R., Vandenbroucke, M. ve Durand, B., 1980. Molecular Parameters of Maturation in the Toarcian Shales, Paris Basin-1. Changes in the Configurations of Cyclic Isoprenoid Alkanes and Triterpanes. *Geochimica Cosmochimica Acta* 44, 1709-1721.
- Mann, U., Korkmaz, S., Boreham, C.J., Hertle, M., Radke, M. ve Wilkes, H., 1998. Regional Geology, Depositional Environment and Maturity of Organic Matter of Early to Middle Jurassic Coals, Coaly Shales and Claystones from the Eastern Pontides, NE Turkey, *International Journal of Coal Geology*, 37, 257-286.
- Merrill, R.K., 1991. *Source and Migration Processes ve Evaluation Techniques* (R.K. Merrill, ed.), 213 p., Oklahoma.
- Moldowan, J.M., Seifert, W.K. ve Gallegos, E.J., 1985. Relationship Between Petroleum Composition and Depositional Environment of Petroleum Source Rocks. *AAPG Bulletin*, 69, 1255-1268.
- Mukhopadhyay, P.K., Wade, J.A. ve Kruger, M.A., 1995. Organic Facies and Maturation of Jurassic/Cretaceous Rocks, and Possible Oil-Source Rock Correlation Based on Pyrolysis of Asphaltenes, Scotian Basin, Canada, *Organic Geochemistry*, 22(1), 85-104.
- Özçelik, O., 2002. Beypazarı (Ankara) Kuzeyinde Miyosen Yaşlı Bitümlü Birimlerin Organik Jeokimyasal Özellikleri, *TJB*, 45, 1.
- Peters, K.E. ve Moldowan, J.M., 1993. *The Biomarker Guide: Interpreting Molecular Fossils in Petroleum and Ancient Sediments*. Englewood Cliffs, N.J.:Prentice-Hall.
- Peters, K.E., Moldowan, J.M., Schoell, M. ve Hemphkins, W.B., 1986. Petroleum Isotopic and Biomarker Composition related to Source Rock Organic Matter and Depositional

- Environment, Organic Geochemistry, 10, 17-27.
- Riva, A., Caccialanza, P.G. ve Quagliarioli, F., 1988. Recognition of 18(H) oleanan in several crudes and Tertiary-Upper Cretaceous sediments. Definition of a new maturity parameters. In: Advances in Organic Geochemistry 1987 (L.Mattavelli ve L.Novelli, eds.), Oxford, Pergamon Press, 671-675.
- Riva, A., Riolo, J., Mycke, B., Ocampo, R., Callot, H.J., Albrecht, P. ve Nali, M., 1989. Molecular Parameters in Italian Carbonate Oils: Reconstruction of Past Depositional Environments, 14th International Meeting on Organic Geochemistry, Paris, September 18-22, Abstracts, Number 335.
- Sarı, A., 1985. Himmetoğlu Köyü (Göynük-Bolu) Linyit Sahasının Ekonomik Jeolojisi, AÜ, FBE, Yüksek Lisans Tezi, Ankara.
- Sarı, A., 1999. Himmetoğlu Formasyonu (Göynük-Bolu) Bitümlü Şeyllerinin Organik Jeokimyasal İncelemesi. 1. Batı Anadolu Enerji Sempozyumu, 8-14 Mart, İzmir.
- Seifert, W.K. ve Moldowan, J.M., 1978. Applications of Steranes, Terpanes, and Monoaromatics to the Maturation, Migration, and Source of Crude Oils. Geochimica et Cosmochimica Acta, 42, 77-95.
- Seifert, W.K. ve Moldowan, J.M., 1980. The Effect of Thermal Stress on Source Rock Quality as Measured by Hopane Stereochemistry. In: Advances in Organic Geochemistry (A.G. Douglas ve J.R. Maxwell, eds.), Oxford, Pergamon Press, 229-237.
- Seifert W.K. ve Moldowan J.M., 1981. Paleoconstruction by Biological Markers. Geochimica Cosmochimica Acta, 45, 783-794.
- Seifert, W.K. ve Moldowan, J.M., 1986. Use of Biological Markers in Petroleum Exploration. In: Methods in Geochemistry and Geophysics (P.B. Johns, ed.), 24, 261-290.
- Spiro, B., 1984. Effects of the Mineral Matrix on the Distribution of Geochemical Markers in Thermally Affected Sedimentary Sequences, Organic Geochemistry, 6, 543-559.
- Şener, M. ve Şengüler, İ., 1991. Beypazarı Bitümlü Marnlarının Jeolojisi ve Ekonomik Kullanım Alanları, Rapor No: 9202, MTA, Ankara.
- Şener, M. ve Şengüler, İ., 1992a. Seyitömer Bitümlü Marnlarının Jeolojisi, Kullanım Olanakları ve Akışkan Yatakta Yakma Test Sonuçları, Rapor No: 9441, MTA, Ankara.
- Şener, M. ve Şengüler, İ., 1992b. Hatıldağ (Bolu-Göynük) Bitümlü Şeyl Sahasının Jeolojisi ve Teknolojik Kullanım Olanakları, Rapor No: 9445, MTA, Ankara.
- Şener, M., Şengüler, İ., ve Kök, M.V., (1994). Geological Consideration for the Economic Evaluation of Oil Shale Deposits in Turkey, Fuel, 74, 7, 999-1003.
- Şener, M. ve Şengüler, İ., 1997. Geological, Mineralogical Characteristics of Oil Shale Bearing Deposits in the Hatıldağ Oil Shale Field, Fuel, 77, 8, 871-880.
- Şengüler, İ., İpeksever, M. ve Sümer, A., 1982. Seyitömer (Kütahya) Bitümlü Marn Sahasının Jeolojisi ve Ekonomik Olanakları, Rapor No: 7324, MTA, Ankara.
- Taka, M. ve Şener, M., 1988. Himmetoğlu (Göynük-Bolu) Sahasının Bitümlü Şeyl Olanakları ve Sondajları, Rapor No: 8533, MTA, Ankara.
- Talu, S., 1967, Bahçecik (İzmit) Bitümlü Şeylleri, MTA Rapor No: 4667, Ankara.
- Tissot, B.P. ve Welte, D.H., 1984. Petroleum Formation and Occurrence, Springer Verlag, Berlin, p.694.
- Wang H.D. ve Philp, R.P., 1997. Geochemical Study of Potential Source Rocks and Crude Oils in the Anadorka Basin, Oklahoma, AAPG Bulletin, 81, 249-275.
- Waples, D.W., 1985. Geochemisrty in Petroleum Exploration, D.Reidel Publ.Comp., Boston, p.223,
- Waples, D.W. ve Machihara, T., 1991. Biomarkers for Geologists-A pratical Guide to the Application of Steranes and Triterpanes in Petroleum, AAPG Methods in Exploration, No:9, 85 p.
- Yanılmaz, E., İpeksever, M. ve Aslan, N., 1980. Gölpazarı (Bilecik) Bitümlü Şist Sahası Hakkında Rapor, Rapor No: 7060, MTA, Ankara.

Makale Geliş Tarihi : 10 Mart 2005

Kabul Tarihi : 19 Temmuz 2005

Received : March 10, 2005

Accepted : July 19, 2005



Cora Maar'ının (Erciyes Volkanik Bölgesi) Fiziksel Volkanolojisi
Physical Volcanology of the Cora Maar, Erciyes Volcanic Complex

Cüneyt ATILLA

Gonca GENÇALIOĞLU KUŞCU

N.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 51100, NİĞDE
e-posta: catilla06@yahoo.com
Muğla Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kötekli-MUĞLA
e-posta: goncakuscu@superonline.com

Öz

Cora Maarı (CM), Kapadokya Volkanik Bölgesi (KVB)'nde Erciyes Dağı'nın yaklaşık 20 km kuzeybatısında yer alan Kuvaterner yaşlı monojenetik bir volkandır. CM ortalama 1.2 km çapında hemen hemen dairesel bir şekle sahip krateriyle maar tipi volkanlara tipik bir örnektir. Krateri çevreleyen iyi tabakalanmış taban yayılım ürünlerinin (base surge) kalınlığı ortalama 40 m'dir. Bu istif içerdiği malzemenin özelliklerine göre çeşitli fasiyeslere ayrılmıştır. CM kraterinin D/d oranı 12'dir. Bu değerler ile CM dünyadaki güncel maar kraterleriyle karşılaştırıldığında nispeten olgun bir maardır.

Cora kraterinin duvarları yer yer Kuvaterner yaşlı, maar oluşumundan önceki yer seviyesini temsil eden andezitik lav akıntılarıyla çevrelenmiştir. Taban yayılım istifi tutturulmamış olup, 70 cm boyuta ulaşan skorya, 130 cm boyutuna ulaşan litik bloklar, 1.2 cm çapa ulaşan yığışım lapillileri ve büyük oranda kül boyutlu volkanik malzemeden oluşmaktadır. Yığışım lapillileri hemen her seviyede gözlenir ve çerçeve (rim) ve çekirdek (core) tipi olarak sınıflandırılabilirler. Taban yayılım tabakaları taşınma yönünü işaret eden, çok iyi gelişmiş anti dune yapıları gösterirler. CM istifinde hem ilerleyen, hem de gerileyen dune yapıları mevcuttur. Diğer çökme yapıları ise, çarpma ve kanal yapılarıdır. CM taban yayılım çökellerinin tabaka yapılarında gözlenen dikey ve yanal fasiyes değişikliğinin sırasıyla taban yayılımının akış gücünde bir azalma ve taban yayılım birimlerinin asılı tefra yükü taşınma hızında bir azalma ve/veya tefra yükünde bir artma nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir.

CM taban yayılım istifinde 5 ayrı lokasyondan tabaka tabaka kesit ölçülmüştür. Bu kesitler kraterden yaklaşık 500, 750, 1000 m uzaklıkta bulunan ve 400 m uzunluğunda bir tefra profili boyunca ölçülmüş ve örneklenmiştir. Alınan örnekler tane boyu (granülometrik) analizine tabii tutulmuşlardır. Toplam 168 örnek $\Phi = -5$ ile $+4$ (32mm-1/16 mm) aralığını kapsayacak şekilde elek setiyle elenmiştir. Elde edilen veriler kullanılarak CM için çizilen σ_{Φ} 'ye karşı Md_{Φ} dağılım diyagramında örnekler taban yayılım alanı ile örtüşmektedir. İki modlu (bimodal) bir dağılım gösteren CM taban yayılım ürünleri çok kötü boylanmışlardır. Yamukluk, bu depozitler için hem pozitif, hem de negatif alanda yer almaktadır.

Anahtar Kelimeler: Cora Maar, Kapadokya Volkanik Bölgesi, taban yayılım ürünleri, sedimanter yapılar, yığışım lapillisi, tane boyu analizi

Abstract

Cora Maar (CM) is a monogenetic volcano located to the 20 km northwest of Mount Erciyes, within the Cappadocian Volcanic Province (CVP). Cora Maar is a typical example of a maar-diatreme volcano with a nearly circular crater with a mean diameter of c.1.2 km. The CM crater is surrounded by a well-bedded base surge tephra rim sequence up to 40 m in thickness. This sequence is subdivided into various facies depending on the characteristics of the constituents. Having a D/d ratio of 12, Cora is a relatively mature maar compared to recent maar craters in the world.

Cora crater is excavated within the andesitic lava flows of Quaternary age. The tephra sequence is not indurated, and consists of juvenile scoria clasts up to 70 cm, lithic clasts up to 130 cm, accretionary lapilli up to 1.2 cm in diameter, and ash-lapilli sized volcanic material. Accretionary lapilli are observed in almost every level of the sequence, and classified as rim and core-type. Base surge layers display well-developed antidune structures indicating the direction of the transport. Both progressive and regressive dune structures are present within the tephra sequence. Other depositional structures are impact sags and channel structures. Observed vertical and lateral facies change in bedding style of base surge deposits can be explained by the decrease of the surge flow power and due to a decrease in suspended-load transport rate and/or an increase in bedload transport rate, respectively.

Detailed sections were made bed by bed from 5 different locations from CM tephra. These sections were measured and sampled for granulometric analyses along a 400 m tephra profile 500, 750, 1000 m distance from the crater. A total of 168 samples were sieved with mesh size ranging from $\Phi = -5 - +4$ (32mm-1/16 mm). According to granulometric analyses, samples plot within the base surge field on Σ_{Φ} vs. Md_{Φ} diagram. CM samples display a bimodal distribution with a wide range of Md values, characteristic for the surge deposits. Very poorly sorted, bimodal ash deposits generally vary from coarse tail to fine tail grading depending on the grain size distribution while very poorly sorted lapilli and block-rich deposits display a positive skewness due to fine tail grading.

Key Words: *Cora Maar, Cappadocian Volcanic Province, base surge deposits, sedimentary structures, accretionary lapilli, granulometric analyses.*

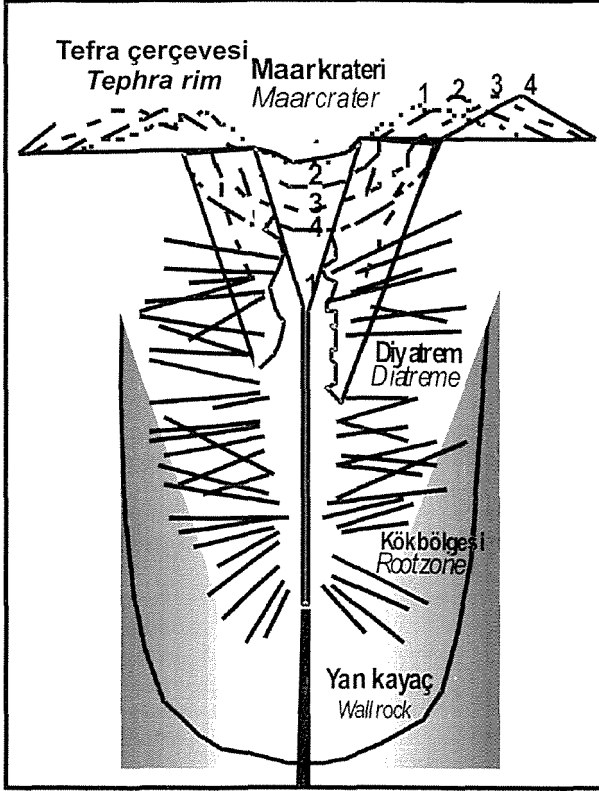
GİRİŞ

Maarlar, freatomagmatik veya freatik aktivite nedeniyle oluşan, düz tabanlı kraterleri patlama öncesi topografyanın altında uzanan ve düşük açılı bir tefra istifiyle çevrelenmiş volkanik konilerdir (Waters ve Fisher, 1970; Lorenz, 1986; Cas ve Wright, 1987). Maar kraterleri yaklaşık 2-3 km'ye ulaşan çap (ortalama krater çapı 700 m) ve 200-300 m'ye ulaşan derinliğe sahiptirler (Cas ve Wright 1987).

Maar volkanlarının oluşumları 2 model ile açıklanmaktadır. Birinci model magmatik modeldir ve yüzeye yakın ultramafik veya karbonatitik magmaların

yan kayacı parçalamasıyla bir maar volkanının oluşumunu açıklar. İkinci model ise freatomagmatik modeldir. Yükselen magma ile yer altı suyunun patlamalı etkileşimini ifade eder. Bu patlamalara neden olan karışma başlangıçta yüzeye yakın kısımlarda iken, ilerleyen evrelerde patlama merkezi diyatremın kök bölgesini oluşturacak şekilde aşağıya doğru hareket eder (Lorenz 2004). Bu patlama ile yan kayaçların parçalanması krater tabanının çökmesine neden olur ve böylece diyatremler meydana gelir. Kök bölgesinin kendi beslenme daykı üzerinde aşağı doğru hareketi ve diyatremın çökme fazı ile bu sistemin üst kısmında genişleyen bir maar krateri oluşur (Lorenz 2004). Patlamaya neden olan magmanın parçaları ve patlama

sonucunda oluşan yan kayaç blokları bir taban yayılım çökeli (base surge deposits) şeklinde maar kraterini çevreler (Şekil 1). Taban yayılım çökelleri antidune, kanal yapıları, çöküntü yapıları gibi tipik depolanma yapılarını içermektedir. U şeklinde kanallar, yığılım lapilli (accretionary lapilli) ve yüksek oranda rastlantısal kayaç (accidental clast) parçaları bulundurulur (Moore ve diğ., 1966; Lorenz, 1973, 1974; Fisher, 1977; Kienle ve diğ., 1980; Self ve diğ., 1980).



Şekil 1. Bir maar volkanının gelişim modeli (Lorenz, 2004).
Figure 1. Growth model of a maar volcano (Lorenz, 2004).

Kapadokya Volkanik Bölgesi'nde (KVB) monojenetik volkanlar başlıca Karapınar; Karacadağ-Hasandağ; Keçiboyduran-Melendiz; Derinkuyu-Acıgöl ve Erciyes olmak üzere 5 bölgede toplanmışlardır (Toprak, 1998). Bu bölgelerde bilinen en az 10 tane maar olmasına karşılık, bunların fiziksel volkanolojisi hakkında sınırlı sayıda çalışma bulunmaktadır. Türkiye'de maarlarla ilgili ilk çalışma, Keller (1974) tarafından yapılmıştır. Bu çalışma Karapınar (Konya) civarındaki 4 maarı (Acıgöl, Mekegölü, Meke Obruğu ve Yılan Obruğu) kapsamaktadır. Çalışma arazi gözlemleri ve tefra ürünlerinin petrografisi hakkındadır. Kazancı ve diğ. (1995), Acıgöl Maarı'ndaki (Nevşehir) fasiyes değişimini ve bölgedeki yüksek kalorili turba oluşumunu

araştırarak maarın yaşını ve litostratigrafisini belirlemişlerdir. Gevrek ve Kazancı (2000), Narköy Maarı'nı (Nevşehir) inceleyerek maarın çapıyla püsküren malzeme miktarı arasındaki farkı karşılaştırmışlar ve tektonik yerleşimin sonucu olarak maarlardaki materyal eksikliğinin nedenini araştırmışlardır.

Türkecan ve diğ. (2004) Erciyes Volkanik Bölgesi'nde yer alan Cora Maarı (CM) (Kayseri)'nin krater içi göl çökellerini çalışarak maar oluşumundan sonra bölgede mafik karakterli volkanizmanın etkili olduğunu bildirmişlerdir. CM taban yayılım çökelleri ile ilgili ilk detaylı çalışma Gençalioğlu Kuşçu ve diğ. (2004) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmada CM'nin genel özellikleri tanıtılmış ve maarın kalkalkalen karakterli ve bazaltik andezit bileşimli olduğu ortaya konulmuştur.

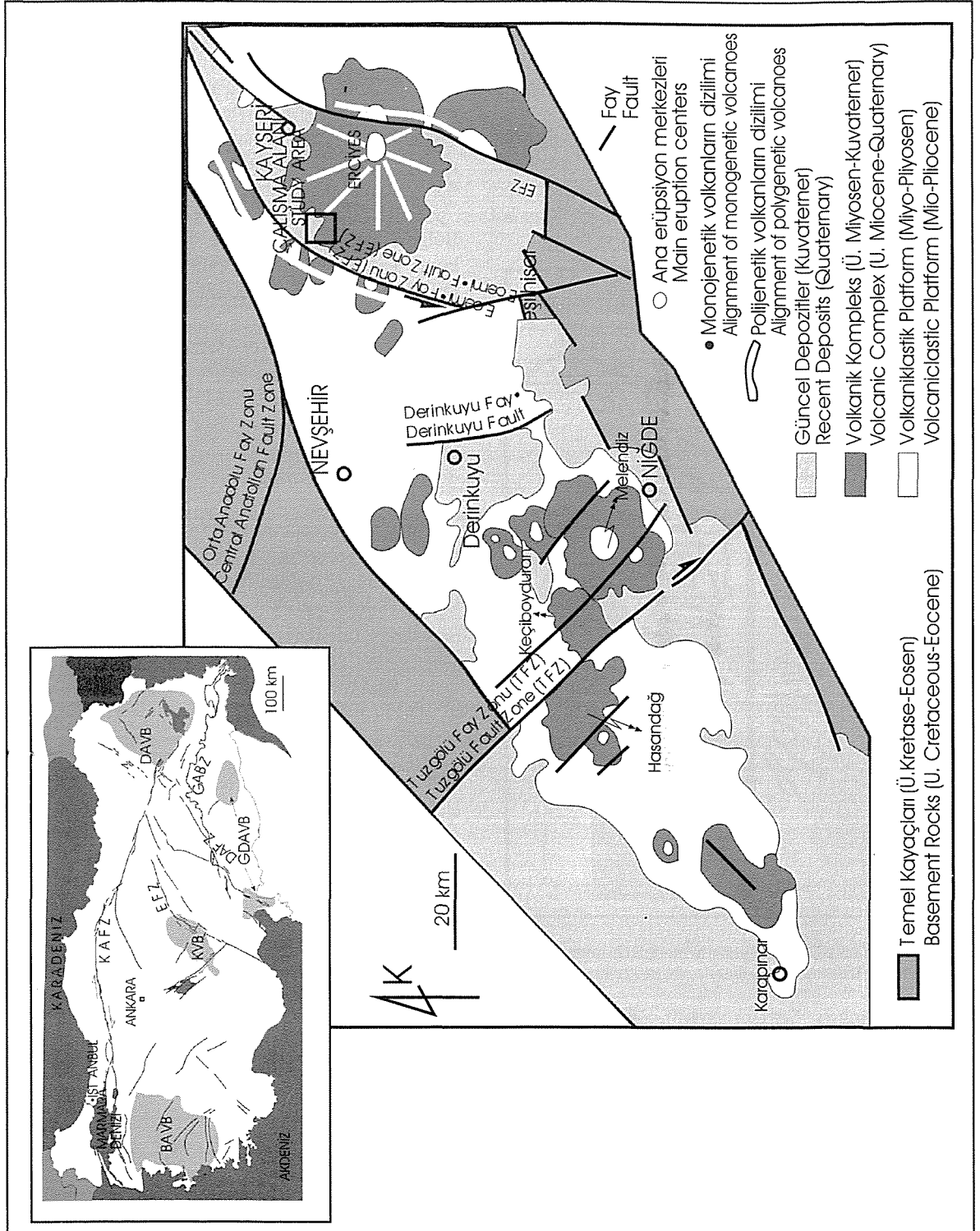
Bu çalışmanın amacı, maar volkanizmasına çok iyi bir örnek oluşturan CM taban yayılım çökellerinin depolanma yapılarını, tane boyu dağılımını, tefradaki yanal ve dikey fasiyes değişimlerini ortaya koymak ve buradan yola çıkarak taban yayılımının yerleşme ve depolanma süreçleri hakkında bir yoruma gitmektir.

CORAMAARI

CM, Neojen-Kuvaterner yaşlı Kapadokya Volkanik Bölgesi (KVB)'ndeki 19 polijenetik volkanın en büyüğü olan Erciyes'in yaklaşık 20 km kuzeybatısında yer almakta olup, ürünleri yaklaşık 6 km²'lik bir alana yayılmıştır. Piroklastik çökeller doğuya doğru 3.5 km'ye kadar takip edilebilmektedir (Şekil 3).

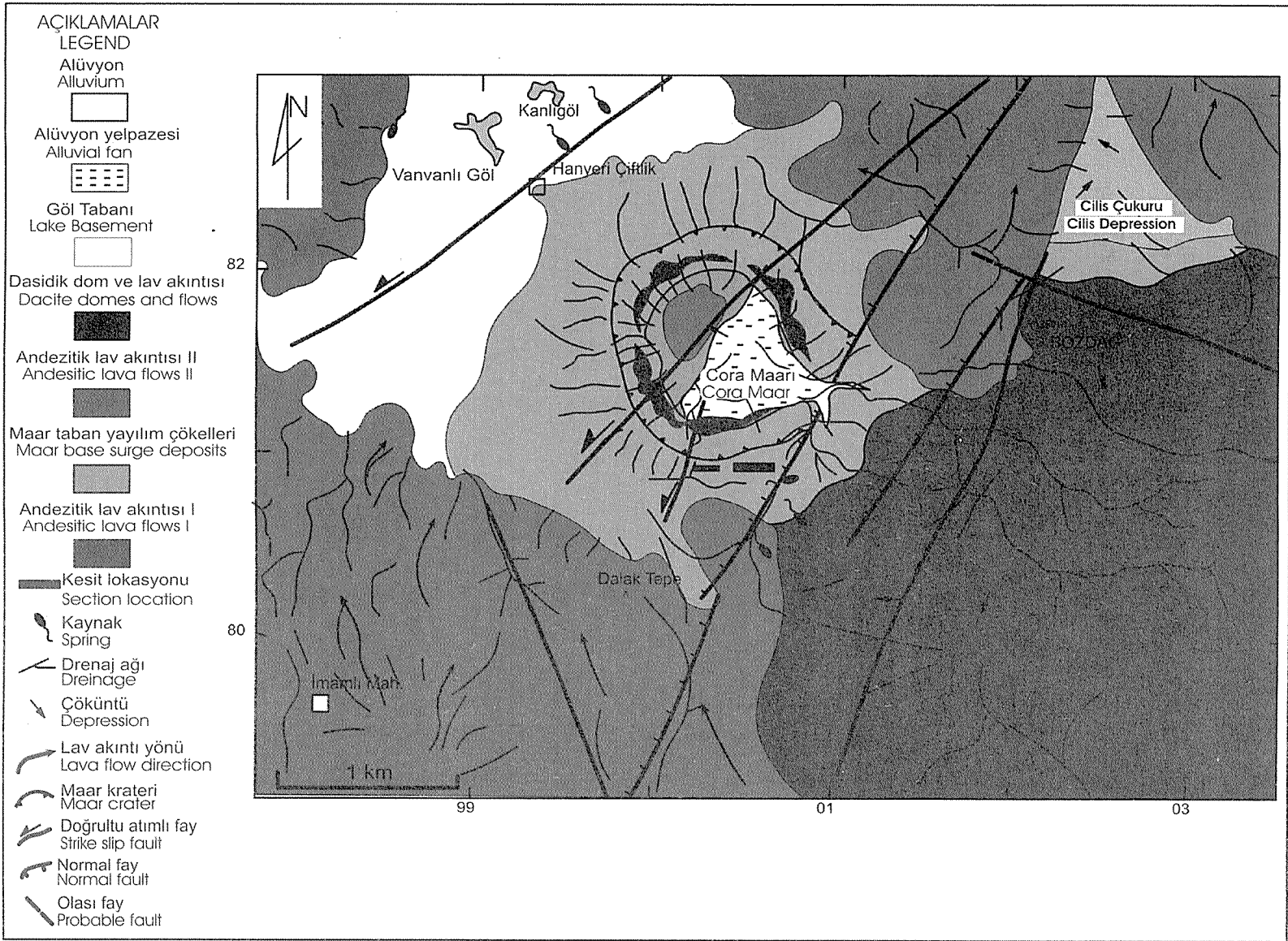
Cora krater çapı 1.2 km, krater derinliği 100 m, krater taban çapı ise 615 m olarak ölçülmüştür. CM krater duvarı kısmen Kuvaterner yaşlı andezitik lav akıntılarıyla çevrelenmiştir (Şekil 3). Erciyes Volkanizması ve CM öncesi lav akıntıları ile ilgili detaylı bilgi Şen ve diğ. (2003)'de verilmiştir.

Krater, çap (D) ve derinlik (d) oranının (D/d) maarların yaşı hakkında genel bir bilgi verdiği düşünülmektedir (Cas ve Wright, 1987; Carn, 2000). Bilinen en genç maarlar için D/d oranı 4-6 arasındadır (Carn, 2000). Bu oran zamanla sedimanla dolan kraterin derinliğinin azalması ve erozyonla krater çapının genişlemesiyle artar (Cas ve Wright, 1987; Carn, 2000). Kullanılan bu ölçütlere göre, D/d oranı 12 olan CM dünyadaki güncel maar kraterleriyle karşılaştırıldığında nispeten olgun bir maardır (Şekil 4).



Şekil 2. Neojen-Kuvaterner yaşlı Kapadokya Volkanik Bölgesi (KVB)'nin jeolojik haritası (Toprak, 1998'den basitleştirilmiştir). Küçük şekil Türkiye'deki Neojen-Kuvaterner yaşlı volkanik bölgeleri göstermektedir. BAVP: Batı Anadolu Volkanik Bölgesi; DAVB: Doğu Anadolu Volkanik Bölgesi; GDAVB: Güney-Güneydoğu Anadolu Volkanik Bölgesi.

Figure 2. Geological map of the Neogene-Quaternary Cappadocian Volcanic Province (KVB) (simplified from Toprak, 1998). Inset shows the Neogene-Quaternary volcanic provinces of Turkey. BAVP: West Anatolian Volcanic Province; DAVB: East Anatolian Volcanic Province; GDAVB: South-southeast Anatolian Volcanic Province.



Sekil 3. Cora Maar'ının jeolojik haritası
Figure 3. Geological map of the Cora Maar.



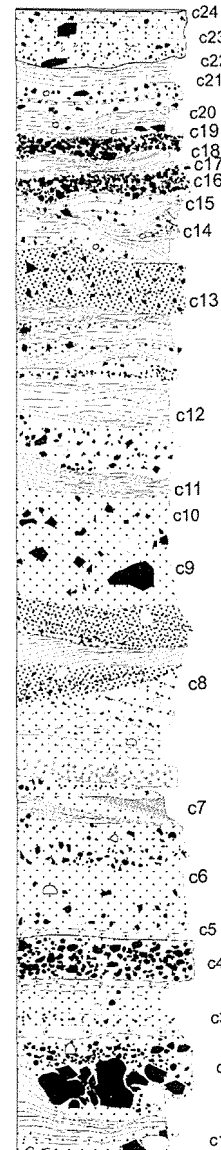
Şekil 4. Cora Maarı kraterinin genel görünüşü (güneye bakışlı).
Figure 4. General view of the CM crater looking towards south.

CM taban yayılım ürünleri krater kenarından dışarıya doğru 10° 'lik bir eğime sahiptir. İçeriye doğru eğimli tabakaya rastlanmamıştır. Tabaka kalınlığı krater kenarında ortalama 60 m iken kraterden uzaklaştıkça tabaka kalınlığı azalmaktadır.

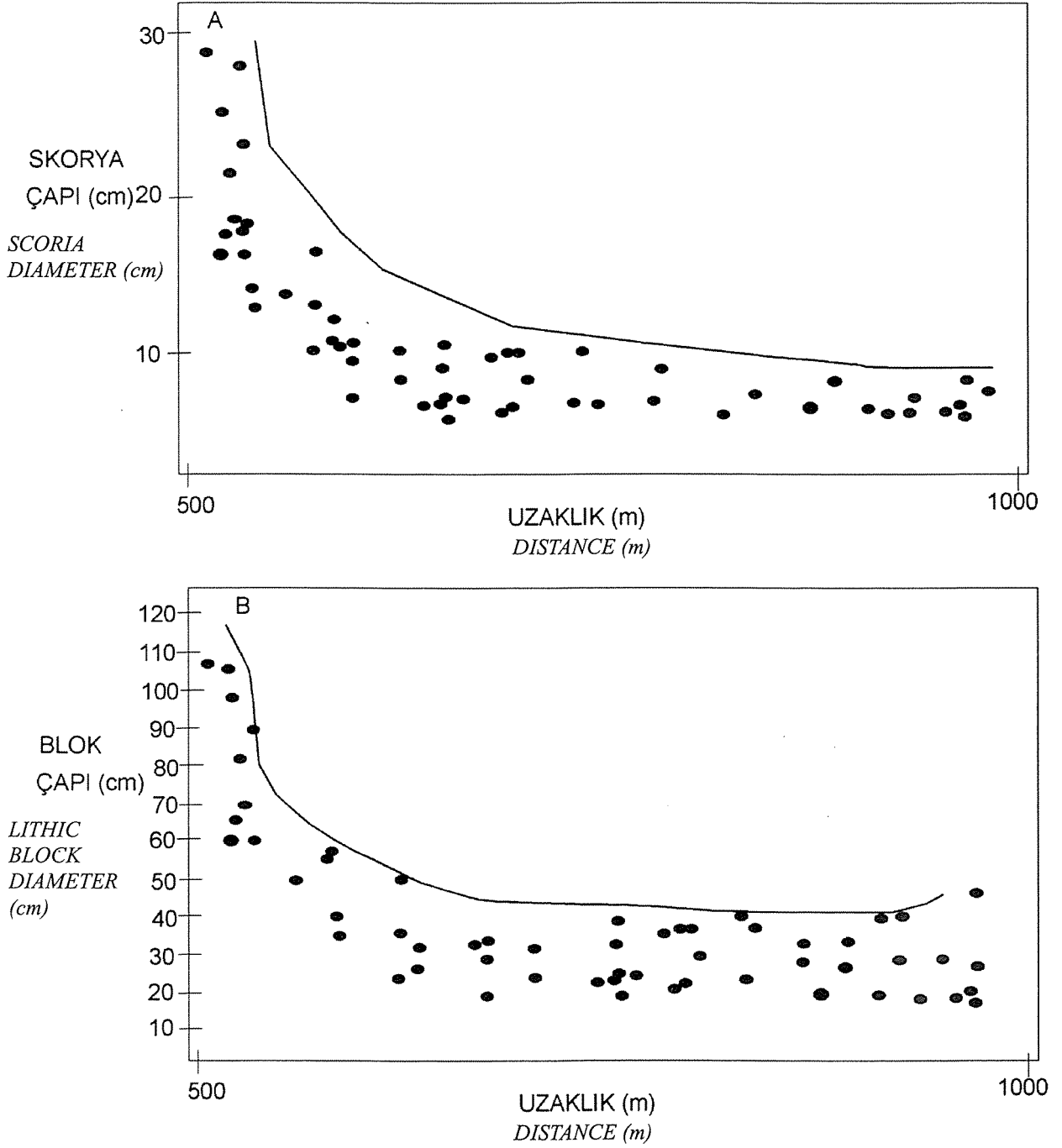
Maar istifi genellikle kahverengi-siyah renkli skorya parçaları içermektedir. Oksidasyona işaret eden kırmızı renkli skorya parçalarına rastlanılmamıştır. Bazı karnıbahar skorya bombaları litik kapanımlar içermektedir. Bu kapanımlar genellikle açık gri renkli köşeli volkanik kayaçlar parçalarıdır. CM skorya parçaları kalkalkali nitelikli olmalarıyla literatürdeki çoğu maar malzemesinden farklılık göstermektedir (Gençaliolu Kuşcu ve diğ., 2004; Gençaliolu Kuşcu, 2005). Literatürde çalışılan maarların çoğunda patlamalı aktivite bazaltik (özellikle alkali bazaltik-nefelinitik) magmanın yeraltı suyuyla etkileşimi nedeniyle gerçekleşmiştir (Keller, 1974; Kienle ve diğ., 1980; Pier ve diğ., 1992).

Litik klastlar genellikle veziküllü andezitler ve bazaltik andezitlerden oluşmaktadır. Litik ve skorya tanelerinden en büyük örneklerinden 3-5 tanesinin uzun eksenini boyunca boyutları ölçülmüş ve ortalamaları alınmıştır. İstiften alınan tanelerin skorya boyutu 1 ile 33 cm, litik tane boyutu 7 ile 130 cm arasındadır (Gençaliolu Kuşcu ve diğ., 2005). Litik ve skorya tane çapları çıkış merkezinden uzaklaştıkça hiperbolik olarak azalmaktadır (Şekil 6a, b).

CM taban yayılım ürünlerinin bir diğer özelliği açık gri-bej renkli büyüklükleri 1.2 cm'ye kadar varan yığılım lapillileri içermesidir (Şekil 7a). Yığılım lapillilerinin yapısı Schumacher ve Schmincke (1991)'deki sınıflandırmaya göre çeper (rim) ve çekirdek (core) tipi olarak sınıflandırılmıştır. CM istifinden alınan yığılım lapillilerinden hem çekirdek, hem de çeper tipi yığılım lapillileri belirlenmiştir (Şekil 7b).

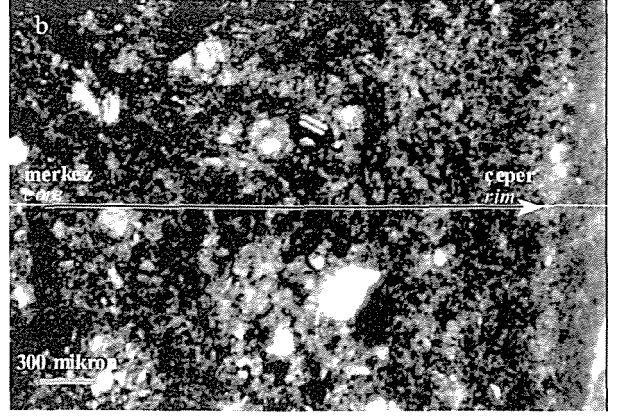
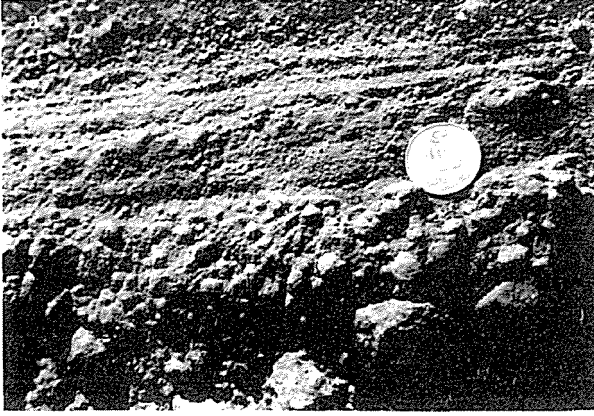


Şekil 5. Cora Maarı'nın ölçeksiz dikme kesiti.
Figure 5. Columnar section of the Cora Maar (not to scale)



Şekil 6. a) Skorya boyutunun kaynaktan uzaklığa göre değişim diyagramı. b) Litik blok boyutunun kaynaktan uzaklığa göre değişim diyagramı.

Figure 6. A) Scoria diameter plotted against distance from source. B) Lithic block diameter plotted against distance from source.

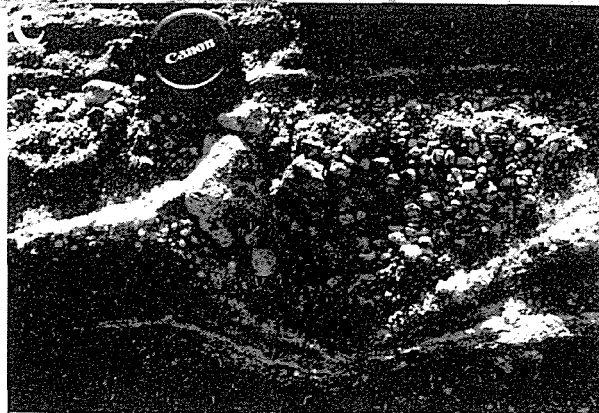
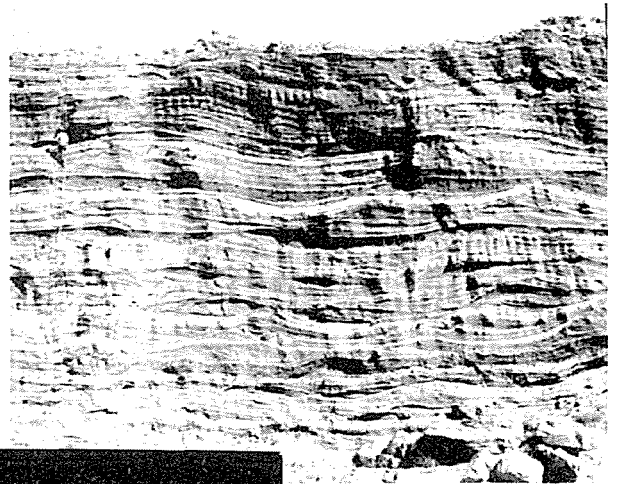
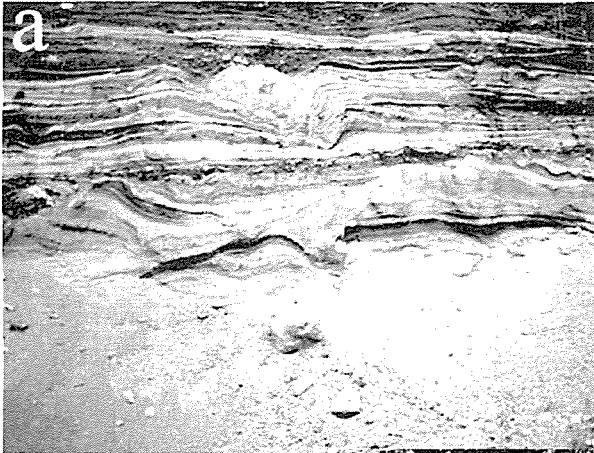


Şekil 7. a) CM kesitinde yığışım lapillilerinin görünüşü, b) Çeper tipi yığışım lapillisinin fotomikrografı (Tek Nikol).
 Figure 7. a) Accretionary lapilli from CM section, b) Photomicrograph of rim-type accretionary lapilli (Plane Polarized Light).

DEPOLANMA YAPILARI

CM istifî antidune, kanal yapıları, çökme yapıları gibi maar taban yayılım çökelleri için tipik

sedimanter yapıları içermektedir (Şekil 8a, b). Çökme yapıları (Şekil 8a) litik blokların daha bol miktarda ve daha büyük boyutlu olduğu istifin alt seviyelerinde daha iyi gözlenir.



Şekil 8. a) CM taban yayılım birimlerinde çökme yapısı b) Çeşitli antidune tabakalanma tiplerini ve dune yapılarının kaynaktan uzaklaştıkça yukarı tırmandığını gösteren şekil, c) Kanal yapısı (objektif kapağının çapı 58 mm'dir).

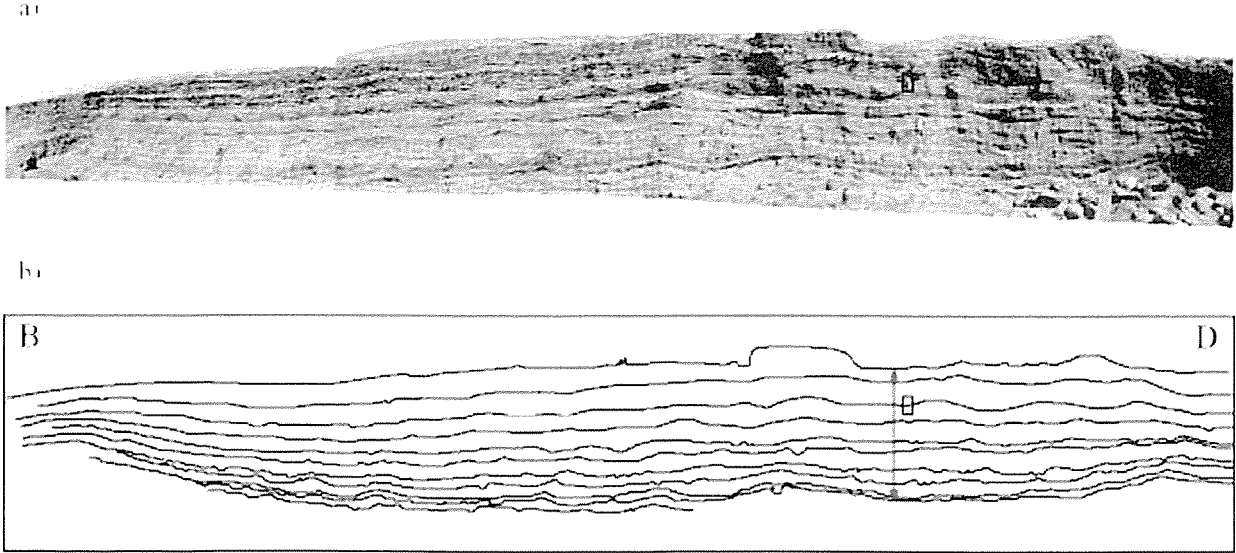
Figure 8. a) Impact sag in CM base surge deposits, b) figure showing the antidune bedding types, and migration of dunes away from the source, c) channel structure (lens cap is 58 mm in diameter).

Taban yayılım tabakaları taşınma yönüne işaret eden çok iyi gelişmiş antidune yapıları sergilemektedir. CM taban yayılımı çökelleri içinde en az 3 farklı tip dune yapısı gözlenir: 1) tip II (chute ve pool; Schmincke ve diğ., 1973) veya tip d (Cole, 1991); 2) tip III (Schmincke ve diğ., 1973) veya tip b (Cole, 1991) ve 3) tip IV (Schmincke ve diğ., 1973), veya tip a (Cole, 1991).

CM taban yayılım ürünlerinin tabaka şekillerinde yanal ve dikey olarak fasiyes değişiklikleri gözlenmektedir. Çökeller krater kenarında genellikle düz

tabakalıdır ve kaynaktan uzaklaştıkça tabakalarda artan bir dalgalanma gözlenmektedir. Bununla birlikte, dune tabakaları istifin alt kesiminde daha yaygın iken, istiften yukarı doğru düzlemsel tabakalanmaya geçiş yaparlar (Şekil 9).

CM taban yayılım birimleri içindeki dune yapılarının bazılarında dalga boyu ve dalga yüksekliği ölçümleri yapılmıştır. Dalga boyu (L) 4.35-10.88 m, dalga yüksekliği (H) 0.15-0.87 m ve L/H oranı 8.90-29.00 arasında değerler olarak ölçülmüştür (Çizelge 1).



Şekil 9. Kraterin güneydoğu kenarındaki kum ocağında CM tefra duvarının profili. İstifin gözlenen kalınlığı 40 m'dir.
Figure 9. Profile of the Cora Maar tephra deposit from the quarry wall on the southeastern rim of the crater. Observed thickness of the section is 40 m.

TANE BOYU ANALİZİ

CM taban yayılım istifinde 5 farklı lokasyondan kesit alınarak 24 ana fasiyes ve alt fasiyesler ayırt edilmiş ve bu fasiyeslerin her birisinden tane boyu analizi için örnek alınmıştır. CM taban yayılım ürünleri gevşek olduğundan doğrudan kuru elek analizine tabi tutulmuştur. Toplam 168 örnek $\Phi = -5$ ile $+4$ (32 - 1/16 mm) aralığını kapsayacak şekilde bir Φ aralığına sahip elek setiyle elenmiştir. Her elekteki örnek miktarı tartılarak toplam miktar içindeki yüzdeleri hesaplanmıştır.

Kümülatif (eklenik) eğriler üzerinde her taban yayılım örneği için 5Φ , 16Φ , 50Φ , 84Φ değerlerine karşılık gelen tane boy yüzdeleri okunmuş ve daha sonra bu değerler kullanılarak Inmann (1952)'nin Md_{Φ} (Ortalama çap = 50Φ), σ_{Φ} [$Boylanma = (84\Phi - 16\Phi)/2$] ve α_{Φ} [$yamukluk = (M_{\Phi} - Md_{\Phi})/2$] parametreleri hesaplanmıştır.

CM taban yayılım ürünlerinin ortalama çap (Md_{Φ}) değerleri -2Φ 'den $+4\Phi$ 'ye kadar geniş bir aralık sunar. Boylanma değerleri genellikle 2-3 Φ arasında olup

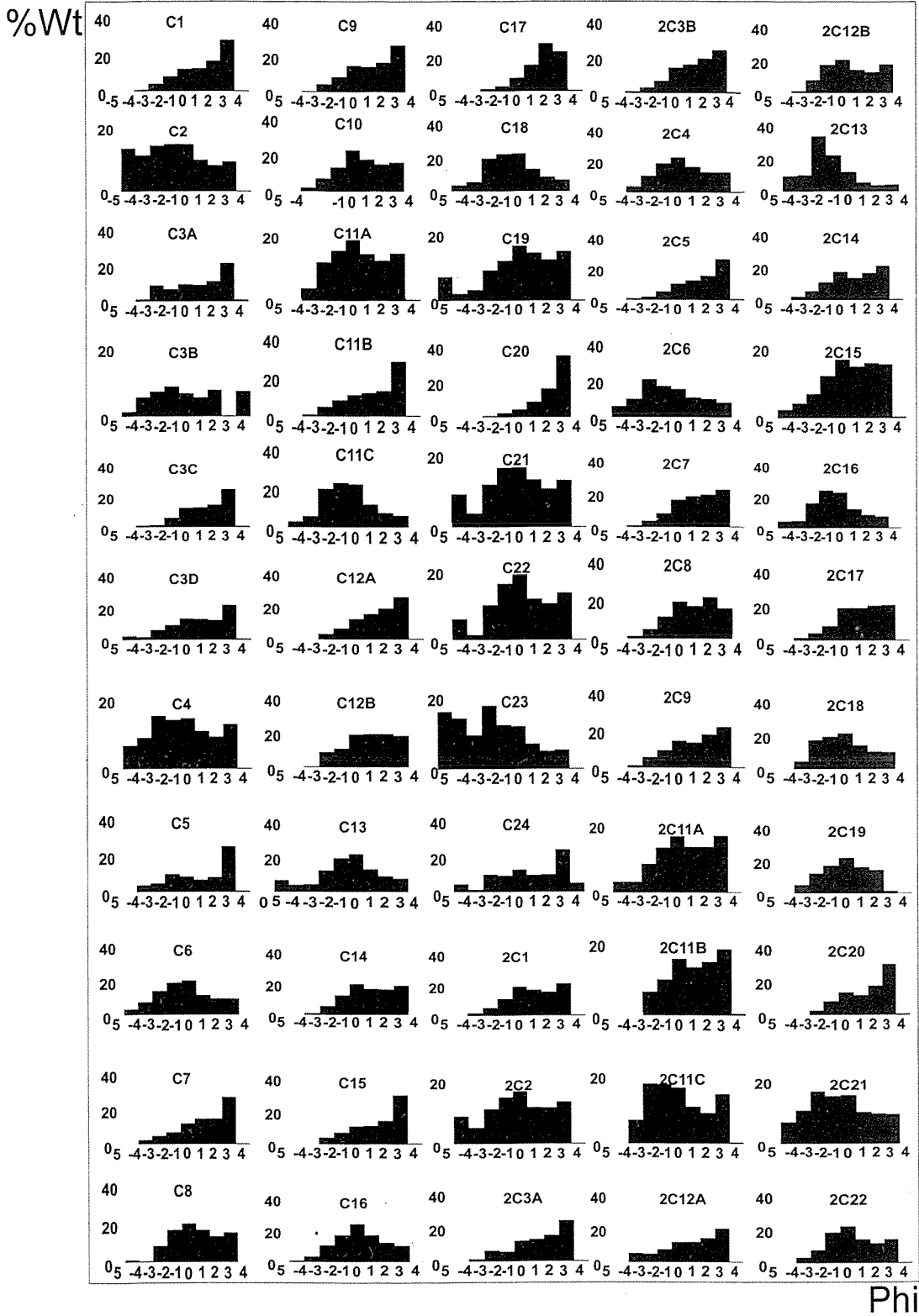
çok kötü boylanma alanı içine düşmektedir. CM taban yayılım ürünlerindeki iki modlu (bimodal) dağılım, kötü boylanmanın en önemli nedenidir (Şekil 10). Yamukluk, CM taban yayılım ürünleri için hem pozitif, hem de negatif değerler göstermektedir. Kül ağırlıklı CM taban yayılım ürünleri genellikle geniş bir iri kuyruklanmaya veya negatif yamuklaşmaya, bazı örnekler ise zayıf yamuklaşmaya sahiptirler. Lapilli ve blok ağırlıklı CM taban yayılım ürünleri, ince kuyruklanma veya pozitif yamuklaşmaya sahiptirler (Şekil 11a). Bu çökellerin değişik kuyruklanmaya sahip olmaları yani hem pozitif, hem de negatif olmaları, kaba ve ince taneli birimlerin araldanmasından kaynaklanmaktadır.

Tane boyu verileri bazı durumlarda çökeltme ortamlarının tayin edilmesinde ve birbirinden ayırt edilmesinde önemli bir rol oynamaktadır. Elde edilen bu parametrelerden, σ_{Φ} 'ye karşı Md_{Φ} dağılım diyagramı (Şekil 11b) üzerinde akma, düşme ve taban yayılım çökelleri ayırt edilebilmektedir (Walker, 1971). Bu çalışmada incelenen çok kötü boylanmalı CM çökelleri Walker (1971)'de tanımlanan taban yayılım alanı içerisinde yer almaktadır (Şekil 11b).

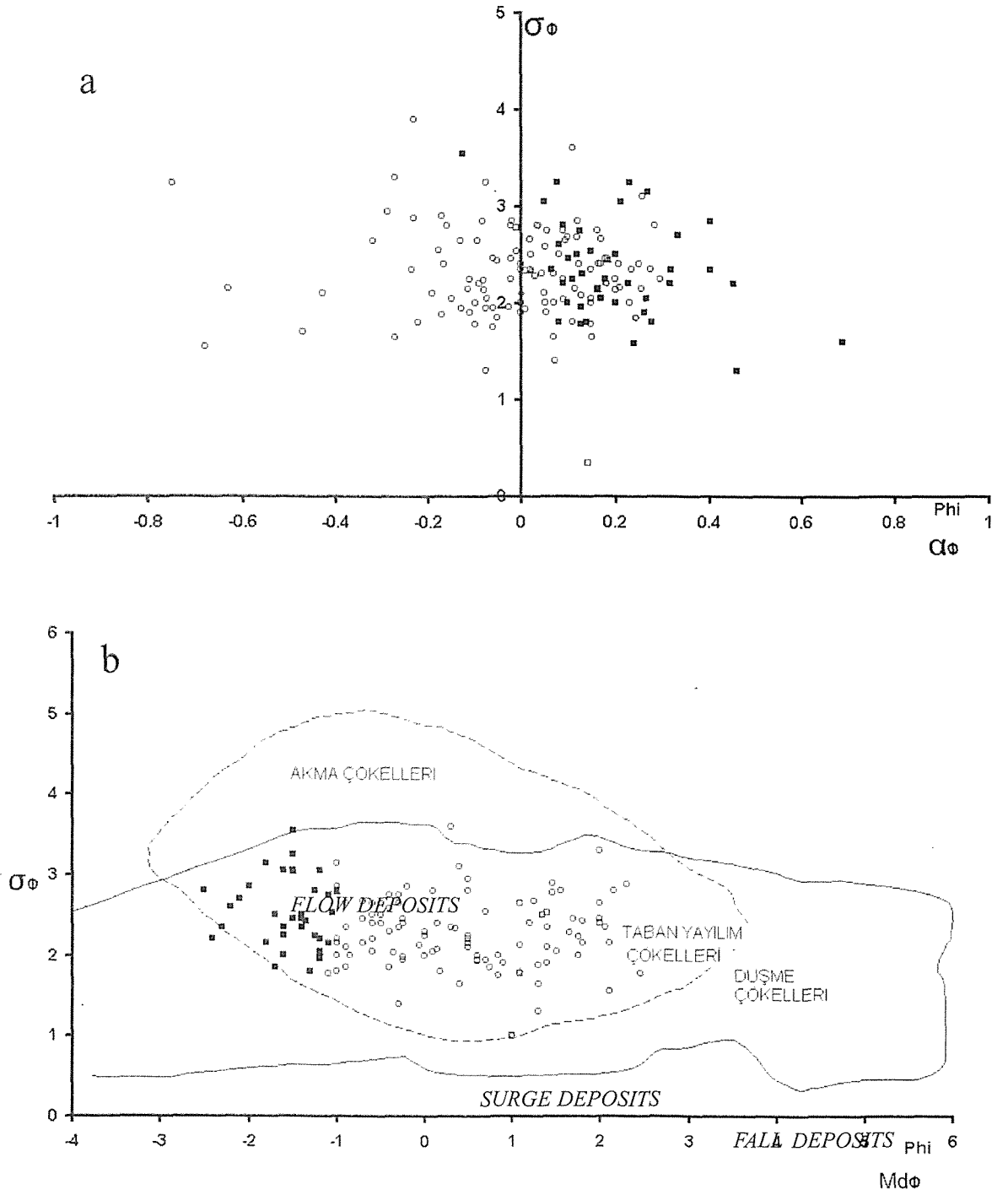
Çizelge 1. CM istifindeki çeşitli seviyelerden ölçülen dune yapılarının dalga boyu ve yükseklikleri (ölçümler metre cinsinden verilmiştir)

Table 1. Wave height and wave length measurements of the dunes from several facies of the CM sequence (in meters).

Ölçüm No	1	2	3	4	5	6	7	8
Dalga Boyu (L)	7.25	6.24	6.50	9.72	8.70	6.50	6.50	10.88
Dalga Yüksekliği (H)	0.58	0.44	0.73	0.80	0.87	0.44	0.44	0.80
L/H oranı	12.5	14.18	8.90	12.15	10.00	14.77	14.77	13.60
Ölçüm No	9	10	11	12	13	14	15	16
Dalga Boyu (L)	4.35	7.25	4.35	5.80	10.88	11.60	6.50	8.00
Dalga Yüksekliği (H)	0.36	0.58	0.15	0.44	0.87	0.58	0.44	0.87
L/H oranı	12.08	12.50	29.00	13.18	12.50	20.00	14.77	9.20



Şekil 10. CM taban yayılım fasiyeslerinin taneboyu dağılım histogramları
 Figure 10. Grain size distribution histograms of CM base surge facies.



Şekil 11. a) σ_ϕ karşı α_ϕ dağılım diyagramı. b) σ_ϕ 'ye karşı Md_ϕ dağılım diyagramı (Walker, 1971). ■: lapilli ve blok ağırlıklı taban yayılım fasiyesi ve o: kül ağırlıklı taban yayılım fasiyesi

Figure 11. a) σ_ϕ vs. α_ϕ scatter diagram. b) σ_ϕ vs. Md_ϕ scatter diagram (after Walker, 1971). ■: lapilli and block-dominated base surge facies, and o: ash-dominated base surge facies.

TARTIŞMA

Freatomagmatik aktivite ile oluşan CM taban yayılım çökelleri ince ve kaba taneli tabakaların ardalanmasından oluşmaktadır. Kül ağırlıklı taban yayılım fasiyesi ince, lapilli ve blok ağırlıklı fasiyes ise kaba taneli kısmı temsil eder (Şekil 8a). Taban yayılım çökelleri için, tabakalı ve tırmanan dune yapılı fasiyeslerde kaba ve ince taneli malzemenin ardalanması karakteristiktir (Sohn ve Chough, 1989). Lapilli ve blok ağırlıklı tabakalar vezikül oranı ve renk açısından çeşitlilik sunan başlıca andezitik bileşimli volkanik parçalardan meydana gelirler. Volkanik kül matriks konumundadır. CM taban yayılım istifinde litik ve skorya tane boyları hem dikey (istifte yukarı doğru) hem de yanal olarak (kraterden uzaklaştıkça) genellikle azalmaktadır (Şekil 6a ve b). Bu durum maarı oluşturan freatomagmatik aktivitenin enerjisinde zamanla bir azalma meydana gelmesiyle açıklanabilir.

CM istifinde yığışım lapillisi içeren kül tabakaları çok yaygındır (Şekil 7a). Bunlar kül ve lapilli ağırlıklı tabakalı ve dune tabakalı seviyeler ile birlikte kül ağırlıklı taban yayılım fasiyesini oluştururlar. Yığışım lapillisinin yaygın bir şekilde bulunması ve çarpma yapılarının altında deforme olmuş tabakalar bulunması depolanma sırasında ortamın yüksek oranda nem içerdiğinin bir göstergesidir. Bu yüzden, CM istifinin bir ıslak (wet) taban yayılım ürünü olduğu söylenebilir (Crowe ve Fisher, 1973; Lorenz, 1974; Nemeth ve diğ., 2001). CM istifinden alınan örneklerde çekirdek ve çeper tipi yığışım lapillileri (Schumacher ve Schmincke, 1991) belirlenmiştir.

Lapilli ve blok ağırlıklı tabakalar bazen tane destekli olarak gözlenirler. Bu tabakaların tane destekli olması taban yayılımından ziyade düşme depozitleri olduklarını ifade edebilir. Krater yakın bölgelerde taban yayılım ve düşme çökelleri depolanması eş zamanlı bir şekilde meydana gelebilir. Cas (1989) bu şekilde birlikte çökeltme etkisiyle yerleşen birimleri yayılmaya bağlı olan düşme (surge modified fall) birimleri olarak adlandırmıştır. Buna göre, taban yayılım çökellerinin fasiyes tipleri sadece yanal akma süreçleriyle şekillenmezler. Aynı zamanda, değişen oranlarda düşme çökellerinin de taban yayılımına katılması ile düşey yerleşme süreçleri de etkilidir. CM tefrası içinde a, b ve d tipi dune yapıları (Schmincke ve diğ., 1973; Wohletz ve Sheridan, 1979) tanımlanmıştır. Bunlardan a tipi dune yapısı durağan (stationary), gerileyen (regressive) veya ilerleyen (progressive) türlerde olabilirken d tipi

gerileyen bir türdür. Hem ilerleyen, hem de gerileyen dune tiplerinin aynı çökeltde yakın ilişkili bir şekilde bulunması, taban yayılımının akma rejimindeki değişikliklere ve kısa süreli tekrarlayan patlamalarla (pulsatory) yerleşme özelliğine bağlıdır (Cole, 1991).

Çizelge 1 incelendiğinde artan dune dalga boyu ile birlikte genel olarak dune yüksekliğinin de arttığı görülür. İstifin alt ve üst seviyelerindeki ölçümler genellikle benzerdir. Ancak istifin üst seviyelerindeki bazı dalga boyu ve dalga yüksekliği oranı ölçümleri istifin alt seviyelerindekilerden daha küçüktür. Literatürdeki çalışmalar incelendiğinde Filipinler'de Taal volkanında (Waters ve Fisher, 1971) ve Almanya'da Laacher See bölgesindeki maarlarda (Schmincke ve diğ., 1973) kaynaktan 1 km uzakta benzer şekilde büyük dalga boyu ve yüksekliğine sahip dune yapılarına rastlanmaktadır.

Batı-doğu doğrultusundaki tefra duvarı profilinde CM taban yayılım çökellerinin tabakalanma tarzında düzlemsel tabakalardan dalgalı tabakalara doğru yanal bir fasiyes değişikliği görülür (Şekil 9). Yanal fasiyes değişimi gösteren tırmanan dune yapılı benzer taban yayılım birimlerinin asılı tefra yükü taşınma hızında bir azalma ve/veya tefra yükünde bir artma nedeniyle oluştuğu düşünülmektedir (Sohn ve Chough, 1989). Aynı şekilde istifte aşağıdan yukarıya doğru dikey bir fasiyes değişimi de söz konusudur (Şekil 9). Böyle bir değişim de taban yayılımının akış gücünde bir azalma ile açıklanabilir (Crowe ve Fisher, 1973).

CM tefrasında ayırt edilen 24 fasiyesin Walker (1971)'in σ_{ϕ} - Md_{ϕ} diyagramında örnekler düşme ve akma çökelleri alanlarının kesişiminde yer alan taban yayılım çökelleri alanına düşmektedir. Aynı şekilde, CM örnekleri geniş bir aralıkta değişen Md_{ϕ} değerleriyle taban yayılım çökelleri için tipik olan iki modlu (bimodal) bir dağılım gösterirler (Şekil 11b). Çok kötü boylanmalı iki modlu kül çökelleri genellikle tane boyuna bağlı olarak kabadan ince yamukluğa doğru değişirler. Çok kötü boylanmalı lapilli ve blok ağırlıklı CM çökelleri ise ince kuyruklanmadan dolayı pozitif bir yamukluğa sahiptirler (Şekil 10 ve 11a).

SONUÇLAR

CM Orta Anadolu'daki Kapadokya Volkanik Bölgesi'nde freatomagmatik aktivite ile oluşmuş Kuvaterner yaşlı monojenetik volkanlara bir örnektir. CM kraterine dik, taban yayılım taşınma yönüne paralel

açılmış bir kum ocağında gözlenen kalın bir tefra istifinde depolanma özellikleri ve taşınma yönünde meydana gelen değişiklikler analiz edilebilmektedir. Bu nedenle CM maar volkanlarının tipik bir örneğidir. Çok iyi tabakalanmış ve günümüze dek iyi korunmuş istif maar volkanları için tipik olan depolanma yapıları ve tabaka şekillerinin güzel örneklerini sunar. CM istifi genellikle kül ağırlıklı ve lapilli-blok ağırlıklı taban yayılım fasiyeslerinin ardalanmasından meydana gelmiştir. İstifte bol miktarda rastlanan yığılım lapillilerinden de anlaşıldığı üzere ıslak taban yayılım (wet base surge) çökellerine bir örnektir.

CM istifi dune tabakaları, kanal yapıları ve çöküntü yapıları gibi taban yayılım çökellerinde görülmesi beklenen tipik depolanma yapılarını içinde barındırır. Tabaka şekillerinde yanallı fasiyes değişimi ve ilerleyen ve gerileyen dune tiplerinin aynı çökelerde bulunması taban yayılımının akış rejiminde oluşan değişiklikler ile açıklanabilir. Ayrıca skorya ve litik blok boyutunda kaynaktan dikey ve yanallı olarak uzaklaştıkça meydana gelen azalma freatomagmatik aktivitenin enerjisinde bir azalma ile açıklanabilir. CM örnekleri literatürdeki diğer taban yayılım çökellerinde de görüldüğü üzere, geniş bir Md_{ϕ} aralığına sahiptirler ve σ_{ϕ} - Md_{ϕ} dağılım diyagramında da taban yayılım çökelleri alanı içinde yer alırlar. CM taban yayılım istifi hem kaba hem de ince taneli malzemeden oluştuğu için yamukluk hem pozitif hem de negatif değerler sunmaktadır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma TÜBİTAK tarafından ÇAYDAG 102Y131 kod nolu ile proje kapsamında ele alınan bir çalışma olup yazarlar her türlü teknik ve finansal destekten ötürü TÜBİTAK'a, ve makalenin son halini almasına yapıcı eleştirileri ile katkıda bulunan Dr. Biltan Kürkçüoğlu ve Ahmet Türkecan'a teşekkürlerini sunarlar.

EXTENDED SUMMARY

Cora Maar (CM) is one of the monogenetic volcanoes within the Erciyes Volcanic Complex of Neogene-Quaternary Cappadocian Volcanic Province (CVP). CM is a Quaternary volcano located approximately 10 km northeast of İncesu town of Kayseri province and 20 km northwest of Erciyes. CM is a typical example of maar volcanoes formed as a result of phreatomagmatic activity with a circular crater 1.2 km in

diameter, and a well-bedded base surge sequence approximately 40 m in thickness.

The CM tephra comprise alternations of "fine" and "coarse" grained layers. Ash-dominated base surge facies represent fine, and lapilli and block-dominated base surge facies represents the coarse part. Alternation of fine and coarse material is characteristic for the stratified and climbing dune bedded facies in base surge deposits. Lapilli and block-dominated beds consist of volcanic rock clasts (mainly andesites) with varying color and vesicularity. The size of the lithic and scoria blocks generally decreases away from the crater and upward in the tephra sequence. Ash beds with accretionary lapilli are very common, and, together with stratified and climbing dune bedded ash and lapilli, they constitute the ash-dominated base surge facies. Widespread occurrence of accretionary lapilli beds and deformed beds beneath impact sags indicate the presence of abundant moisture and, hence formation from a "wet surge".

Type a, b, and d dunes were identified within the CM tephra. Type a dunes can be stationary, regressive, or progressive; type b is progressive, while type d is regressive. Close relation of both progressive and regressive types within the same deposit can be explained by the pulsatory nature and change in flow regime of the base surges.

Along the W-E tephra rim profile ash-dominated CM base surge facies display lateral change in bedding style, i.e. from planar to wavy. Units with similar lateral facies change, and climbing dunes are interpreted to occur due to a decrease in suspended-load transport rate and/or an increase in bedload transport rate. Also, a vertical facies change occurs from dune to plane beds upsection. Such a change can be explained by the decrease of the surge flow power.

There is a general increase in wavelengths with increasing wave height on a wave length vs. wave height diagram. Dune measurements from bedsets downsection and upsection are generally comparable, although some measurements for both wavelength and wave height from bedsets upsection are smaller than the ones from downsection. With large wavelength and height values Cora tephra display similarities to Taal and Laacher See base surge deposits.

24 major facies and subfacies were identified within CM tephra, and sampled for granulometric were

analyses. As CM tephra is not indurated, the samples were dry sieved directly. Sieving was not carried out mechanically to avoid excessive breakage of juvenile clasts. 56 samples were sieved in total with a set of sieves with mesh size ranging from -5 - +4 (32-1/16 mm). Tephra retained in each sieve was weighed, and weight percentages were calculated. Based on the grain size data cumulative curves and histograms were plotted, and Inman (1952) parameters of median diameter (Md_{ϕ}), sorting (σ_{ϕ}), and skewness (α_{ϕ}) were obtained. Using these parameters, flow, fall, and surge deposits (Fisher and Schmincke, 1984) can be distinguished on a σ_{ϕ} - Md_{ϕ} diagram (Walker, 1971). CM samples display a bimodal distribution with a wide range of Md_{ϕ} values, characteristic for the surge deposits. Moreover, bimodal CM tephra has a wide range of Md_{ϕ} values, from negative towards positive values.

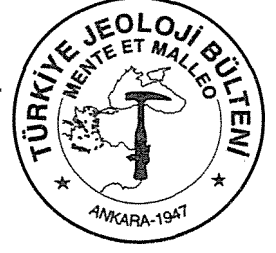
DEĞİNİLEN BELGELER

- Carn, S. A., 2000. The Lamongan volcanic field, East Java, Indonesia: physical volcanology, historic activity and hazards. J. Volcanol. Geotherm. Res., 95, 81-108.
- Cas, R. A. F., 1989. Physical volcanology in Australian and New Zealand Cenozoic intraplate terrains. In: Johnson, R. W (ed.) Intraplate volcanism in eastern Australia and New Zealand, 55-85.
- Cas, R. A. F., Wright, J. V., 1987. Volcanic Successions. Chapman and Hall, 528 s.
- Cole, P. D., 1991. Migration direction of sand-wave structures in pyroclastic-surge deposits: Implications for depositional processes. Geology, 19, 1108-1111.
- Crowe, B. M., ve Fisher, R. V., 1973. Sedimentary structures in base surge deposits with special reference to cross bedding, Ubehebe Craters, Death Valley, California. Geol. Soc. America Bull., 84, 663-682.
- Fisher, R.V., 1977. Erosion by volcanic base surge density currents: U-shaped channels. Geol. Soc. Am. Bull. 88, 1287-1297.
- Gençaliolu Kuşcu, G., 2005. Kalkalkalin Karakterli Bir Maar Volkanı: Cora Maarı, Erciyes Volkanik Kompleksi (Kayseri). 1. Ulusal Jeokimya Sempozyumu, Bursa, Bildiriler Kitabı (baskıda).
- Gençaliolu Kuşcu, G., Şatvan, N., ve Atilla, C., 2004. An example to Quaternary maar volcanism in Cappadocian Volcanic Province: Cora Maar, Central Anatolia, Turkey. 2nd International Maar Conference, Kecskemet, Hungary, Abstracts, 59.
- Gençaliolu Kuşcu, G., Atilla, C., Cas, R. A. F., ve Kuşcu, İ., 2005. Physical Volcanology of the Cora Maar, Cappadocian Volcanic Province (central Anatolia, Turkey), J. Volcanol. Geotherm. Res., (inceleme).
- Gevrek, A. İ., ve Kazancı, N., 2000. A Pleistocene, pyroclastic-poor maar from central Anatolia, Turkey: influence of a local fault on a phreatomagmatic eruption. J. Volcanol. Geotherm. Res., 95, 309-317.
- Inmann, D.L., 1952. Measures of describing the size distribution of sediments. J. Sediment. Petrol., 22, 125-145.
- Kazancı, T.N., Gevrek, A.İ. ve Varol, B., 1995. Facies changes and high calorific peat formation in a Quaternary maar lake, Central Anatolia, Turkey: the possible role of geothermal processes in closed lacustrine basin. Sedimentary Geology. 94, 255-266
- Keller, J., 1974. Quaternary maar volcanism near Karapınar in central Anatolia. Bull. Volcanol., 38, 378-396.
- Kienle, J., Kyle, P.S., Motyka, J., ve Lorenz, V., 1980. Ukinrek maars, Alaska. 1. April 1977 eruption sequence, petrology and tectonic setting. J. Volcanol. Geotherm. 7, 11-37.
- Lorenz, V., 1973. On the formation of maar. Bull. Volcanol. 37, 183-204.
- Lorenz, V., 1974. Vesiculated tuffs and associated features. Sedimentology, 21, 273-291.
- Lorenz, V., 1986. On the growth of maars and diatremes and its relevance to the formation of tuff rings. Bull. Volcanol., 48, 265-247.
- Lorenz, V., 2004. Syneruptive and posteruptive hazards of maar-diatreme volcanoes. Occasional Papers of the Geological Institute of Hungary (Abstract volume of the 2nd International Maar Conference, Budapeşte, Macaristan), 203, s. 71.
- Moore, J.G., Nakamura, K., ve Alcazar, A., 1966. The eruption of Taal volcano. Science 151, 955-960
- Nemeth, K., Martin, U., ve Harangi, Sz., 2001. Miocene phreatomagmatic volcanism at Tihany (Pannonian Basin, Hungary). J. Volcanol. Geotherm. Res., 111, 111-135.
- Pier, J.G., Luhr, J.F., Podosek, F.A. ve Aranda-Gomez, J.J., 1992. The La Brena-El Jagüey Maar Complex, Durango, Mexico: II. Petrology and geochemistry. Bulletin of Volcanology, 54, 405-428.
- Schumacher, R., ve Schmincke, H. U., 1991. Internal

- structure and occurrence of accretionary lapilli-
a case study at Laacher See volcano. Bull.
Volcanol., 53, 612-634.
- Schmincke, H. U., Fisher, R.V., ve Waters, A. C., 1973.
Antidune and chute and pool structures in the
base surge deposits of the Laacher See area,
Germany. Sedimentology, 20, 553-574.
- Self, S., Kienle, J., ve Huot, J.P., 1980. Ukinrek maars,
Alaska. II. Deposits and formation of craters. J.
Volcanol. Geotherm. Res., 7, 39-65
- Sohn, Y. K., ve Chough, S. K., 1989. Depositional
structures of the Suwolbong tuff ring, Cheju
Island (Korea). Sedimentology, 36, 837-855.
- Şen, E. Kürkçüoğlu, B., Aydar, E., Gourgaud, A., ve
Vincent, P. M., 2003. Volcanological evolution
of Mount Erciyes stratovolcano and origin of the
Valibaba Tepe ignimbrite (Central Anatolia,
Turkey). J. Volcanol. Geotherm. Res., 125, 225-
246.
- Toprak, V., 1998. Vent distribution and its relation to
regional tectonics, Cappadocian Volcanics,
Turkey. J. Volcanol. Geotherm. Res. 85, 55-67.
- Türkecan, A., Kuzucuoğlu, C., Mouralis, D., Pastre, J-F.,
Atıcı, Y., Karabıyıköğlü, M., ve Guillou, H.,
2004. Erciyes Yanardağı'nın freatomagmatik
ürünlerine bir örnek: (Cora Maarı). 57. Türkiye
Jeoloji Kurultayı, Bildiri Özleri (poster), 296-
297.
- Walker, G. P. L., 1971. Grain-size characteristics of
pyroclastic deposits. J. Geol., 79, 619-714.
- Waters, A., ve Fisher, R. V., 1970, Maar volcanoes:
Columbia River Basalt Symp., 2nd, Cheney,
Washington, Proc.: Eastern Washington State
Coll. Press, 157-170
- Waters, A., Fisher, R. V., 1971. Base surges and their
deposits: Capelinhos and Taal Volcanoes. J.
Geophys. Res., 76, 5596-5614.
- Wohletz, K.H., ve Sheridan, M.F., 1979. A model of
pyroclastic surge. Spec. Pap. Geol. Soc. Am.,
180, 177-194.

Makale Geliş Tarihi : 15 Mart 2005
Kabul Tarihi : 19 Temmuz 2005

Received : *March 15, 2005*
Accepted : *July 19, 2005*



Mersin-Tarsus Kıyı ve Yamaç Akiferlerinin Hidrojeokimyası

Hydrogeochemistry of Mersin-Tarsus Coastal and Hillside Aquifers

Zübeyde HATIPOĞLU

Mersin Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Çiftlikköy, 33342
Mersin (e-posta: zubeyde@mersin.edu.tr)

Serdar BAYARI

Hacettepe Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Beytepe, 06532
Ankara (e-posta: serdar@hacettepe.edu.tr)

Öz

Mersin-Tarsus kıyı ve yamaç akiferlerinin Berdan Nehri ile Karakuz Dere arasında kalan kesiminde yüzey ve yeraltısuyu kalitesi 2001-2002-2003 yıllarında yapılan yerinde ölçüm ve analizler ile zaman ve konuma bağlı olarak incelenmiştir. İncelenen alanda yeraltısuyunun sıcaklığı 20-26 °C, pH'ı 6.4-8.6, elektriksel iletkenliği 385-6890 mikroS/cm arasında değişmektedir. Mevcut iki sıcak su kuyusunda sıcaklık 38-40°C, pH 7.32-7.59, özgül elektriksel iletkenlik 10900-12000 mikroS/cm arasında değişmektedir. Yeraltısuyu örneklerinin çoğunluğu Ca-HCO₃ fasiyesindedir. Ayrıca, MgHCO₃, NaHCO₃, NaCl, CaSO₄ ve NaSO₄ fasiyesinde sular da saptanmıştır. Yeraltısuyu örneklerinin nitrat içeriği incelenen pek çok noktada içmesuyu sınır değerini aşmaktadır. Sınırlı sayıda örnekte Fe, Cd derişiminin müsaade edilebilir değerin üzerinde olduğu belirlenmiştir. Ayrıca az sayıda örneğin tuzlu su girişiminden etkilendiği saptanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Hidrojeokimya, Mersin, su kalitesi, yeraltısuyu

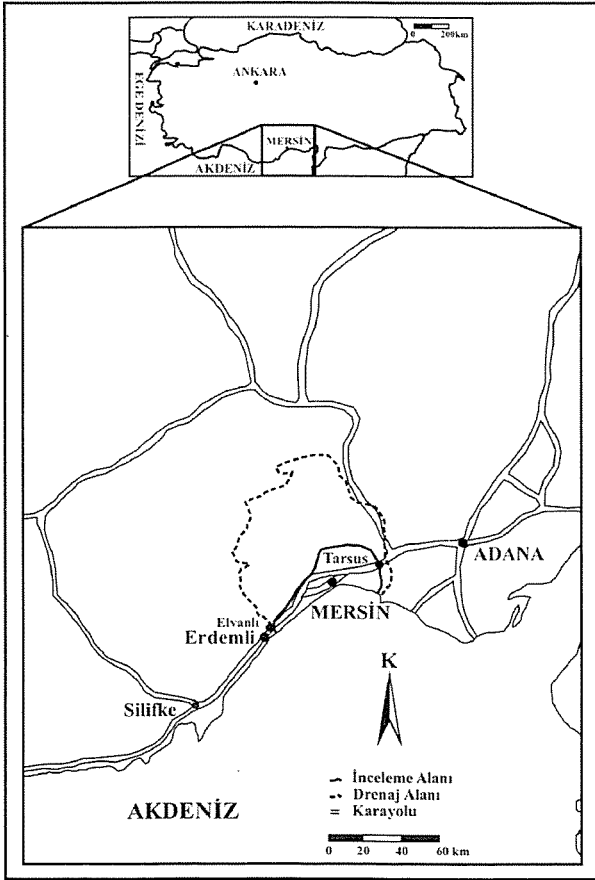
ABSTRACT

Surface and groundwater quality of Mersin-Tarsus hillside and coastal aquifers extending between Berdan and Karakuz streams was investigated by means of in-situ measurements and chemical analyses during the years 2001-2002-2003. Groundwater's temperature, pH and specific electrical conductivity are found to range between 20-26 °C, 6.4-8.6 and 385-6890 microS/cm, respectively. In two hotwater wells, temperature, pH and specific electrical conductivity are between 38-40°C, 7.32-7.59 and 10900-12000 microS/cm. Great majority of groundwater samples belongs to Ca-HCO₃ facies though, MgHCO₃, NaHCO₃, NaCl, CaSO₄ and NaSO₄ type waters were also observed. In considerable number of samples, nitrate exceeds drinking water limits while, limited number of samples posses Fe and Cd values above the limits. Seawater intrusion is observed only in a few sites.

Key words: Hydrogeochemistry, Mersin, water quality, groundwater,

GİRİŞ

Mersin-Tarsus arasında Torosların eteklerini oluşturan yamaç ve alüvyal nitelikli kıyı ovasını kapsayan inceleme alanı $34^{\circ}20'$ ile $36^{\circ}57'$ boylam ve $36^{\circ}38'$ ile $37^{\circ}00'$ kuzey enlemleri arasında yer almakta ve 810 km^2 'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1). İnceleme alanında batıdan doğuya gidildikçe denizden uzaklaşan dağ sırasıyla deniz arasında geniş bir kıyı düzlüğü bulunmaktadır. Bu düzlükte bulunan Mersin ve Tarsus kentleri en büyük yerleşim alanlarını oluşturmaktadır. Mersin-Tarsus arasındaki bölge tarım ve sanayi faaliyetlerinin, Mersin'in batısındaki bölge ise yazlık sitelerin yoğunlaştığı alanlardır. İçme ve sulama suyu ihtiyacının bir bölümü doğuda bulunan Berdan Barajından karşılanmasına karşın, inceleme alanı genelinde yeraltısu kullanım oranı oldukça yüksektir.



Şekil 1. Çalışma alanı yerbulduru haritası
Figure 1. Location map of the study area.

İnceleme alanının hidrojeolojisi ile ilgili en kapsamlı çalışma Devlet Su İşleri tarafından gerçekleştirilmiştir (DSİ, 1978). Bölgede DSİ ve

şahıslarca açılan kuyular ile çeşitli kaynak ve yüzey sularına ait 1961-1972 dönemindeki su kimyası verilerini içeren anılan çalışma genel amaçlı olup, yeraltısu kimyasının zamana bağlı değişiminin incelenmesini amaçlamamaktadır. Değirmenci ve Altın (2001) inceleme alanının batısında özellikle yazlık sitelerin bulunduğu Mezitli ve çevresini kapsayan kesimde gerçekleştirdikleri çalışmalarında aşırı çekime bağlı denizsuyu girişiminin başladığını saptamışlardır. Demirel (2004) Kazanlı ve çevresinde 1984 ile 2000 yılları arasındaki dönemde tuzlusu girişimin durumunu klorür (Cl) ve elektriksel iletkenlik (Eİ) ölçümleri kapsamında incelemiştir. Anılan çalışmada, 1984-1995 yılları arasında düşük bir oranla artan Cl ve Eİ içeriklerinin, sonraki dönemde daha yüksek oranda artmaya devam ettiği saptanmıştır. Kısa dönemli iklim değişimlerinden etkilenmeyen yeraltısu bölgenin sürdürülebilir kalkınması açısından stratejik bir öneme sahiptir. Bu nedenle, bu çalışmada kıyı-yamaç akiferleri yeraltısu kimyasının mevcut durumunun belirlenmesi, bu çerçevede su kalitesine yönelik tehditlerin saptanması amaçlanmıştır.

BÖLGESEL JEOLojİ VE HİDROJEOLojİ

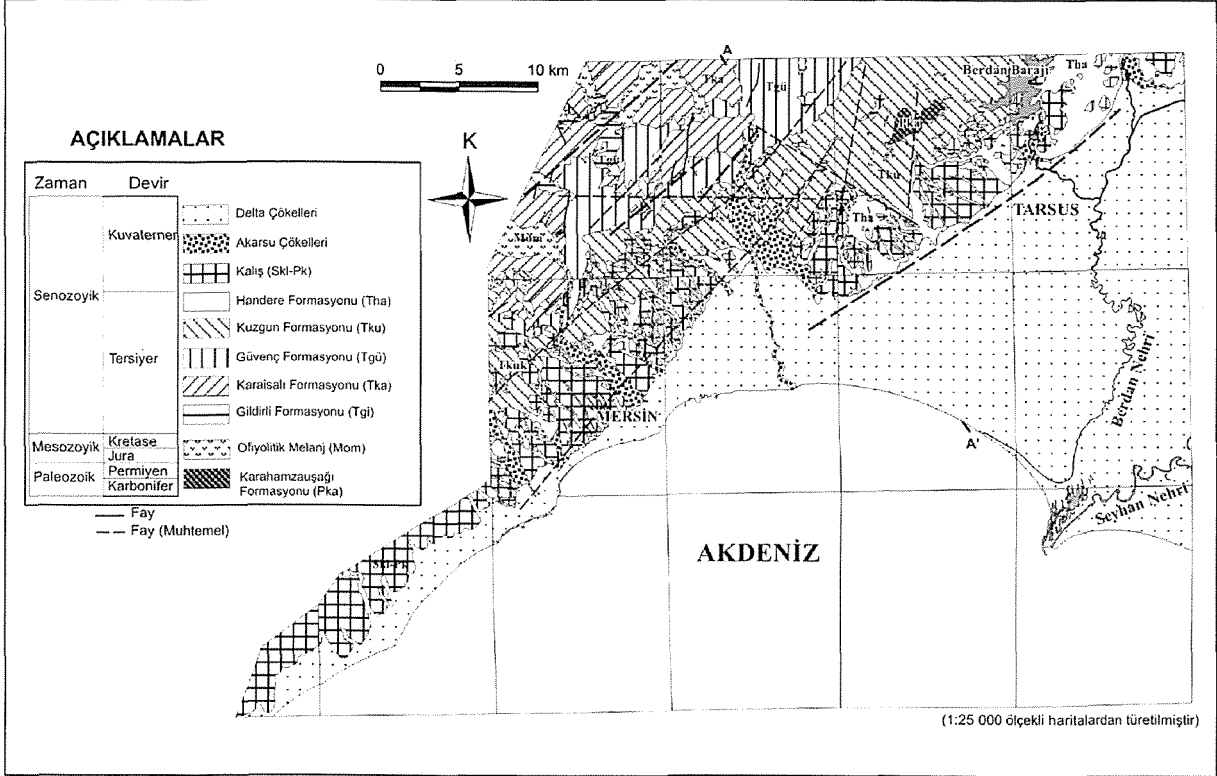
Jeoloji

Bu çalışmada kullanılan jeolojik veriler Şenol vd. (1998)'den derlenmiştir. Mersin-Tarsus Kıyı akifer sistemi ile bu sistemin drenaj alanında yer alan jeolojik birimler, Toros Dağ Oluşum Kuşağının, Ecemiş Fayı güneydoğu kesiminde yer alır ve bu kuşağın jeolojik özelliklerini taşımaktadır. Bölgenin jeoloji haritası Şekil 2'de ve A-A' jeolojik kesiti Şekil 3'te sunulmuştur. Paleozoyik yaşlı metamorfikler, Üst Kretase döneminde bölgeye yerleşen ofiyolitik melanj, Oligosen-Miyosen-Pliyosen döneminde oluşan karasal, geçiş ve denizel ortam çökelleri, Kuvaterner yaşlı karasal ve geçiş ortamı çökelleri bölgesel jeolojik yapının ana unsurlarıdır.

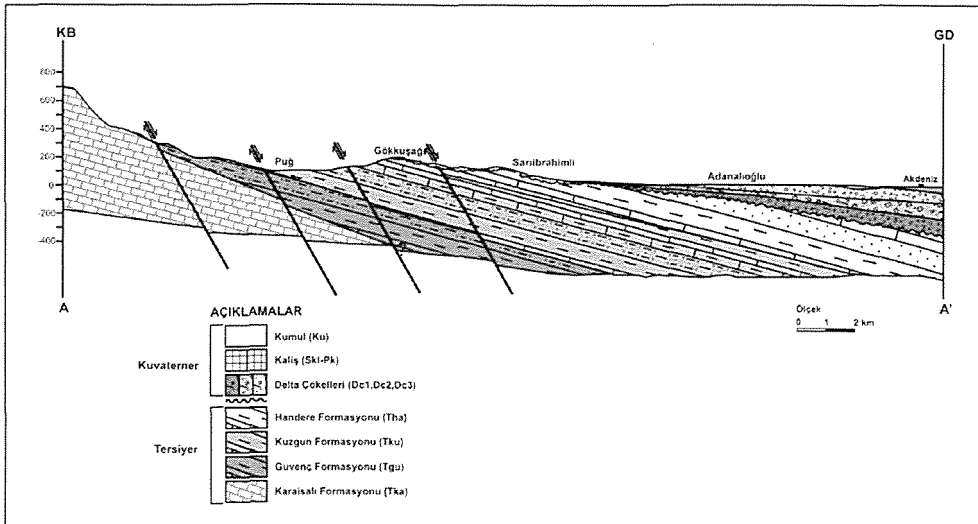
Tarsus'un kuzeybatısında, Ziyaret Dağı çevresinde görülen Karahamzauşağı Formasyonu (kireçtaşı-mermer-kuarsit-şist) inceleme alanında temel birimi oluşturmaktadır. Üst Kretase yaşlı ofiyolitik melanj Permiyen-Jura-Kretase yaşlı karbonatlı kayaç blokları içerir ve Mersin'in kuzeyinde derin vadiler içinde görülmektedir. Ofiyolitik melanj üzerine çakıltaşı-kumtaşı, silttaşı-kilttaşı, killi kireçtaşı-marn gibi kaya birimlerinden oluşan Oligo-Miyosen yaşlı Gildirli Formasyonu uyumsuz olarak bulunmaktadır. Gildirli Formasyonu üzerinde Alt-Orta Miyosen yaşlı, erime boşlukları içeren Karaisalı Formasyonu resifal

kireçtaşları bulunmaktadır. Daha üstte yer alan Güvenç Formasyonu alttan üste doğru killi kireçtaşı-marn ve kiltası-silttaşı birimlerinden oluşmaktadır. Tektono-stratigrafik istifin devamında yer alan Orta-Üst Miyosen yaşlı Kuzgun Formasyonu alt bölümlerinde kumtaşı-çakıltaşı, orta bölümlerde resifal kireçtaşı ve tüfit, üst bölümlerde ise kiltası-marn-silttaşıdan oluşmaktadır.

Üst Miyosen-Pliyosen zamanında çökelen Handere Formasyonu birbiri ile geçişli kiltası-marn-silttaşı, oolitik kireçtaşı, jips ve kumtaşı-çakıltaşı birimlerinden oluşmaktadır. Kuvaterner döneminde bölgede karasal ve geçiş ortamı çökelleri olan yüksek seki çakıltaşı, kıyı çökelleri, kalis, akarsu seki çakıltaşı, delta çökelleri ve kumullar oluşmuştur.



Şekil 2. İnceleme alanına ait jeoloji haritası (Şenol vd., 1998).
Figure 2. Geological map of the study area (Senol et al., 1998).



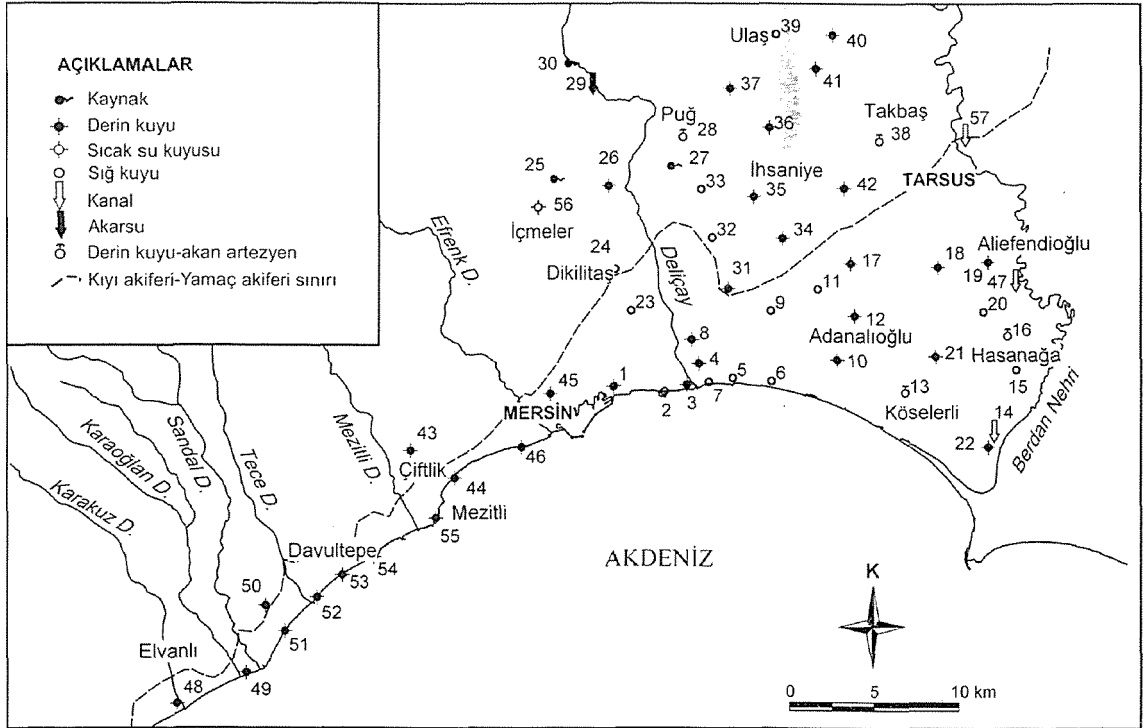
Şekil 3. İnceleme alanına ait A-A' jeolojik kesiti.
Figure 3. Geological section of A-A'.

Hidrojeoloji

İnceleme alanı kuzey kesimde genel olarak güneydoğuya eğimli sedimanter kayaların bulunduğu düşük verimli Yamaç akiferi ve güneyde yüzey alanı doğudan batıya azalan alüvyon malzemenin oluşturduğu yüksek verimli Kıyı akiferi olarak tanımlanan iki ayrı morfo-hidrojeolojik bölümden oluşmaktadır (Hatipoğlu, 2004). Genel olarak sedimanter kayaların ardalanmasından oluşan Yamaç akiferinde tek tür kaya tipinin hakimiyetinden çok kumtaşı, kireçtaşı, çakıltaşı, silt, marn ve kiltası ardalanması gözlenir. Bu nedenle Yamaç akiferinde verimli yeraltısuyu üretimi ancak, yerel ölçekte, uygun litolojilerin bulunduğu kesimlerde mümkündür. Buna karşın, delta-kıyı ovası ortamı çökellerinden oluşan Kıyı akiferinde verimli yeraltısuyu üretimi pek çok alanda mümkündür. Bu kesimde, akarsu yataklarının yatay-düşey yönde yer değiştirmesine bağlı olarak taneboyu dağılımında ve buna bağlı olarak jeohidrolojik parametre değerlerinde (hidrolik iletkenlik, porozite, özgül depolama vb.) kısa mesafelerde büyük değişimler görülebilmektedir.

VERİLER VE YÖNTEM

İnceleme kapsamında 1/100,000 ölçekli Mersin-O-33 ve 1/25,000 ölçekli Silifke O-32-c1 ve c2 topoğrafik paftaları içinde UTM 619000-675000 doğu boylamları ile 4055000-4096000 kuzey enlemleri arasında yer alan Devlet Su İşleri (DSİ), Köy Hizmetleri (KH), İller Bankası (İB) ve şahıslar tarafından açılan kuyular ile kaynaklardan 2001 Haziran-Ekim (kurak), 2002 Ekim (kurak) ve 2003 Mayıs (yağışlı) dönemlerinde 50 dolayındaki noktada yüzey ve yeraltısuyu kimyası incelenmiştir (Şekil 4). Sıcaklık, elektriksel iletkenlik (Eİ), pH, çözülmüş oksijen (ÇO) değerleri yerinde ölçümlerle belirlenmiştir. Kimyasal amaçlı örnekler polietilen şişelere alınarak, standart yöntemlerle korunmuş ve analiz edilmişlerdir. Tüm örnekler için anyon-katyon dengesi $\pm\%5$ 'ten düşüktür. Majör iyon ve besin tuzları (N türevleri ve fosfat) derişimi her üç dönem örneklerinde belirlenmiş, ağır metal derişimleri ise yalnızca 2003 yağışlı dönem örneklerinde belirlenmiştir (Çizelge 1, 2, ve 3).



Şekil 4. Yüzey ve yeraltısuyu örnekleme noktaları haritası.
Figure 4. Surface and groundwater sampling points map.

Çizelge 1. 2001 Haziran-Ekim dönemi analiz sonuçları.
Table 1. Analysis results of June-October 2001 period.

Örnek No ve Yeri	Koordinat		T (°C)	pH	EI (mikroS/cm, 25°C)	ÇO (mg/l)	Derişim (mek/l)							Derişim (mg/l)				
	X	Y					Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₂	NO ₃	NH ₃	PO ₄
1-Sorbest Bölge	648320	4075640		7.01	900	7.800	2.484	0.045	5.314	2.386	0.000	6.809	3.000	0.477	0.000	28.688	0.000	0.02
2-Karaduvar	651342	4075115		7.47	800	3.000	1.318	0.046	3.693	4.360	0.000	7.738	1.200	0.637	0.000	54.613	0.000	0.004
3-Deliçay Doğusu	652629	4075739		7.00	700	5.000	0.574	0.027	2.994	3.497	0.000	6.190	0.600	0.521	0.000	51.123	0.000	0.002
4-Akdeniz Mahallesi	653314	4076998		7.00	700	5.400	0.626	0.029	3.044	3.373	0.000	6.190	0.500	0.549	0.000	35.17	0.000	0.011
5-Kazanlı	655305	4076339		7.48	1400	2.000	4.176	0.217	5.364	7.980	0.000	6.891	3.000	6.040	0.000	35.881	0.000	0.006
6-Kazanlı	657577	4076153		8.50	800	2.100	3.741	0.077	1.572	2.715	0.000	3.587	4.000	0.877	0.000	3.404	0.000	0.024
7-Şeyh Mehmet Mevki	653885	4076105		7.00	900	3.700	1.740	0.031	3.493	4.854	0.000	7.531	2.000	0.974	0.000	35.667	0.000	0.005
8-Karacaliyas	652920	4078390		7.62	800	7.000	1.083	0.058	3.318	3.414	0.000	6.499	0.500	0.645	0.000	43.716	0.000	0.011
9-Hamurlu Köyü	657562	4080316		7.45	1000	3.100	2.610	0.050	4.541	4.031	0.000	8.254	2.000	1.162	0.013	36.665	0.000	0.007
10-Adanalıoğlu Köyü	661472	4077216			700	3.400	2.827	0.056	1.497	2.304	0.000	3.874	2.100	0.962	0.000	4.615	0.000	0.008
11-Adanalıoğlu Köyü	660319	4081589	25	6.99	900	2.200	2.445	0.040	4.192	3.414	0.000	8.560	1.250	0.777	0.014	30.682	0.000	0.000
12-Sapandere Çiftliği	662497	4079822	24	7.74	750	3.700	3.828	0.065	1.347	2.633	0.000	4.830	2.050	1.382	0.014	2.977	0.000	0.033
13-Köselerli Köyü	665471	4075398	24	7.58	1250	2.900	7.090	0.063	2.894	2.962	0.000	4.209	6.250	2.677	0.000	4.187	0.000	0.018
14-Kulak Pompa İstasyonu*	670728	4072263	31	8.46	1050	12.000	4.472	0.099	2.595	2.468	0.000	4.544	3.350	1.928	0.048	2.336	0.000	0.032
15-Hasanağa	672049	4076853	23	7.59	880	2.000	5.568	0.076	1.697	2.304	0.000	4.686	3.150	2.071	0.000	0.000	0.000	0.028
16-Allağa Köyü*	671564	4078742	26	7.67	500	1.900	1.314	0.022	2.046	1.728	0.000	3.874	0.850	0.622	0.000	6.965	3.618	0.018
17-Huzurkent	662269	4082898	23	7.26	1000	4.500	2.588	0.082	5.190	3.044	0.000	6.983	2.450	1.538	0.010	23.488	0.000	0.028
18-Karabucak Orman İşletme	667434	4082695	27	7.37	700	3.600	1.074	0.059	4.092	1.645	0.000	4.592	1.350	1.072	0.000	16.082	0.000	0.051
19-Atıfendiöğlü Köyü	670393	4083006	23	7.28	600	5.000	0.679	0.074	4.207	2.262	0.000	5.643	1.150	0.825	0.014	21.423	0.000	0.017
20-Yeşiltepe Köyü	670126	4080277	23	7.30	600	1.700	0.622	0.034	3.543	2.098	0.000	5.308	0.750	0.622	0.042	10.526	0.000	0.000
21-Bahşiş Köyü	667294	4077441	21	7.54	950	4.200	4.806	0.046	3.169	2.592	0.000	4.209	4.850	1.665	0.015	10.384	0.000	0.053
22-Kulak Köyü	670399	4072109	24	7.88	700	5.000	3.597	0.049	1.896	2.016	0.000	3.874	2.850	1.084	0.010	6.236	0.000	0.021
23-Sardengeçitler Çiftliği	649367	4080305	24	7.20	900	5.000	3.515	0.075	4.242	1.933	0.000	6.519	1.150	1.678	0.000	65.367	0.000	0.054
24-Dikilitaş Mevki	648422	4082760	23	7.04	880	3.500	2.088	0.019	5.414	1.522	0.000	6.244	1.150	1.570	0.000	66.079	0.000	0.051
25-Karapınar	645078	4088081	20	7.14	1020	6.000	0.213	0.008	5.564	0.617	0.000	5.555	0.550	0.193	0.000	3.333	0.000	0.000
26-Hebüllü Köyü	648072	4087485	22	7.31	500	1.700	1.183	0.050	3.293	0.987	0.000	4.224	0.750	0.817	0.000	0.000	0.000	0.019
27-Kazanpınar	651966	4088927	21	6.70	1300	2.800	2.784	0.131	11.477	3.949	0.000	6.519	2.400	10.256	0.000	8.247	0.000	0.042
28-Puğ Köyü	652430	4090424	21	7.13	600	4.500	1.148	0.038	5.489	0.905	0.000	5.233	1.400	0.990	0.000	12.236	0.000	0.040
29-Deliçay-Parmakkurdu*	647142	4093385	28	8.43	500	6.000	0.309	0.030	1.996	2.221	0.551	3.305	0.500	0.361	0.003	6.395	0.000	0.019
30-İncirlik Pınarı	649587	4094893	23	7.71	500	6.800	0.418	0.020	3.668	0.946	0.000	3.948	0.450	0.581	0.000	43.003	0.000	0.035
31-Güdübes Tepe	655052	4081403	22	7.50	750	4.300	3.523	0.179	2.046	2.345	0.000	5.922	1.550	1.005	0.000	20.853	0.000	0.034
32-Abdükkadir Perşembe Çift.	654114	4084627	22	7.10	600	6.800	0.779	0.042	3.493	1.728	0.000	4.499	1.050	0.629	0.000	38.018	0.000	0.042
33-Gökkuşacı Köyü	653487	4087463	22	7.14	1320	6.500	4.232	0.332	4.990	5.183	0.000	8.263	5.544	1.346	0.000	55.823	0.000	0.050
34-Baççılar Belediyesi	658231	4084393	21	7.36	880	6.500	1.087	0.053	2.270	1.810	0.000	3.673	1.000	1.026	0.000	16.153	0.000	0.000
35-İhsaniye Köyü	656608	4086855	23	7.60	2400	7.800	21.096	0.308	1.921	4.731	0.918	7.116	9.100	11.736	0.000	3.760	0.000	0.000
36-Sayköy	657488	4090901	22	6.96	1115	4.400	5.146	0.225	5.240	1.769	0.000	5.022	2.150	5.468	0.000	4.544	0.000	0.000
37-Çiriştepe	655186	4093202	22	7.29	870	5.300	4.798	0.199	4.466	1.316	0.000	6.106	1.450	2.503	0.000	0.128	0.000	0.000
38-Takbaş-Beshane	663958	4090200	22	7.05	700	4.900	0.857	0.043	3.992	1.645	0.000	4.782	1.100	1.210	0.000	17.292	0.000	0.000
39-Ulaş Köyü	657898	4096609	20	7.55	1100	2.400	1.174	0.036	8.258	2.098	0.000	6.565	2.450	2.319	0.134	26.907	0.000	0.078
40-İbrişim Köyü	661238	4096347	28	7.74	900	5.800	0.783	0.027	4.067	0.699	0.000	3.443	1.550	1.166	0.000	40.297	0.000	0.000
41-Dedeler Köyü (KB)	660206	4094377	22		810	4.200	1.305	0.019	4.491	0.946	0.000	3.673	1.750	1.847	0.000	2.763	0.000	0.000
42-Bağlarbaşı Köyü	661900	4087345	22	7.47	1000	3.000	6.090	0.179	1.971	2.879	0.000	6.565	2.350	2.511	0.000	0.128	0.000	0.000
43-Mersin Un.-Çiftlikköy	636372	4071875	22	7.46	1080	5.100	3.241	0.106	4.940	3.538	0.459	7.576	2.850	0.925	0.009	22.990	0.000	0.000
44-Mersin Un.-Yenişehir	638996	4070259	22	7.19	1080	5.200	5.137	0.083	3.418	1.563	0.000	5.325	3.450	1.358	0.000	52.761	0.000	0.000
45-Mersin Devlet Hastanesi	644614	4075208	24	7.26	800	4.500	0.674	0.004	4.291	3.085	0.000	5.784	1.150	1.338	0.000	43.644	0.000	0.000
46-Muhtad Mahallesi	642932	4072062	22	8.60	2070		8.525	0.105	3.468	4.278	0.000	5.005	11.450	1.626	0.000	28.688	0.000	0.000
47-Kuruma Kanalı*	672024	4081827	27	7.97	900	4.200	3.993	0.320	3.718	1.111	0.000	5.739	1.850	1.466	0.267	2.834	7.950	2.625
48-Tula Peirli	622620	4056910	20	7.99	550	8.800	2.070	0.047	2.345	1.974	0.000	4.496	1.450	0.602	0.000	4.045	0.000	0.000
49-Gama Konulları	626681	4058734	21	6.81	780	7.100	0.718	0.020	5.439	2.509	0.000	6.696	1.050	0.773	0.000	29.400	0.000	0.000
50-Çeşmeli	627823	4062689	21	7.23	650	1.750	1.531	0.053	2.944	2.427	0.000	5.022	1.150	0.594	0.000	0.000	0.000	0.000
51-Mersin Un.-Tece	628999	4061184	22	7.56	1180	5.80	5.407	0.143	3.767	3.414	0.000	6.935	4.800	1.430	0.000	22.350	0.000	0.000
52-Sultanoğlu Sitesi	630879	4063203	23	7.44	780	7.40	1.366	0.020	4.641	2.386	0.000	6.409	0.950	0.873	0.000	21.850	0.000	0.000
53-Orman Bakanlığı	632320	4064510	21	7.70	800	5.90	1.701	0.044	4.965	2.016	0.000	6.169	1.350	1.219	0.000	25.910	0.000	0.000
54-Soray Sitesi	634197	4065577	22	6.84	1020	4.90	3.841	0.097	5.788	1.892	0.000	5.691	4.650	1.605	0.000	23.987	0.000	0.000
55-Akçam Sitesi	637847	4067892	23	7.51	6890	5.10	30.535	0.767	16.093	20.773	0.000	4.879	62.500	3.129	0.000	9.102	0.000	0.000
56-İçmeler	644083	4086158	39	7.32	12000	2.10	92.866	1.304	7.984	3.908	0.000	3.347	96.250	8.604	0.000	0.000	0.191	0.000
57-Sulama Kanalı*	669040	4090388	24	8.40	350	8.20	0.457	0.014	2.570	0.864	0.000	3.109	0.550	0.443	0.004	1.552	0.000	0.000

KB: Kuzeybatı, Ün.: Üniversite, Çift.:Çiftlik, 0.000: Ölçüm duyarlılığı altında, *: 1m aralıklı üç kuyudan kuzeyde bulunan, **: 1m aralıklı üç kuyudan ortada bulunan, +: Yüzey suyu örnekleri,
-:istatistik değerlendirmede kullanılmayan değer. T: Sıcaklık, EI: Özgül elektriksel iletkenlik, ÇO: Çözünmüş oksijen

Çizelge 2. 2002 Ekim dönemi analiz sonuçları.
Table 2. Analysis results of October 2002 period.

Örnek No ve Yeri	Koordinat		T (°C)	pH	EI (mikroS/cm, 25°C)	ÇO (mg/l)	Derişim (mek/l)							Derişim (mg/l)				
	X	Y					Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₂	NO ₃	NH ₃	PO ₄
60-Sulama Kanalı*	669040	4090388	23	7.51	250	8.600	0.231	0.013	2.258	0.617	0.574	2.069	0.170	0.175	0.000	2.557	0.000	0.000
61-Takbaş-Beshane	663958	4090200	22	6.75	650	6.900	0.774	0.050	4.541	1.974	1.149	3.965	1.002	1.168	0.000	17.176	0.000	0.000
62-İbrişim Köyü	661238	4096347	23	6.91	950	7.100	1.244	0.056	7.285	1.439	1.379	5.250	1.295	1.197	0.000	85.437	0.000	0.000
63-Dedeler Köyü (KB)	660206	4094377	24	6.88	800	6.100	1.409	0.039	6.013	1.974	1.379	4.138	1.512	2.189	0.000	2.008	0.000	0.000
64-Ulaş Köyü	657898	4096609	20	6.63	1200	2.400	1.692	0.006	9.731	3.536	1.034	4.540	2.817	5.567	0.000	20.208	0.000	0.409
65-Çiğşlepe Köyü*	654939	4093225	26	7.11	850	6.400	1.610	0.127	5.938	1.398	1.149	3.620	1.053	3.107	0.000	13.232	0.000	0.000
66-Sayköy	657488	4090901	27	6.98	1300	11.000	1.875	0.123	8.982	3.536	1.149	5.402	1.563	5.556	0.000	14.010	0.069	0.000
67-İnsaniye Köyü	656608	4086855	30	7.72	1500	5.400	9.788	0.333	2.096	4.112	1.379	5.402	2.914	5.304	0.000	7.723	0.000	0.000
68-Muhat Mahallesi	642932	4072062	21	7.25	1400	4.100	6.695	0.092	3.643	4.770	1.149	4.138	7.251	1.702	0.000	39.548	0.000	0.000
69-Güdübes Tepe	650552	4081403	23	7.61	800	3.400	7.760	0.179	1.048	1.686	1.034	4.425	3.304	2.027	0.000	5.543	0.000	0.000
70-Abdülkadir Perşembe Çift.	654114	4084627	22	7.14	500	7.800	0.848	0.064	2.695	1.850	0.919	2.758	0.750	0.540	0.000	35.561	0.000	0.000
71-Gökkuşağı Köyü	653487	4087463	25	7.01	1600	8.200	4.385	0.371	4.366	6.415	1.379	6.264	5.186	1.705	0.000	71.565	1.120	0.000
72-Kazanpınar	651966	4088827	22	6.74	1200	3.600	2.410	0.118	9.930	4.276	1.149	4.712	1.560	7.723	0.000	11.300	0.000	0.000
73-Puğ Köyü	652430	4090424	21	7.01	600	5.700	1.140	0.033	4.716	0.987	0.919	3.505	1.021	0.908	0.000	11.492	0.226	0.000
74-Deliçay-Parmakkurdu*	647142	4093385	28	8.45	400		0.252	0.035	1.547	2.344	0.919	2.643	0.204	0.253	0.000	5.275	0.000	0.000
75-İncirlik Pınarı	645987	4094893	22	7.68	430	8.100	0.435	0.019	3.842	0.905	0.689	3.793	0.307	0.440	0.000	38.484	0.000	0.000
76-Hebilli Köyü	648072	4087485	28	7.39	500	6.200	1.214	0.057	2.545	1.069	0.689	3.103	0.453	0.697	0.000	0.414	0.000	0.000
77-Karapınar	645078	4088081	21	6.93	400	6.100	0.209	0.008	4.865	0.617	0.459	4.367	0.235	0.133	0.000	2.768	0.000	0.000
78-Dikilitaş Mevkii	648422	4082760	26	6.86	800	2.200	1.762	0.012	4.741	1.933	0.000	5.272	0.680	1.789	3.921	49.960	0.000	0.000
79-Serdengeçler Çiftliği	649367	4080305	20	7.05	800	5.800	3.280	0.068	3.892	2.056	0.000	5.574	0.695	2.310	0.000	84.442	0.000	0.000
80-İçmeler	644083	4086158	40	7.35	11500	1.800	80.475	1.063	7.984	3.701	0.000	2.758	75.845	9.187	0.000	0.000	0.000	0.000
81-Karaduvar	651342	4075115	23	7.20	800	3.600	1.253	0.050	3.244	4.400	0.000	5.977	1.256	0.992	0.000	52.335	0.000	0.000
82-Deliçay*	652221	4075889	24	8.3	300	9.200	0.552	0.028	2.470	0.905	0.000	2.988	0.482	0.305	0.090	4.037	0.000	0.000
83-Deliçay Doğusu	652629	4075739	24	7.45	600	5.200	0.570	0.028	2.670	3.290	0.000	4.597	0.648	0.812	0.000	48.194	0.000	0.000
84-Şeyh Mehmet Mevkii	653885	4076105	22	7.14	800	3.800	1.040	0.034	2.894	4.770	0.000	5.574	1.401	1.235	0.000	59.374	0.000	0.000
85-Kazanlı*	653595	4076366	29	6.90	1300	2.200	2.301	0.161	4.017	6.620	0.000	6.206	1.729	5.453	0.000	39.075	0.000	0.000
86-Karacılıyaz	652920	4078390	23	7.06	700	5.800	1.079	0.053	2.994	3.701	0.000	5.172	0.887	1.171	0.000	49.087	0.000	0.000
87-Serbest Bölge	648320	4075640	25	7.02	800	4.600	1.588	0.051	3.743	3.824	0.000	7.010	1.942	0.987	0.000	71.111	0.000	0.000
88-Mersin SSK Hastanesi	645749	4074848	25	6.94	1000	6.600	1.918	0.067	5.190	3.948	0.000	6.517	2.354	1.379	0.000	72.549	0.000	0.000
89-Karabucak Orman	667434	4082695	20	6.38	500	4.400	1.092	0.053	3.618	1.480	0.000	3.735	1.254	1.036	0.000	20.267	0.000	0.000
90-Yeşiltepe Köyü	670126	4080277	22	6.68	500	2.600	0.566	0.029	3.169	2.179	0.574	3.908	0.451	0.501	0.000	10.916	0.000	0.000
91-Aliefendioğlu Köyü	670393	4083006	22	7.05	600	7.200	0.622	0.068	3.767	2.385	0.000	4.712	0.807	0.738	0.000	30.794	0.000	0.000
92-Kurutma Kanalı*	672024	4081827	28	8.37	650	3.600	3.528	0.205	2.969	0.781	0.000	4.138	1.969	0.749	1.960	6.040	0.000	4.162
93-Allığa Köyü*	671564	4078742	23	7.70	400	2.400	1.061	0.018	1.796	1.727	0.000	3.218	0.532	0.468	0.000	5.238	0.000	0.000
94-Hasanağa	672049	4076853	24	7.68	700	2.200	4.811	0.069	1.248	2.220	0.689	3.218	2.308	1.996	0.000	n.a.	0.000	0.000
95-Kulak Pompa İstasyonu*	670728	4072263	28	7.63	800	5.800	3.719	0.086	2.819	2.508	0.689	3.046	2.907	2.234	0.000	3.810	0.000	0.000
96-Kulak Köyü	670399	4072109	26	7.06	650	5.400	3.049	0.040	1.697	1.974	0.804	2.184	2.550	1.205	0.000	0.609	0.000	0.000
97-Köselerli Köyü*	665471	4075398	23	6.84	1150	2.800	6.321	0.052	2.794	3.536	0.689	2.643	4.832	3.487	0.000	11.981	0.000	0.000
98-Bahşış Köyü	667294	4077441	22	7.58	800	7.580	3.541	0.040	3.044	2.714	0.804	2.758	3.869	1.826	0.000	12.374	0.000	0.000
99-Atalar Köyü	665194	4080910	21	7.36	600	7.000	1.161	0.034	3.767	2.344	0.574	3.965	1.372	0.819	0.000	49.610	0.000	0.000
100-Sapandere Çiftliği	662497	4079822	24	7.61	620	3.400	3.289	0.055	1.272	2.755	0.689	3.333	1.666	1.492	0.000	2.697	0.000	0.000
101-Adanaloğlu Köyü	661472	4077216	23	7.73	600	3.600	2.749	0.046	1.447	2.426	0.689	2.528	2.480	1.086	0.000	3.801	0.000	0.030
102-Bağcıllar Köyü*	658509	4084546	24	6.91	1300	4.900	1.479	0.039	8.982	2.467	0.000	6.022	4.474	1.257	0.000	187.541	0.000	0.000
103-Bağlarbaşı Köyü	661900	4087345	28	7.79	950	7.200	4.241	0.256	1.821	3.577	0.689	4.942	1.887	3.009	0.370	0.684	0.000	0.000
104-Adanaloğlu Köyü	660319	4081589	24	6.90	800	3.000	2.127	0.034	3.468	3.577	0.000	6.896	0.827	0.681	0.000	24.958	0.000	0.000
105-Kazanlı	657577	4076153	26	7.55	750	1.800	3.589	0.067	1.422	2.920	0.689	2.528	3.552	1.345	0.000	4.298	0.000	0.000
106-Çiftlik Köyü	656870	4071736	25	7.33	520	6.100	2.188	0.060	3.044	1.480	0.000	4.020	2.028	1.083	0.000	28.707	0.000	0.000
107-A-Mersin Ün.-Yenişehir	638996	4070259	23	7.06	1020	5.800	3.510	0.072	4.790	2.961	0.000	6.780	2.392	1.349	0.000	124.535	0.000	0.000
107-B-Akçam Sitesi*	637941	4067843	27	7.51	1300	5.800	3.954	0.130	3.942	5.839	0.000	7.200	4.265	1.158	0.000	29.215	0.000	0.000
108-Orman Bakanlığı	632320	4064510	24	7.41	750	6.500	1.683	0.051	4.341	2.385	0.574	5.172	1.076	0.927	0.000	81.698	0.000	0.056
109-Şoray Sitesi	634197	4065577	22	7.12	650	5.800	1.188	0.064	4.291	1.604	0.459	3.965	0.838	1.280	0.000	62.236	0.000	0.000
110 Jandarma Dinlenme Ts.	634838	4066129	26	7.18	1100	5.400	5.220	0.174	3.992	2.056	0.689	6.644	2.235	1.138	0.000	95.490	0.000	0.512
111-Mersin Ün. Tece	628999	4061184	30	7.39	1420	5.600	6.999	0.148	3.792	4.441	0.689	6.552	4.760	1.140	0.000	55.492	0.000	0.000
112-Tuta Petrol	622620	4056910	29	7.53	520	5.200	1.309	0.036	2.171	2.303	0.689	3.218	0.879	0.490	0.000	13.345	0.000	0.000
113-Gama Konutları	626681	4058734	23	6.95	700	4.200	0.731	0.020	4.266	2.632	0.000	5.517	0.816	0.606	0.000	64.410	0.000	0.000
114-Sultanoğlu Sitesi	630879	4063203	23	7.27	720	6.200	1.135	0.023	4.291	2.673	0.689	4.655	0.987	1.041	0.000	87.337	0.000	0.000
115-Sultanoğlu Sitesi	630879	4063203	24	7.32	690	5.500	1.370	0.042	3.668	2.467	1.034	4.023	1.223	0.857	0.000	48.405	0.000	0.000

KB: Kuzeybatı, Ün: Üniversite, Çift:Çiftlik, Ts: Tesisi, 0.000: Ölçüm duyarlılığı altında, *: 1m aralıklı üç kuyudan kuzeyde bulunan, **: 1m aralıklı üç kuyudan ortada bulunan, +: Yüzeç suyu örnekleri, -:istatistik değerlendirmede kullanılanmayan değer, T: Sıcaklık, EI: Özgül elektriksel iletkenlik, ÇO: Çözünmüş oksijen, *:Örneklenme noktasının değiştiğini göstermektedir.

Çizelge 3. 2003 Mayıs dönemi analiz sonuçları.
Table 3. Analysis results of May 2003 period.

Örnek No ve Yeri	Koordinat		T (°C)	pH	EI (mikroS/cm, 25°C)	ÇO (mg/l)	Derişim (mek/l)							Derişim (mg/l)				
	X	Y					Na	K	Ca	Mg	CO ₃	HCO ₃	Cl	SO ₄	NO ₂	NO ₃	NH ₄	PO ₄
120-Aliefendioğlu Köyü	670393	4083006	23	7.34	550	11.000	0.744	0.088	2.722	2.598	0.000	4.873	0.839	0.777	0.000	31.458	0.051	0.000
121-Kurulma Kanalı	672024	4081827	23	7.40	200	6.200	1.906	0.174	2.489	0.781	0.000	3.655	0.956	0.423	0.406	2.355	0.000	8.427
122-Allağa Köyü	671564	4078742	24	8.01	385	2.500	2.108	0.246	1.039	1.324	0.000	3.350	0.855	0.158	0.000	0.000	0.867	0.000
123-Hasanağa	672049	4076853	21	7.66	700	3.800	4.953	0.087	1.206	2.250	0.000	5.279	1.454	1.460	0.000	0.000	1.506	0.000
124-Bahşiş Köyü	667294	4077441	21	7.36	850	4.400	4.310	0.076	3.078	3.122	0.000	4.772	3.235	1.682	0.000	10.431	0.098	0.000
125-A-Köseli Köyü	665471	4075398	24	7.75	1250	4.200	7.165	0.084	2.809	4.046	0.000	5.279	4.731	3.425	0.000	4.002	0.058	0.000
125-B-Köseli Köyü	665470	4075391	23	7.70	950	2.400	5.217	0.044	2.036	2.839	0.000	4.213	3.205	2.434	0.000	2.756	0.000	0.000
126-Kulak Köyü	670399	4072109	22	7.97	700	2.400	3.409	0.077	1.761	2.222	0.000	4.365	1.846	1.030	0.000	0.954	0.160	0.000
127-Kulak Pompa İstasyonu	670728	4072263	24	7.92	1300	3.600	8.064	0.182	2.839	4.030	0.000	5.787	4.948	3.046	0.000	3.680	0.148	0.000
128-Yeşiltepe Köyü	670126	4080277	21	7.47	500	4.100	1.210	0.064	3.648	2.558	0.000	5.888	0.411	0.516	0.000	19.896	0.177	0.000
129-Karabucak Orman	667434	4082695	22	7.55	600	4.100	1.321	0.172	4.127	1.858	0.000	4.975	0.942	0.967	0.000	19.653	0.471	0.000
130-Karabucak Ormanı	667081	4083642	20	7.20	688	3.200	0.887	0.112	4.210	1.878	0.000	5.178	0.513	0.849	0.000	15.447	0.286	0.000
131-Atalar	665189	4080917	21	7.57	842	5.800	1.605	0.102	4.537	2.791	0.000	6.396	1.047	0.750	0.000	42.236	0.604	0.000
132-Bağlarbaşı Köyü	661900	4087345	24	7.70	1061	6.000	5.058	0.341	1.904	3.845	0.000	6.497	1.491	2.181	0.000	0.815	0.095	0.000
133-Adanalıoğlu Köyü	660319	4081589	25	7.19	960	3.900	2.389	0.074	3.812	4.166	0.000	8.985	0.675	0.640	0.000	22.883	0.069	0.000
134-Sapandere Çiftliği	662497	4079822	21	7.67	831	2.400	3.883	0.132	1.292	3.169	0.000	5.635	1.251	1.301	0.000	2.581	0.000	0.000
135-Adanalıoğlu Köyü	661472	4077216	24	7.67	826	2.600	3.605	0.130	1.674	3.007	0.000	5.279	2.115	1.014	0.000	1.283	0.000	0.000
136-Güdübes Tepe	655052	4081403	23	8.06	1400	3.600	12.103	0.297	1.127	2.286	0.000	7.817	4.294	2.573	0.000	2.603	0.000	0.000
137-Hamurlu Köyü	657582	4080316	23	7.29	900	4.800	2.488	0.100	4.325	4.559	0.000	8.020	1.614	1.011	0.000	28.192	1.069	0.000
138-Kazanlı	657577	4076153	26	7.90	850	3.000	4.064	0.098	1.266	3.232	0.000	4.569	2.520	1.178	0.000	2.990	0.888	0.000
139-Kazanlı	655305	4076339	25	7.45	1300	2.800	2.472	0.169	4.725	8.936	0.000	8.376	2.226	4.711	0.000	47.731	0.211	0.000
140-Şoyn Mehmet Mevkii	653885	4076105	21	7.36	880	4.600	1.208	0.057	3.367	6.119	0.000	7.868	1.091	1.194	0.000	53.931	0.336	0.000
141-Deliçay Doğusu	652629	4075739	22	7.59	600	5.800	0.685	0.084	3.029	4.522	0.000	7.208	0.539	0.774	0.000	44.343	0.195	0.000
142-Karaduvar	651342	4075115	21	7.44	800	4.200	1.368	0.067	3.611	5.506	0.000	8.122	1.008	0.911	0.000	43.937	0.000	0.000
143-Takbaş-Beshane	663958	4090200	22	7.59	730	7.200	1.197	0.109	5.256	2.398	0.000	7.157	0.899	0.864	0.000	25.208	0.200	0.000
144-Dedeler Köyü (KB)	660206	4094377	24	7.37	900	5.800	2.613	0.281	6.463	2.357	0.000	8.680	1.154	1.870	0.000	1.639	0.167	0.000
145-Ulaş Köyü	657898	4096609	20	7.10	1150	2.200	1.743	0.067	9.677	3.438	0.000	7.817	2.481	4.636	0.000	31.022	1.150	0.000
144-Dedeler Köyü (KB)	660465	4093770	21	7.05	1000	6.100	2.243	0.076	8.216	1.774	0.000	8.122	1.071	2.978	0.000	11.211	0.290	0.000
147-İbrişim Köyü	661238	4096347	26	7.28	1100	7.400	1.616	0.102	8.980	1.847	0.000	9.289	1.699	1.427	0.000	110.133	0.069	0.000
148-Bağcılar Belediyesi	658231	4084393	24	7.34	980	5.600	1.631	0.119	5.378	4.820	0.000	8.173	1.829	1.185	0.000	40.256	0.000	0.000
149-İhsaniye Köyü	656608	4086855	30	7.82	950	6.100	22.634	0.355	1.903	5.718	0.000	8.985	7.314	13.273	0.000	5.395	0.000	0.000
150-Çirşlepe	655186	4093202	25	7.31	930	5.600	1.919	0.159	6.593	1.659	0.000	7.970	0.866	2.535	0.000	5.674	0.074	0.000
151-Kazanpınar	651966	4088827	23	6.82	1300	3.200	3.168	0.135	11.947	5.845	0.000	6.447	2.021	10.923	0.000	10.074	0.057	0.000
152-Puğ Köyü	652430	4090424	24	7.38	700	5.200	1.417	0.077	5.183	1.180	0.000	5.685	0.868	0.819	0.000	10.855	0.056	0.000
153-İncirlik Pınarı	645987	4094893	20	7.51	450	9.200	0.480	0.043	4.449	1.118	0.000	5.330	0.244	0.441	0.000	41.126	1.017	5.467
154-Muhtar Mahallesi	642932	4072062	23	7.74	1700	6.200	11.459	0.075	3.739	6.013	0.000	8.528	10.469	1.923	0.000	33.897	0.000	0.000
155-Mersin Ün. Yenişehir	638996	4070259	25	7.55	1280	5.200	4.586	0.088	5.426	3.156	0.000	8.579	2.521	1.377	0.000	126.775	0.000	0.000
156-Çiftlik Köyü	636372	4071875	27	7.88	700	4.000	2.808	0.124	2.809	1.670	0.000	5.685	0.617	0.569	0.000	5.999	0.294	0.000
157-Gama Konuları	626681	4058734	24	7.37	750	5.600	0.839	0.047	5.501	2.966	0.000	7.411	0.722	0.571	0.000	60.269	0.522	0.000
158-Tuta Petrol	622620	4056910	23	7.72	550	5.200	1.220	0.062	2.244	2.517	0.000	5.076	0.545	0.376	0.000	6.790	0.184	0.000
159-Mersin Ün. Tece	628999	4061184	28	7.73	1380	5.600	5.748	0.212	4.023	5.043	0.000	7.919	5.026	1.257	0.000	58.895	0.262	0.000
160-Sultanoğlu Sitesi	630879	4063203	24	7.61	810	6.300	1.920	0.070	3.996	3.126	0.000	7.107	0.834	0.804	0.000	49.825	0.049	0.000
161-Orman Bakanlığı	632320	4064510	24	7.51	850	6.600	1.906	0.094	5.000	2.697	0.000	7.310	0.860	0.775	0.000	60.566	0.111	0.000
162-Şoray Sitesi	634197	4065577	21	7.12	700	5.800	1.315	0.104	5.261	1.773	0.000	6.599	0.626	1.076	0.000	40.394	0.209	0.000
163-Akçam Sitesi	637847	4067892	25	7.55	1300	4.200	4.577	0.149	3.773	6.468	0.000	8.528	4.161	1.189	0.000	29.690	0.000	0.000
164-Karacılıyas	652920	4078390	23	7.79	580	5.400	0.780	0.059	2.397	3.403	0.000	6.497	0.378	0.457	0.000	22.781	0.365	0.000
165-Abdülkadir Perşembe Çift.	654114	4084627	22	7.36	720	5.600	1.073	0.086	3.874	2.704	0.000	6.497	0.937	0.584	0.000	37.761	0.018	0.000
166-Gökkuşuğu Köyü	653487	4087463	23	7.47	1700	5.600	5.718	0.303	5.803	8.338	0.000	10.660	6.239	2.090	0.000	76.939	0.000	0.000
167-Dikilitaş Mevkii	648422	4082760	22	7.49	850	2.600	2.170	0.021	5.679	2.165	0.000	7.056	0.606	1.548	0.000	73.020	0.000	0.000
168-Karapınar	645078	4088081	20	7.38	550	5.100	0.287	0.019	5.319	0.718	0.000	5.888	0.249	0.141	0.000	2.650	0.000	0.000
169-İçmeler	644083	4086158	40	7.59	10900	1.000	93.312	2.004	8.706	4.507	0.000	3.046	105.231	8.496	0.000	0.770	10.153	0.000
170-İçmeler	643921	4086202	38	7.59	11000	1.100	96.600	2.235	9.549	4.804	0.000	3.046	103.687	8.336	0.000	0.000	53.632	0.646
171-Serdengeçitler Çiftliği	649367	4080305	21	7.61	1030	4.000	3.962	0.085	4.232	2.605	0.000	7.614	0.736	1.795	0.000	71.522	0.000	0.000
172-Serbes Bölge	648320	4075640	26	7.90	950	5.800	2.441	0.063	5.065	2.660	0.000	7.107	2.362	0.619	0.000	23.789	0.028	0.000
174-Mersin SSK Hastanesi	645749	4074848	23	6.79	1000	6.100	2.148	0.051	5.703	4.728	0.000	7.919	2.362	1.477	0.000	72.720	0.000	0.000
175-A-Allağa Köyü	671564	4078742					1.698	0.053	0.976	1.251	0.000	2.830	1.075	0.159	0.000	0.000	0.192	0.000
175-B-Allağa Köyü	671564	4078742					1.244	0.064	1.869	1.891	0.000	3.491	0.592	0.499	0.000	5.662	0.177	0.000
180-Adanalıoğlu Köyü	660858	4080766					1.154	0.115	3.958	4.468	0.000	6.981	0.579	1.135	0.000	34.291	0.053	0.000

KB: Kuzeybatı, Ün: Üniversite, Çift:Çiftlik, 0.000: Ölçüm duyarlılığı altında, *: 1m aralıklı üç kuyudan kuzeyde bulunan, **: 1m aralıklı üç kuyudan ortada bulunan, ***: Yanyana üç kuyudan güneyde bulunan, +: Yüzye suyu örnekleri, -: İstatistik değerlendirmede kullanılmayan değer, T: Sıcaklık, EI: Özgül elektriksel iletkenlik, ÇO: Çözünmüş oksijen

Çizelge 3'ün devamı

Örnek No ve Yeri	Koordinat		Derişim (mg/l)							
	X	Y	Fe	Cu	Zn	Mn	Pb	Cr	Cd	Ni
120-Aliefendiöü Köyü	670393	4083006	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.010	0.000
121-Kurultma Kanalı	672024	4081827	0.217	0.000	0.014	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000
122-Allağa Köyü	671564	4078742	0.262	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000
123-Hasanağa	672049	4076853	0.242	0.000	0.139	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
124-Banşıs Köyü	667294	4077441	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
125-A-Köseler Köyü	665471	4075398	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000
125-B-Köseler Köyü	665470	4075391	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.009	0.000
126-Kulak Köyü	670399	4072109	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
127-Kulak Pompa İstasyonu	670728	4072263	0.727	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
128-Şeşiltepe Köyü	670126	4080277	0.319	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
129-Karabucak Orman	667434	4082695	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
130-Karabucak Ormanı	667081	4083642	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
131-Alalar	665189	4080917	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
132-Bağlarbaşı Köyü	661900	4087345	0.203	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
133-Adanalıoü Köyü	660319	4081589	0.126	0.000	0.694	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
134-Sapandere Çiftliği	662497	4079822	0.000	0.000	0.019	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
135-Adanalıoü Köyü	661472	4077216	0.000	0.000	0.043	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
136-Güdübes Tepe	655052	4081403	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
137-Hamurlu Köyü	657562	4080316	0.263	0.000	0.720	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
138-Kazanlı	657577	4076153	0.099	0.000	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
139-Kazanlı	655305	4076339	0.160	0.000	0.115	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
140-Şeyh Mehmet Mevkii	653885	4076105	0.062	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.006	0.000
141-Deilcağ Doğusu	652629	4075739	0.066	0.000	0.067	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
142-Karaduvur	651342	4075115	0.126	0.000	0.021	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
143-Takbaş-Beshane	663958	4090200	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
144-Dedeler Köyü (KB)	660206	4094377	0.173	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
145-Ulaş Köyü	657898	4096609	0.359	0.000	0.591	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
144-Dedeler Köyü (KB)	660465	4093770	1.140	0.000	2.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
147-İbrism Köyü	661238	4096347	0.000	0.000	0.069	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
148-Bağcılar Belediyesi	658231	4084393	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
149-İhsaniye Köyü	656608	4086855	0.000	0.000	0.156	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
150-Çiñşlepe	655186	4093202	0.143	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
151-Kazanpınar	651966	4088827	0.000	0.000	0.012	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
152-Puğ Köyü	652430	4090424	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
153-İncirlik Pınarı	645987	4094893	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
154-Muhdat Mahallesi	642932	4072062	0.000	0.000	0.029	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
155-Mersin Ün. Yenişehir	638996	4070259	0.000	0.000	1.723	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
156-Çiftlik Köyü	636372	4071875	0.000	0.000	0.013	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
157-Gama Konutları	626681	4058734	0.000	0.000	0.017	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
158-Tuta Petrol	622620	4056910	0.162	0.000	0.066	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
159-Mersin Ün. Tece	628999	4061184	0.000	0.000	0.310	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
160-Sultanıoü Sitesi	630879	4063203	0.000	0.000	0.070	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
161-Orman Bakanlııı	632320	4064510	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
162-Soray Sitesi	634197	4065577	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
163-Akçam Sitesi	637847	4067892	0.000	0.000	0.512	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
164-Karacalıyas	652920	4078390	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
165-Abdülkadir Perşembe Çift.	654114	4084627	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
166-Gökkuşuğı Köyü	653487	4087463	0.071	0.000	0.015	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
167-Dikilitaş Mevkii	648422	4082760	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
168-Karapınar	645078	4088081	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
169-İçmeler	644083	4086158	0.060	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.010	0.103
170-İçmeler	643921	4086202	0.335	0.011	0.017	0.000	0.000	0.000	0.015	0.090
171-Serdengeçtiler Çiftliği	649367	4080305	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
172-Serbesi Bölge	648320	4075640	0.000	0.000	0.046	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
174 Mersin SSK Hastanesi	645749	4074848	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
175-A-Allağa Köyü	671564	4078742	0.116	0.026	0.042	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
175-B-Allağa Köyü	671564	4078742	0.012	0.000	0.024	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
180-Adanalıoü Köyü	660858	4080766	0.030	0.000	0.136	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000

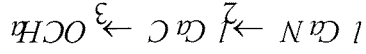
DEĞERLENDİRME Majör İyonlar

Su örneklerinin majör anyon ve katyon içerikleri esas alınarak oluşturulan Piper diyagramındaki konumlarından bölgedeki yeraltısuyunun 6 farklı hidrokimyasal fasiyesi (Ca-HCO₃, Mg-HCO₃, NaHCO₃, NaCl, CaSO₄ ve NaSO₄) kapsadığı gözlenmektedir (Şekil 5). Su noktalarının büyük bölümü Ca-HCO₃ fasiyesinde bulunmaktadır. Durum genel olarak değerlendirildiğinde Ca-HCO₃ ve NaCl fasiyeslerinin sırasıyla tatlı su ve deniz suyu ile ilişkili olduğu; NaHCO₃ ve Mg-HCO₃ fasiyeslerinin deniz suyu katkısı ile tuzlanmış yeraltısuyunun güncel beslenimce yıkanma sonucu geliştiği; CaSO₄ ve NaSO₄ fasiyeslerinin ise olasılıkla lagüner-karasal ortam kökenli evaporitik mineralizasyona bağlı olduğu ya da yeraltısuyu

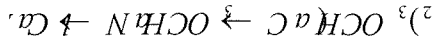
kimyasında oluşan değişimlere bağlı olarak gelişen iyon takas (ion exchange) tepkimeleri sonucu oluştuğu anlaşılmaktadır. Bu fasiyeslerin alansal yayılımı Şekil 6'da ve bu fasiyeslerin oluşmasında etkili kimyasal süreçler Şekil 7'de verilmiştir. Bu çalışmaya konu su noktalarının büyük bölümünde 2001, 2002 ve 2003 yılları boyunca hidrokimyasal fasiyeslerde değişim gözlenmemiştir. Değişim görülen az sayıda su noktasının konumu Şekil 8'de sunulmuştur. Fasiyes değişimleri Ca-HCO₃'tan NaHCO₃'a, NaCl'den NaHCO₃'a, Ca-HCO₃'tan MgHCO₃'a, NaSO₄'tan NaHCO₃'a, NaCl'den MgHCO₃'a veya bunların tersi şeklinde gerçekleşmiştir.

Kıyı akiferlerinde aşırı çekime ya da doğal süreçlere bağlı tuzlanma önemli kalite sorunlarından birisidir. Tatlı su karakterindeki Ca-HCO₃ ve tuzlu su

karakterindeki NaCl fasiyesleri arasında kimyasal bileşimin değişimi tatlı su akiferinin tuzlanmakta oluşu ya da tuzlanmış akiferin yıkanmakta oluşu hakkında önemli ipuçları sunar. Denizsuyu girişi nedeniyle tuzlanmakta olan tatlısuda sırasıyla aşağıdaki hidrokimyasal fasiyes değişimleri görülür (Appelo ve Postma, 1996).



Diğer bir deyişle, yeraltısuyunda $CaCl_2$ fasiyesinin saptanması ilerleyen tuzlanmanın göstergesidir. Benzer şekilde, tuzlanmış yeraltısuyunun tatlı su ile yıkanması sürecinde ise $NaHCO_3$ bir ara fasiyes olarak gözlenmektedir.



İnceleme alanındaki hidrokimyasal fasiyesler bu açıdan incelendiğinde batıda Mezitli ve doğuda Köşerli dolayında bulunan bazı noktalarda olasılıkla aşırı çekime bağlı deniz suyu girişiminin etkili olduğu anlaşılmaktadır (bkz. Şekil 6). Ayrıca, iç kesimlerde yeralan İçmeler sıcak suyu da olasılıkla derin dolaşımdaki suyun deniz suyu ile teması sonucu tuzlanma belirtisi göstermektedir. Batıda Mezitli ve doğuda Adanalıoğlu dolaylarında gözlenen $NaHCO_3$ fasiyeslerinden bu kesimlerde geçmişte oluşan tuzlanmanın yıkanmaya dönüştüğü anlaşılmaktadır. Bu durumun, tuzlanmış kuyularda çekimin durdurulmasını takiben akifer sisteminin güncel beslenme ile hızlı biçimde yıkanmasına bağlı olarak gerçekleştiği sanılmaktadır. Bölgesel hidrojeolojik yapıya ilişkin olarak oksijen-18 ve trityum izotoplarına dayalı olarak gerçekleştirilen değerlendirmeler kıyı akiferindeki yeraltısuyu besleniminin asıl kaynağının Toroslardan kaynaklanan güçlü yeraltısuyu akımı olduğunu göstermektedir (Hatipoğlu, 2004). Diğer bir deyişle, tuzlanmış akifer kesimlerinde yıkanma yerel beslenimden çok, büyük oranda bu katkı sayesinde gerçekleşmektedir. Öte yandan, gözlenen yoğun yeraltısuyu çekimine karşılık tuzlanmanın sınırlı oluşunun da söz konusu katkının güçlü olmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.

İnceleme alanında, $NaSO_4$ fasiyesine ait örnek doğuda, Yamaç akiferinin İhsaniye dolayındaki bölümünde gözlenmektedir. Bu fasiyesin günümüzde İçmeler sıcaksuyunun çıkışı ile ilişkili olan kırık hatları ile bağlantılı olarak geçmişte gerçekleştirmiş hidrotermal mineralizasyonla ilgili olabileceği düşünülmektedir. Kıyıdan uzak ve üst kotlarda yeralan bu kesimde

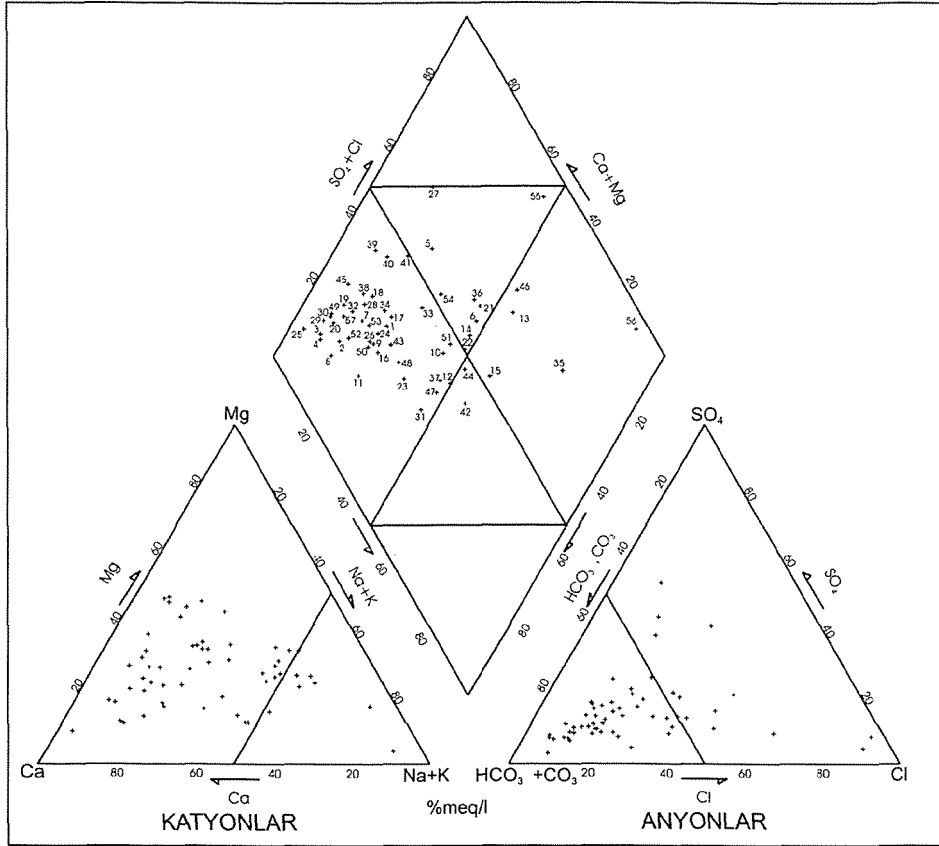
gözlenen $NaHCO_3$ fasiyesine bağlı örneklerin de benzer biçimde oluşmuş olması mümkündür.

$MgHCO_3$ fasiyesine bağlı örneklerin büyük bölümü Deliçay'ın denize ulaştığı bölge dolayında yer almaktadır. Bu örneklerin Mg'ca zengin olmasının nedeni kesin olarak anlaşılamamıştır. Mg zenginleşmesinin olası nedenlerinin, i) akışyukarıda bulunan ofiyolitik birimlerden sağlanan ve zaman zaman Mg'ca zenginleşen yüzeysuyunun akiferi beslemesi, ii) Toroslardan kaynaklanarak bu kesimde yüzeyleyen yeraltısuyunun Mg'ca zengin ofiyolitik birimlerle yoğun teması vb. olduğu düşünülmektedir.

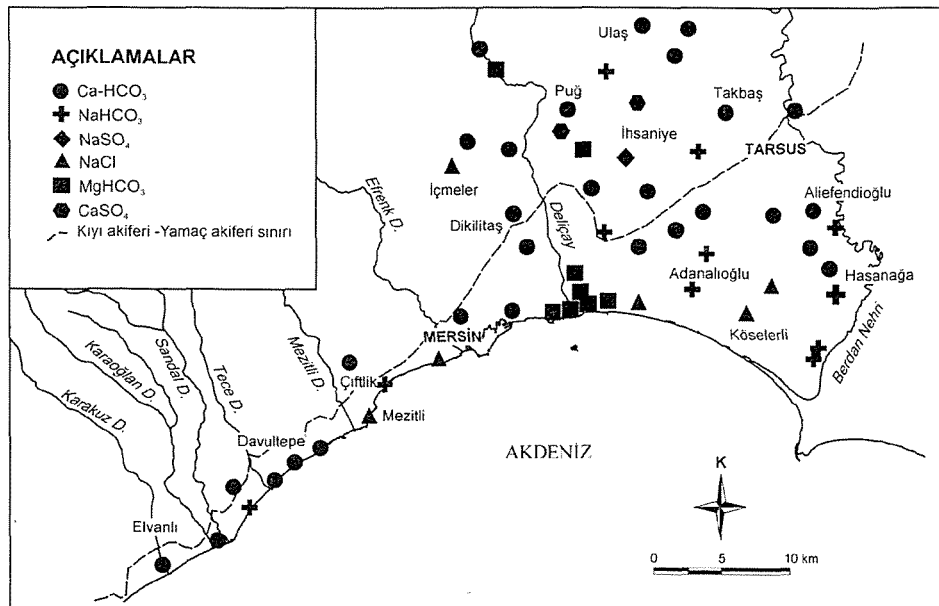
Besin Tuzları

Su örnekleri besin tuzları kimyası açısından değerlendirildiğinde, azot türevlerinden nitratın pek çok yerde yüksek derişime sahip olduğu gözlenmektedir. Nitrat, duraylı olması nedeniyle azot bileşiklerinin doğal sularda en çok bulunan biçimidir. Doğada, N içeren minerallerin yaygınlığı oldukça sınırlı olup, nitratın yeraltısuyundaki başlıca kaynağı insan, hayvan ve endüstri kökenli atıklar ile doğal-yapay gübrelerdir. Nitratın oksijen taşıma kapasitesini düşürdüğünden 50 mg/l üzerindeki NO_3^- derişimi özellikle bebeklerin beyin gelişimi açısından risk oluşturur (McNeely vd., 1979 ve Hem, 1985).

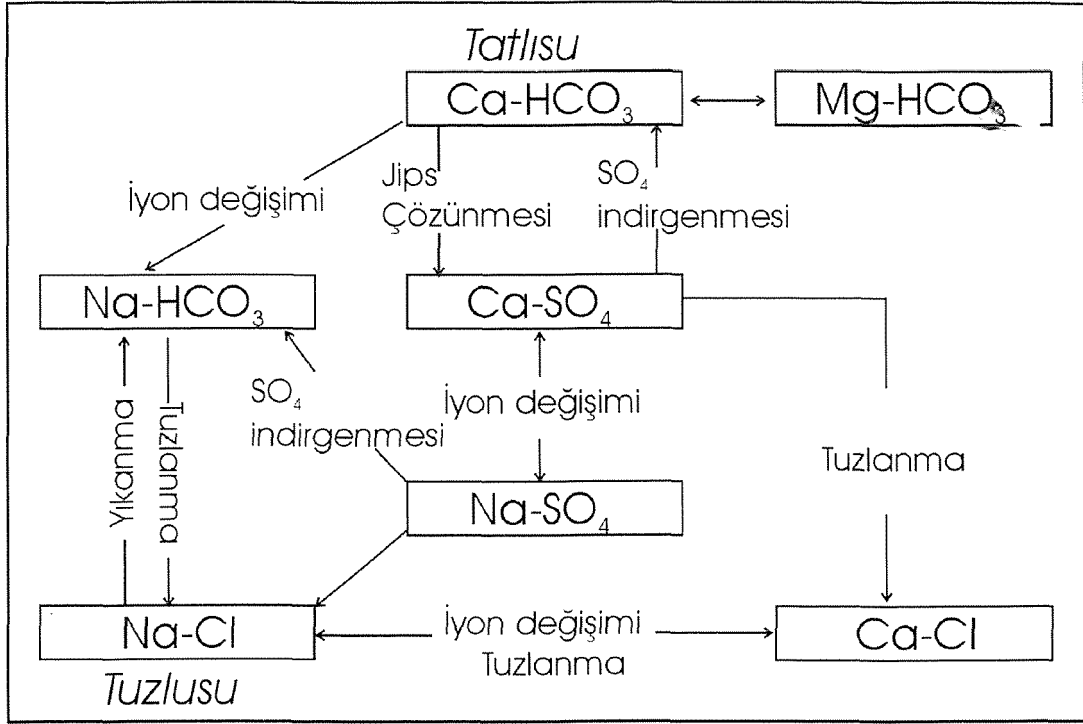
İnceleme alanında 2001 kurak dönemine ait örneklerin nitrat değerleri Şekil 9'da gösterilmiş, TSE (1997) standardına göre içme suyunda izin verilen maksimum sınır değeri (50 mg/l) aşan örnekler ayrıca belirtilmiştir. Bu örneklerin genellikle Deliçay ve yakın çevresinde yoğunlaştığı görülmektedir. Batıda Mezitli, kuzeyde Puğ-Ulaş dolayında, doğuda İhsaniye-Adanalıoğlu yerleşimleri arasında da yüksek nitrat derişimlerine rastlanmaktadır. Gözlenen yüksek değerlerin olasılıkla gübre kullanımına bağlı olarak nitratça zenginleşen suyun yüzeyden ya da kuyu cidarı boyunca akifere sızmasından kaynaklandığı düşünülmektedir.



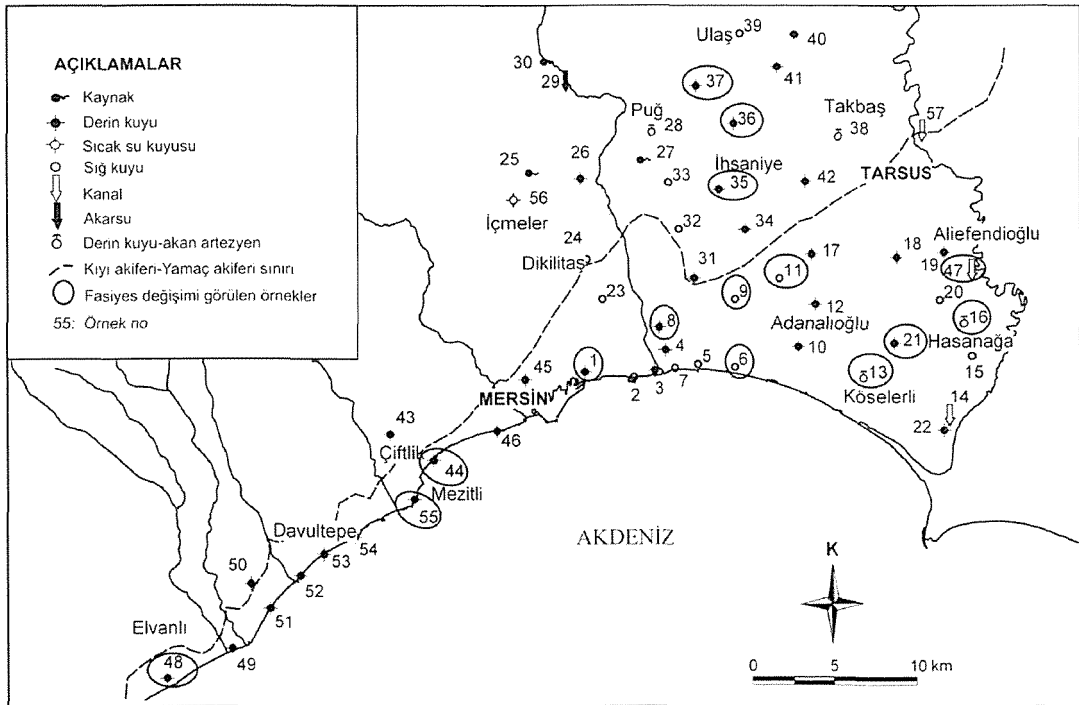
Şekil 5. 2001 Haziran-Ekim dönemine ait Piper diyagramı
 Figure 5. Piper diagram of June-May 2001 period.



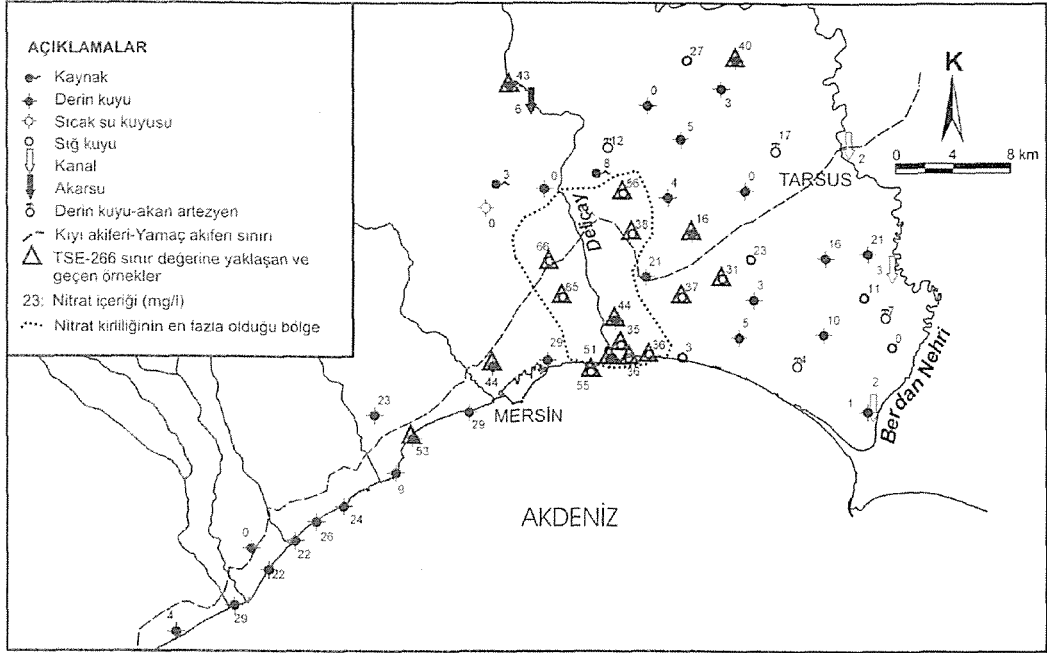
Şekil 6. 2001 Haziran-Ekim dönemi alansal fasiyes dağılımı
 Figure 6. Facies distribution of June-October 2001 period.



Şekil 7. Farklı yeraltısuyu tiplerinin oluşmasında etkili kimyasal süreçler (Adams vd., 2001'den değiştirilerek alınmıştır).
Figure 7. Chemical processes responsible for the various groundwater types (modified from Adams et.al, 2001).



Şekil 8. Fasiyes değişimi görülen örnekler.
Figure 8. Samples possessing hydrochemical facies change.



Şekil 9. Haziran-Ekim 2001 dönemine ait Nitrat (mg/l) içerikleri haritası.
Figure 9. Nitrate (mg/l) contents map of June-October 2001 period.

Ağır Metaller

Bölgede 2003 yağışlı döneminde alınan örneklerde ağır metallere Fe, Cu, Zn, Mn, Pb, Cr, Cd, Ni içerikleri belirlenmiştir. Genel olarak, doğal sularda metalik elementlerin derişimi büyük oranda suyun pH değerine bağlı olup, yüksek derişimler düşük pH derecesine sahip asidik sularda gözlenmektedir. İnceleme alanında yeraltısuyu pH değerleri genellikle 7 dolayında olduğundan yeraltısuyunun dikkate değer derişimlerde metalik element içermesi beklenen bir durum değildir. Gözlenen derişimler de bu beklenti ile uyumlu düzeyde bulunmuştur. Tüm örneklerde Mn, Pb, Cr derişimi atomik absorpsiyon spektrofotometresi ölçüm duyarlılığı altında kalmıştır. Örneklerde, dikkate değer ağır metal derişimlerine sahip elementler Fe, Zn ve Cd olmakla birlikte, bunlardan yalnızca Fe ve Cd'un bazı noktalarda TSE (1997) içme suyu sınır değerlerinin (Fe= 0.2 mg/l, Cd= 0.005 mg/l) üzerine çıktığı saptanmıştır. Sınır değeri aşan Fe derişimleri Aliğa Köyü (Örnek 122-a), Hasanağa Köyü (Örnek 123), Yeşiltepe Köyü (Örnek 128), Bağlarbaşı Köyü (Örnek 132), Hamurlu Köyü (Örnek 137), Ulaş Köyü (Örnek 145), Dedeler Köyü (Örnek 144) örneklerinde; Cd derişimleri ise Aliefendioğlu Köyü (Örnek 120), Aliğa Köyü (Örnek 122), Köselerli Köyü (Örnek 125-a ve 125-b) ve Şeyh Mehmet Mevkii (Örnek 140) örneklerinde saptanmıştır.

Yüksek Fe ve Cd derişimlerinin metalik kuyu tehzinin korozyonuna ve/veya bu elementlerce zengin ofiyolitik minerallerin çözünmesine bağlı olabileceği düşünülmektedir.

Tuzlusu Girişimi

Çalışma alanında tuzlanmanın saptandığı örneklerde deniz suyu katkı oranının belirlenmesinde çökelme-iyon takası vb. tepkimeler açısından yeraltısuyunda konservatif bir davranışa sahip olan Cl içeriğinden yararlanılmıştır. Deniz suyu katkı oranının belirlenmesinde aşağıda belirtilen kütle dengesi eşitliği kullanılmıştır. Tipik deniz suyu ve tatlı su Cl derişimleri olarak sırasıyla 638.15 mmol/l ve 0.235 mmol/l (Hatipoğlu, 2004) kullanılmıştır.

$$C_t V_t + C_d V_d = C_{\text{karışım}} V_{\text{karışım}} \quad (\text{Eşitlik 1})$$

C_t : Tatlısu Cl derişimi (mmol/l)

C_d : Deniz suyu Cl derişimi (mmol/l)

$C_{\text{karışım}}$: Karışım suyu Cl derişimi (mmol/l)

V_t : Tatlısu hacminin karışım suyuna hacimsel katkısı (l)

V_d : Deniz suyu hacminin karışım suyuna hacimsel katkısı (l)

$V_{\text{karışım}}$: Karışım suyu hacmi (l)

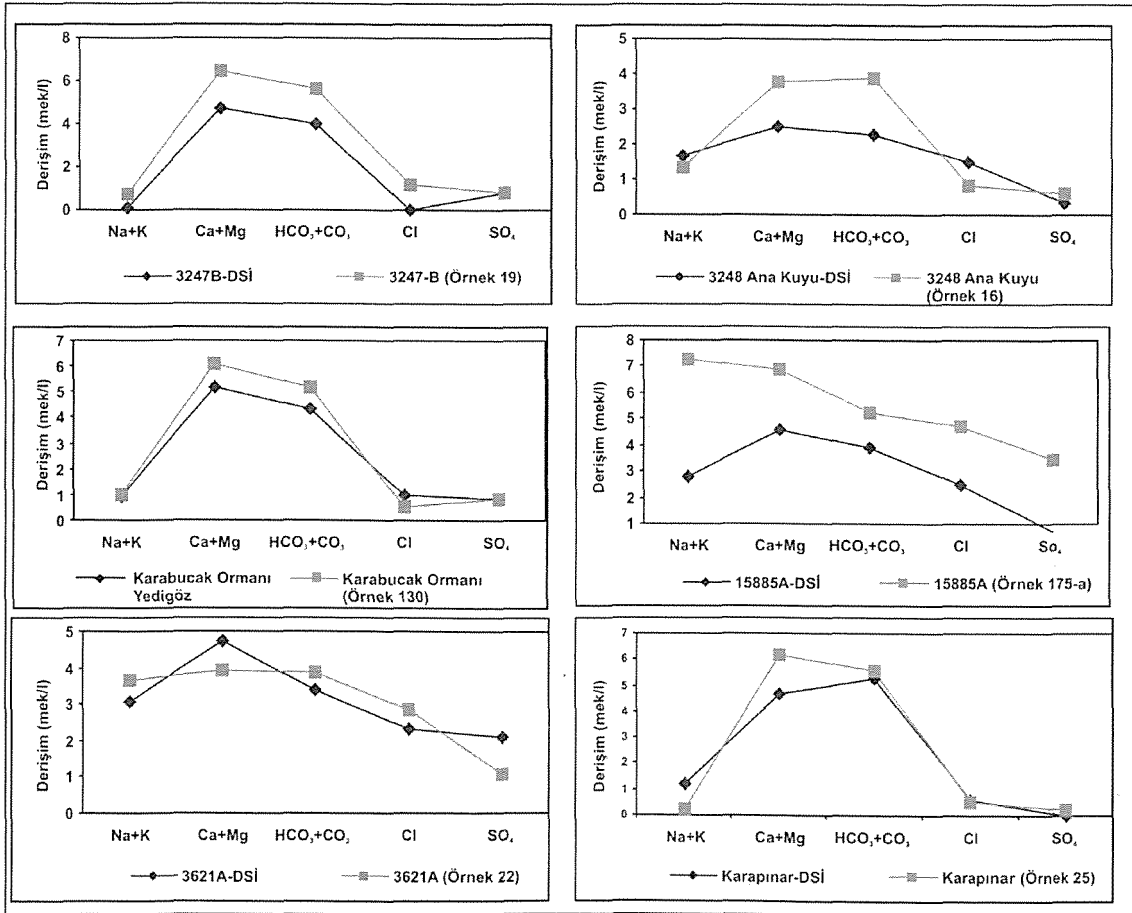
2001 Haziran-Ekim dönemi su örnekleri deniz suyu katkısı açısından incelendiğinde en yüksek oranın %15 ile İçmeler sıcak su kuyusunda olduğu sonda

görülmektedir. Yamaç akiferleri kısmında bulunan İhsaniye örneği (Örnek 35) %1.4, Kıyı Akiferinde bulunan Akçam Sitesi örneği (örnek 55) %9.8 ve Muhdar Mahallesi örneği (örnek 46) %1.8 katkı oranlarına sahiptir. 2002 yılında ise Muhdar Mahallesi örneği (örnek 68) %1.1 ve İçmeler (örnek 80) %11.9 katkı oranına sahiptir. 2003 yılı örneklerinde ise İhsaniye (örnek 149) %1.1, Muhdar Mahallesi örneği (örnek 154) %1.6 ve İçmeler (örnek 169) %16 katkı oranına sahiptir. Dikkate değer denizsuyu katkısının belirlendiği dört örnekten inceleme alanının kuzey kesiminde bulunan İçmeler sıcaksu örneğinin tatlısu-tuzlu su arayüzeyi ile temas eden ve derin dolaşıma sahip bir yeraltısu olduğu düşünülmektedir. İçmeler kuyusunda denizsuyu katkısının zamanda değişken olması olasılıkla beslenimde soğuk su katkısının zamanla değişmesinden kaynaklanmaktadır. Kıyı Akiferinde Akçam sitesi kuyusunda gözlenen tuzlanmanın ise aşırı çekimden kaynaklandığı anlaşılmaktadır. Karışım

hesaplamalarındaki belirsizlikler (Cl ölçüm hassaslığı ile tatlı su ve deniz suyuna atfedilen Cl derişimlerindeki belirsizlikler) dikkate alındığından %1 dolayında deniz suyu katkısı içeren örnekler hakkında kesin bir yargıya varmanın doğru olmayacağı düşünülmektedir. Kesin yargıya varmak için bu gibi kuyularda yeni gözlemler yapılması uygun olacaktır.

Zamansal değişim

İnceleme alanında yeraltısu kimyasının uzun dönemli değişiminin belirlenmesi amacıyla bazı su noktalarının DSİ (1978)'de belirtilen majör iyon derişimleri 2001-2003 döneminde belirlenen değerler ile karşılaştırılmıştır (Şekil 10). Karşılaştırılan su noktalarından Aliefendioğlu, Aliğa, Kulak, Köşelerli Köyleri ve Karabucak Ormanı örnekleri inceleme alanının doğusunda, kıyı kesimde bulunmakta; Karapınar Kaynağı ise kuzeybatı kesimde yer almaktadır.



Şekil 10. DSİ (1978) analiz sonuçları ile 2001-2003 analiz sonuçları karşılaştırması.
Figure 10. Comparison of analysis results from DSİ (1978) and 2001-2003 period.

Karabucak Orman, Karapınar ve 3621A su noktalarının geçmiş ve güncel majör iyon derişimleri arasında önemli bir farklılık gözlenmemiştir. Bu örneklerin derişim eğilimleri benzer olup, gözlenen farklılıkların geçmiş örneklerin iyi korunmamış olması, mevsimlik kimyasal değişim ve analitik ölçüm hataları gibi nedenlerle açıklanması mümkündür. Diğer yandan, 3247B ve 15885A örneklerinden geçmiş ve güncel sonuçlar birbirine paralel olmakla birlikte, geçmiş derişimler güncel derişimlerden belirgin olarak düşüktür. Bu durumun, geçmiş örneğin analiz aşamasına değin çökeltme reaksiyonlarına karşı korunmamış olması ile açıklanması mümkündür. Söz konusu farklılığın olası diğer nedeninin ise geçmişte daha etkili "yeni beslenim" katkısına bağlı olarak iyon içeriğindeki seyrelme olabileceği düşünülmektedir. 3248 nolu örnekte ise geçmiş ve güncel derişimlerin Na+K, Cl ve SO₄ açısından aynı olduğu görülmektedir. Bu örnekte Ca+Mg ve HCO₃+CO₃ derişimlerinde gözlenen farklılığın geçmiş örnekte analiz öncesinde gerçekleşen CaCO₃ çökeltimi olduğu düşünülmektedir.

SONUÇLAR VE ÖNERİLER

İnceleme alanında 2001-2002-2003 dönemlerinde yapılan yeraltısuyu örneklemelelerinde her üç dönem için ortalama sıcaklık sırasıyla 23-23-23°C, ortalama Eİ 1026-835-887 ve ortalama pH değeri 7.38-7.00-7.50 olarak belirlenmiştir. Bölgedeki sular genellikle Ca-HCO₃ tipindedir. Bunun yanısıra Mg-HCO₃, NaHCO₃, CaSO₄, NaSO₄ ve NaCl fasiyesleri de saptanmıştır. Tuzlusu girişiminden etkilenen alanlarda Ca-HCO₃ fasiyesindeki tatlısu ilerleyen tuzlanma ile NaCl fasiyesine geçmektedir. Bazı alanlarda tuzlanmış yeraltısuyunun yıkanmasına bağlı olarak NaCl fasiyesinden, NaHCO₃ ve Ca-HCO₃ fasiyeslerine geçiş olduğu gözlenmiştir. Hesaplanan deniz suyu katkı oranlarına göre İçmeler sıcak su kuyusu ve kıyı kesimde yer alan Akçam sitesi kuyusu dışında bölge genelinde dikkate değer bir tuzlu su girişimi söz konusu değildir. Kıyı ve Yamaç akiferindeki pek çok noktada yeraltısuyu nitrat içeriği, sınırlı sayıda noktada ise Fe ve Cd içeriği TSE (1997) içmesuyu sınır değerini aşmış durumdadır. Bu noktalardaki durumun izlenmesi ve gerekli önlemlerin alınması uygun olacaktır. Benzer şekilde, tuzlusu girişimi izleri taşıyan noktalar ve dolayında düzenli elektriksel iletkenlik ölçümleri yapılarak tuzlanma riskinin izlenmesi gereklidir. Bu çalışma kapsamında yapılan değerlendirmelerin incelenen su noktaları ile sınırlı olduğu, özellikle kirlenme açısından yakın su noktaları arasında durumun farklı olabileceği dikkate alınmalıdır.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Mersin Üniversitesi ve Hacettepe Üniversitesi Bilimsel Araştırma Birimleri tarafından sırasıyla BAP.FBE.JB(ZH)2002 ve 04.T02.604.001 nolu projeler ile desteklenmiştir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Adams S., Titus, R., Pietersen, K., Tredoux, G. ve Harris, C., 2001. Hydrochemical characteristics of aquifers near Sutherland in the Western Karoo, South Africa. *Journal of Hydrology*. 241, 91-103.
- Appelo, C.A.J. ve Postma, D., 1996. *Geochemistry, Groundwater and Pollution*. A.A. Balkema, Rotterdam, 536 s.
- DSİ, 1978. Mersin, Berdan ve Efenk Ovaları hidrojeolojik etüd raporu. Ankara, 60 s.
- Değirmenci, M. ve Altın A. 2001. Mersin-Erdemli arası sahil bölgesinde yeraltısuyu kirliliğinin araştırılması. Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu Sonuç Raporu, Rapor No: M-149, Sivas, 58 s.
- Demirel, Z., 2004. The history and evaluation of saltwater intrusion into a coastal aquifer in Mersin, Turkey. *Journal of Environmental Management*, 70, 275-282.
- Hatipoğlu, Z., 2004. Mersin-Tarsus kıyı akiferinin hidrojeokimyası. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Doktora Tezi, 142 s (yayınlanmamış).
- Hem, J.D., 1985. Study And Interpretation of The Chemical Characteristics of Natural Water. U.S.A Geological Survey Water-Supply Paper 2254, 263 S.
- McNeelly, R.N, Neimanis V.P., ve Dwyer L., 1979. *Water Quality Sourcebook, A Guide to Water Quality Parameters*. Inland Waters Directorate, Water Quality Branch, Ottawa, Canada, 88 S.
- Şenol, M., Şahin, Ş. ve Duman T.Y., 1998. Adana-Mersin dolayının jeoloji etüd raporu. MTA, Ankara, 46 s. (yayınlanmamış).
- TSE, 1997. Sular-içme ve kullanma suları (TS-266), Türk Standartları Enstitüsü, Ankara 25 s.

Makale Geliş Tarihi : 10 Mayıs 2005

Kabul Tarihi : 10 Temmuz 2005

Received : May 10, 2005

Accepted : July 10, 2005



T Ü R K İ Y E J E O L O J İ B Ü L T E N İ YAYIN AMAÇLARI, KURALLARI VE YAYINA KABUL İLKELERİ

AMAÇ

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

1. Türkiye'de yer bilimlerinin jeolojiye ilişkin konularında gerek duyulan bilimsel iletişimi etkin bir şekilde sağlamak,
2. Türkiye'deki yer bilimcileri araştırma ve yayın yapmaya özendirici bir tutum içinde olmak,
3. Türkçe'nin mesleki yayın dili olarak gelişmesi ve yabancı sözcüklerden arındırılması çabalarına katkıda bulunmak,
4. Uluslararası düzeyde yapılan yer bilimleri çalışmalarının Türkiye'deki yer bilimciler tarafından kolayca izlenebilmesini sağlamak amacıyla TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası'nca yayınlanmaktadır.

NİTELİK

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ 'nde yayınlanması istemiyle gönderilecek olan yazılar jeolojinin çekirdeğini oluşturan (stratigrafi, sedimantoloji, paleontoloji, yapısal jeoloji, tektonik, mineraloji, petrografi, volkanoloji, maden yatakları, jeokimya vb. gibi) bir konuyu içermesi koşuluyla, aşağıdaki niteliklerden en az birini taşımalıdır:

- a) Jeoloji bilimi kapsamında, bilimsel yöntemlerle yapılmış özgün sonuçları olan bir çalışma,
- b) Daha önce yapılmış çalışmaları eleştirel bir yaklaşımla derleyen ve o konuda "yeni bir görüş" ortaya koyan bir eleştirili derleme,
- c) Daha önce TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ 'nde yayınlanmış bir çalışmayı bilimsel ya da etik olarak eleştiren, nesnel dayanaklara göre ele alınmış yazılar ve bunlara verilen yanıtlar.

YAZILARIN DEĞERLENDİRİLMESİ VE YAYINA KABUL İLKELERİ

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ Editörlüğüne ulaşan yazılar, öncelikle içerik, sunum, yayın kuralları, vd. yönlerden Editörlük tarafından incelenir ve daha sonra değerlendirilmek üzere en az iki Yayın Kurulu üyesine gönderilir. Yayın Kurulu üyelerinden gelecek görüşler doğrultusunda yazının doğrudan, az veya önemli ölçüde düzeltilmesi koşuluyla yayınlanmasına veya reddine Editörlükçe karar verilir ve sonuç yazarlara bildirilir.

Yayın Kurulu üyelerinden birinin olumsuz görüş bildirmesi durumunda Editörlüğün bir karara varabilmesi için yazı, üçüncü bir Yayın Kurulu üyesine gönderilir. Yayın Kurulu üyeleri gerekli görürlerse yazıları düzeltilmiş haliyle tekrar görüş değerlendirebilirler.

Yazarlar, hakemlerin ve Editörlüğün yaptığı eleştiri, öneri ve düzeltmeler arasında katılmadıkları noktalar olduğunda bunları ayrı bir sayfada gerekçeleriyle birlikte açıklamalıdır.

Makalelerin kabul aşamasında, yazar/yazarlardan çalışmanın daha önce yayınlanmadığına ve tamamen mesleki anlayış içinde başka yazar/kuruluşlardan alınmış olan çalışmalara yeterli bir sayıda atfın yapıldığına ilişkin makale telif/beyan formu istenmektedir.

Gönderilen yazılar, TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ 'nde yayınlansın veya yayınlanmasın yazarlara geri iade edilmez.

YAZIM DİLİ

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ 'nde yayın dili olarak "Türkçe" ve "İngilizce" kullanılmaktadır. Bültenin oldukça geniş bir yurt dışı aboneliği ve sürümü olduğu için, makaleler hem Türkçe hem de İngilizce olarak yayınlanmaktadır. Bülte; yazıların başlıkları, özetleri ve tüm çizelge ve resimlemelerin açıklamaları

Türkçe ve İngilizce olarak iki dilde birlikte verilmelidir. Türkçe makalelerde "Extended Summary", İngilizce makalelerde ise "Genişletilmiş Özet" verilmelidir (Konu hakkındaki detay bilgi, Yazım Kuralları Bölümü'nün 5. maddesinde anlatılmaktadır).

YAZIM KURALLARI

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ 'nde yayınlanması kabul edilen yazıların basım öncesi dizgi işlemleri Editörlükçe yapılır. Yayına kabul edilen makalelerden yazım, şekil ve çizelgelerin disketi editörlükçe istenilmektedir (Bu konu hakkında detay bilgi Yayına Kabul Edilen Makalelerin Disket Ortamında Gönderilmesi Bölümünde sunulmaktadır). Dizgi işlemlerinde herhangi bir yanlışlığa yol açmamak için, Editörlük gerek duyduğu durumlarda yayınlanacak yazıları kontrol amacı ile yazarlara gönderebilir.

1. Metin Bölümü

Metin; A4 boyutunda (29.7 x 21 cm) kağıtların üzerine bilgisayarda, 1.5 satır aralıkla ve 12 punto ve Times New Roman ile yazılmalıdır. Sayfa kenarlarında 3'er cm boşluk bırakılmalı ve sayfalar numaralandırılmalıdır. Bilgisayar çıktılarının silik olmamasına özen gösterilmelidir.

Başlık; konuyu en iyi şekilde belirtir ve 12 kelimeyi geçmeyecek şekilde kısa seçilmeli ve Türkçe başlığın (tamamı büyük harfle ve koyu yazılmış) yanısıra, İngilizcesi (İtalik ve normal büyük harflerle) de yazılmalıdır. Eğer yazı İngilizce yazılmış ise önce İngilizce sonra Türkçe başlık verilmelidir.

Öz; yazının başlangıcında en fazla 200 kelimeyi geçmeyecek şekilde hazırlanmış, Türkçe ve İngilizce öz (abstract) bulunmalıdır. Bu bölüm, yayının diğer bölümlerinden ayrı olarak yayınlanabilecek düzende yazılmış, yazının tümünü en kısa, ancak öz biçimde yansıtır nitelikte (özellikle çalışmanın amacını ve sonuçlarını yansıtarak) olmalıdır. Yazı Türkçe yazılmışsa Abstract'ın, İngilizce yazılmışsa Öz'ün başlığı ve metin kısmı italik karakterle yazılmalıdır. Öz içinde; yararlanılan kaynaklara, şekil, çizelge ve eşitlik numaralarına değinilmemelidir. Ayrıca, öz ve abstract bölümlerinin altında bir satır boşluk bırakılarak Anahtar kelimeler ve Key words (en az 2, en çok 6 kelime alfabetik sıraya göre) verilmelidir. Eğer yazı İngilizce hazırlanmış ise, önce abstract sonra öz verilmelidir. Aşağıda Türkçe olarak yazılmış bir makaleye ilişkin örnek biçim sunulmaktadır:

Makalenin Türkçe Başlığı

(Kelimelerin İlk Harfleri Büyük Harf Olacak Şekilde)

Makalenin İngilizce Başlığı

(Kelimelerin İlk Harfleri Büyük Harf Olacak Şekilde)

Yazarlara ilişkin bilgiler

(aşağıdaki örneğe uygun olarak: yazar isimleri açık olacak, adreslerin hepsinde posta kodu yazılacak ve yazarlardan en az birinin e-posta adresi kesinlikle verilecektir)

Ahmet Ahmetoğlu Ankara Üniversitesi, Fen Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü,
Tandoğan 06100 Ankara

A. Hüsnü Hüsnüoğlu MTA Genel Müdürlüğü, Jeolojik Etüdler Dairesi, 06520 Ankara
(e-posta: husnu56@mta.gov.tr)

Öz

Bu bölüm, yayının diğer bölümlerinden ayrı olarak yayınlanabilecek düzende yazılmış, yazının tümünü en kısa, ancak öz biçimde yansıtır nitelikte (özellikle çalışmanın amacını ve sonuçlarını yansıtarak) olmalıdır. Öz içinde yararlanılan kaynaklara, şekil, çizelge ve eşitlik numaralarına değinilmemelidir.

Anahtar Kelimeler

En az 2 en fazla 6 anahtar kelime alfabetik olarak sıralı verilmelidir. Anahtar kelimelerin belirtilen biçime uymaması durumunda, Editörlük anahtar kelimeleri ekleme, çıkarma ve sıralama vb. gibi düzenlemeleri yapabilecektir.

Abstract

Öz'ün İngilizce olarak yazılmış durumu

Key Words

Anahtar kelimelerin Türkçe alfabetik sırasında İngilizce olarak yazılması gerekmektedir.

BİRİNCİ DERECE KONU BAŞLIKLARI (BÜTÜN HARFLER BÜYÜK OLACAK ŞEKİLDE)

İkinci Derece Alt Konu Başlıkları (Kelimelerin İlk Harfleri Büyük Olacak Şekilde)

Üçüncü derece alt konu başlıkları (Bütün başlığın yalnız ilk harfi büyük olacak şekilde)

TARTIŞMA/SONUÇLAR/TARTIŞMA VE SONUÇLAR/SONUÇLAR VE ÖNERİLER

KATKI BELİRTME (gerekliyorsa)

EXTENDED SUMMARY/GENİŞLETİLMİŞ ÖZET

(Yazım dili Türkçe olan makalelerde "Entended Summary" başlığı altında İngilizce olarak, yazım dili İngilizce olan makalelerde "Genişletilmiş Özet" başlığı altında Türkçe olarak yazılmalıdır)

DEĞİNİLEN BELGELER

(aşağıdaki örnekler ile kesinlikle uyumlu olmalıdır)

- Süreli yayınlar :

Hoek, E. ve David, M., 1990. Estimating Mohr - Coulomb friction and cohesion values from Hoek - Brown failure criterion. International Journal of Rock Mechanics, 27(3), 220 - 229.

[Yazar ad(lar)ı, Tarih. Makalenin başlığı. Süreli Yayının Adı (kısaltılmamış), Cilt No. (Sayı No.), sayfa no]

- Bildiriler:

Ünal, E., Özkan, İ. ve Ulusay, R., 1992. Characterization of weak, stratified and clay bearing rock masses. ISRM Symposium: Eurock'92 - Rock Characterization, Chester, U.K., 14-17 September 1992, J.A.Hudson (ed.), British Geotechnical Society, London, 330-335.

[Yazar ad(lar)ı, Tarih. Bildirinin başlığı. Sempozyum veya Kongrenin Adı, Editör(ler) varsa, Basımevi, Cilt/Sayı No. (birden fazla ciltten oluşuyorsa), Düzenlendiği Yerin Adı, sayfa no.]

- Kitaplar:

Goodman, R.E., 1988. Introduction to Rock Mechanics. John Wiley and Sons, New York, 562 s.

Ketin, İ. ve Canitez, N., 1972. Yapısal Jeoloji. İTÜ Matbaası, Gümüşsuyu, Sayı:869, 520 s.

[Yazar ad(lar)ı, Tarih. Kitabın Adı (ilk harfleri büyük). Yayınevi, Basıldığı Şehrin Adı, sayfa sayısı.]

- Raporlar ve Tezler:

Demirok, Y., 1978. Muğla-Yatağan linyit sahaları jeoloji ve rezerv ön raporu. MTA Derleme No:6234, 17 s (yayınlanmamış).

Sönmez, H., 1996. T.K.İ.-E.L.İ. Soma Linyitleri açık işletmelerinde eklemli kaya kütlesi içindeki şevlerin duraylılığının değerlendirilmesi. Hacettepe Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü., Ankara, Yüksek Mühendislik Tezi, 99 s (yayınlanmamış).

[Yazar ad(lar)ı, Tarih. Raporun veya tezin başlığı. Kuruluşun veya Üniversitenin Adı, Arşiv No. (varsa), sayfa sayısı (yayınlanıp, yayınlanmadığı)]

2. Eşitlikler ve Formüller

- Eşitlikler elle yazılmamalı ve bilgisayardan yararlanılmalıdır. Eşitliklerde, yaygın olarak kullanılan uluslararası simgelere yer verilmesine özen gösterilmelidir.
- Her eşitliğe sırayla numara verilmeli, numaralar parantez içinde eşitliğin hizasında ve sayfanın sağ kenarında belirtilmelidir.
- Eşitliklerde kullanılacak alt ve üst indisler belirgin şekilde ve daha küçük karakterlerle yazılmalıdır (I_a , x^2 gibi).
- Eşitliklerdeki sembollerin açıklamaları eşitliğin hemen altındaki ilk paragrafta verilmelidir.

- e. Karekök işareti yerine parantezle birlikte üst indis olarak 0.5 kullanılmalıdır ($\sigma = s^{\circ}$ gibi).
- f. Bölme işareti olarak yatay çizgi yerine "/" simgesi kullanılmalıdır. Çarpma işareti olarak genellikle herhangi bir işaret kullanılmamalı, ancak zorunlu hallerde "*" işareti tercih edilmelidir ($Y=5 \cdot 10^{-3} X$ gibi).
- g. Kimyasal formüllerde iyonların gösterilmesi amacıyla Ca^{++} veya CO_3^{--} gibi ifadeler yerine Ca^{2+} ve CO_3 kullanılmalıdır.
- h. İzotop numaraları, örneğin ^{14}C şeklinde verilmelidir.

3. Çizelgeler

- a. Yazarlar, Bültenin boyutlarını dikkate alarak, çizelgeleri sınırlamalı ve gerekiyorsa metinde kullanılanlara oranla çizelgeleri daha küçük karakterlerle yazmalıdır. Bu amaçla çizelgeler tek sütuna (7.5 cm) veya çift sütuna (16 cm) yerleştirilebilecek şekilde düzenlenmesine özel gösterilmelidir. Tam sayfaya yerleştirilmesi zorunlu olan büyük çizelgelerin en fazla (16 x 21) cm boyutlarında olması gereklidir. Bu boyutlardan daha büyük ve katlanacak çizelgeler kabul edilmez.
- b. Çizelgelerin hemen altında gerekli durumlarda dip notlarına veya kısaltmalara ilişkin açıklamalara yer verilmelidir.
- c. Çizelgelerin başlıkları, kısa ve öz olarak seçilerek, hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfi büyük diğerleri küçük harfle) hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük İtalic harflerle) "Çizelgeler Dizini" başlığı altında ayrı bir sayfaya yazılmalıdır. İngilizce olarak hazırlanmış yazılarda önce İngilizce sonra Türkçe çizelge başlığı verilmelidir.
- d. Çizelgelerde kolonsal ayrımı gösteren düşey çizgiler yer almamalı, sadece çizelgenin üst ve alt sınırları ve gerek görülen diğer bölümleri için yatay çizgiler kullanılmalıdır.
- e. Her çizelge ayrı bir sayfaya bastırılarak ve sıraya dizilerek Çizelgeler Dizini sayfasıyla birlikte metnin arkasına konulmalıdır. Çizelge başlıkları çizelgenin üzerine yazılmamalıdır. Çizelge numaralarının kurşun kalemle her çizelgenin sağ üst köşesinde belirtilmesi yeterlidir.

4. Resimlemeler (çizim, fotoğraf ve levhalar)

- a. Değerlendirme aşamasında şekillerin orjinallerinin gönderilmesine gerek yoktur. Bu aşamada çizimlerin teknik çizim normlarına uygun olarak bilgisayar çıktısı olarak alınmış ve harf, rakam ve simgeleri kolaylıkla okunabilen orjinallerinin kaliteli kopyaları basılı halde gönderilmelidir. Ayrıca tüm şekil, çizelge ve resimlerin elektronik ortamda hazırlanarak gönderilmesi gerekmektedir.
- b. Tüm çizim ve fotoğraflar şekil olarak değerlendirilip numaralandırılmalıdır. Şekil altı yazıları "Şekiller Dizini" başlığı altında hem Türkçe (normal karakterle ve ilk harfi büyük diğerleri küçük harflerle) hem de İngilizce (ilk harfi büyük diğerleri küçük İtalic harflerle) ayrı bir sayfada verilmelidir. Yazı İngilizce olarak hazırlanmışsa şekil altı yazıları önce İngilizce sonra Türkçe verilmelidir.
- c. Her şekil, ayrı bir sayfada yer alacak biçimde sıraya dizilerek Şekiller Dizini sayfasıyla birlikte çizelgelerden sonra sunulmalıdır. Şekil altı yazılarının ayrıca şekil sayfalarına da yazılmasına gerek olmayıp, şekil numaralarının kurşun kalemle her şeklin sağ üst köşesinde belirtilmesi yeterlidir.
- d. Şekillerin boyutları ya tek sütuna (7.5 cm), ya da çift sütuna (en fazla 16 cm) yerleştirilebilecek nitelikte hazırlanmalıdır. Tam sayfaya yerleştirilmesi zorunlu olan büyük şekillerin, şekil altı açıklamalarına da yer kalacak biçimde, en fazla (16x21 cm) boyutlarında olması gereklidir. Belirtilen bu boyutlardan daha büyük ve katlanacak boyuttaki şekiller kabul edilmez.
- e. Harita, kesit ve planlarda sayısal ölçek yerine çubuk (bar) türü ölçek kullanılmalıdır.
- f. Şekiller yukarıda belirtilen boyutlarda hazırlanırken şekil üzerindeki açıklamaların (karakterlerin) okunabilir boyutlarda olmasına özen gösterilmelidir (Küçültmelerden sonra en küçük yazı karakteri 2mm olmalıdır).
- g. Fotoğraflar şekiller için yukarıda belirtilen boyutlarda, parlak kağıda, kontrastlı ve siyah-beyaz basılmış olmalıdır. Fotoğrafların üzerinde gösterilebilecek olan simgeler için çini mürekkebi veya letraset kullanılmalıdır. Özellikle koyu tonların egemen olduğu bölgelerde simgelerin beyaz letrasetle gösterilmesi önerilir. Yaygın olarak kullanılan uluslararası simgelerin kullanılmasına özen gösterilmelidir.
- h. Mikroskopta çekilmiş ince kesit fotoğrafları ve elektron mikroskop görüntüleri (paleontolojik veya minerolojik), levha (plate) olarak değerlendirilir ve parlak siyah-beyaz kağıda basılı olmaları gereklidir. Levha sayısı üçten çok olmamalıdır.

5. Extended Summary / Genişletilmiş Özet

Türkçe yazılmış makalelerde "Extended Summary" başlığı altında İngilizce olarak, İngilizce yazılmış makalelerde "Genişletilmiş Özet" başlığı altında Türkçe olarak makalelerin öz ve abstract kısımlarından sonra verilecektir. Her makalede ayrıca öz ve abstract kısmı olacaktır.

Genişletilmiş özet 2500 kelimeyi geçmemelidir. Ancak makalenin öz/abstract kısmından daha geniş hacimli olmalıdır. Genişletilmiş özet kısmında yeni bir şekil ve çizelge (makale kapsamında verilenlerden ayrıca) verilmemelidir. Ancak makalede kullanılan şekil ve çizelgelere bu kısımda atıf yapılabilir (Örneğin Şekil 3, Şekil 12b, Çizelge 8, Levha 2a vb. gibi). Aynı şekilde, makale içinde atıf yapılan kaynaklara da gerektirdiğinde bu kısımda atıf yapılmalıdır.

6. Ek Açıklamalar ve Dipnotlar

- Ana metnin içine alınması, okuyucunun dikkatinin dağılmasına yol açabilecek ve hatırlatma niteliğindeki bilgiler, yazının sonunda "Ek Açıklamalar" başlığı altında konulabilir (İstatistik bilgilerin verilisinde, formüllerin çıkarılmasının gösterilmesinde, bilgisayar programlarının verilmesinde, vb. konularda bu yol izlenebilir.)
- Dipnotlar, yerleştirme ve yazılma açısından güçlükler nedeniyle çok gerekli durumlar dışında kullanılmamalıdır. Eğer dipnot kullanılırsa, yıldız (*) işareti ile gösterilmeli ve mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Dipnotta eğer değinme yapılırsa bibliyografik bilgiler dipnotta değil, Değinilen Belgeler dizininde verilmelidir.

YAYINA KABUL EDİLEN MAKALELERİN DİSKET/CD ORTAMINDA GÖNDERİLMESİ

Hakem incelemelerinden sonra yayına kabul edilen makalelerin metin, şekil, çizelge vb. gibi bütün kısımları editörlükçe yazarlardan disket/CD ortamında istenilecektir. Bu nedenle makalelerin diskette/CD'de gönderilmesinde aşağıda belirtilen özelliklere dikkat edilmelidir:

Bütün metin (başlıklar da dahil olarak) Times New Roman 12 punto büyüklüğünde Word (Microsoft Office®), Star Office (Sun®) vb. gibi yaygın yazılımlar kullanılarak IBM/PC uyumlu yazılmalı, "döküman dosyası" ya da "metin/tekst" olarak kaydedilmelidir. Genel olarak 1.5 satır aralığı kullanılmalıdır. Metni kolonlara ayırma, gerekli yerlerde fazla satır aralığı verilmesi, paragrafların içeriden yazılması gibi biçimsel özelliklerden kaçınılmalıdır. Bütün metnin 12 punto büyüklüğünde, 1.5 satır aralığı kullanılarak düz yazı olarak verilmesi yeterlidir. Biçime ilişkin bütün özellikler Editörlüğümüzce yapılacaktır (Örn: Türkçe makale başlığının punto olarak büyütülmesi, İngilizce başlığın italik yazılması, konu başlıklarının büyük punto ve koyu yazılması vb. gibi).

Yalnız, metin içinde bilimsel açıdan gerekli olan kelimeler italik olarak yazılmalıdır (örneğin Latice isimler vb. gibi). Makalenin biçimine ilişkin koyu harf yazımı, italik yazımlar, alt çizgiler vb. gibi özelliklerden kesinlikle kaçınılmalıdır.

Şekiller, çizelgeler, levhalar metin kısmından sonra aynı dosya içinde verilebileceği gibi, istenilirse farklı dosyalar halinde de kaydedilebilir. Şekil, çizelge vb. dökümanların, Corel Draw®, Grapher®, Aldus Freehand®, Excel®, Microsoft Graph®, AutoCat® gibi yaygın olarak kullanılan yazılımlarla uyumlu olarak kaydedilmesi gerekmektedir.

Makale, içerik olarak 'hakemlerin görüşleri doğrultusunda' en son kabul edilen şekliyle tamamen aynı olmalıdır. Editörlükçe kabul edilen nüsha ile tam olarak uyusmalıdır, aksi halde makalenin kabul edilen orijinal hale getirilmesi basımını erteleyebilecektir.

MAKALELERİN İNCELEME İÇİN EDITÖRLÜĞE GÖNDERİLMESİ

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ'nin "Yayın Amaç ve Kuralları"nda belirtilen ilkelere uygun olarak hazırlanmış yazılar, biri orijinal diğer ikisi fotokopi olmak üzere aşağıdaki yazışma adresine üç nüsha gönderilmelidir. Orijinal resimlemeler, yazının yayına kabul edilmesi durumunda kullanılmak üzere yazarlar tarafından muhafaza edilmelidir.

TÜRKİYE JEOLJİ BÜLTENİ EDITÖRLÜĞÜ
T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası
PK 464, Yenisehir 06444, Ankara

Tel : (312) 432 30 85 / (312) 434 36 01

Faks : (312) 434 23 88

E-posta : Cemal TUNOĞLU tunay@hacettepe.edu.tr

: Kadir DİRİK kdirik@hacettepe.edu.tr

Genişletilmiş özet 2500 kelimeyi geçmemelidir. Ancak makalenin öz/abstract kısmından daha geniş hacimli olmalıdır. Genişletilmiş özet kısmında yeni bir şekil ve çizelge (makale kapsamında verilenlerden ayrıca) verilmemelidir. Ancak makalede kullanılan şekil ve çizelgelere bu kısımda atıf yapılabilir (Örneğin Şekil 3, Şekil 12b, Çizelge 8, Levha 2a vb. gibi). Aynı şekilde, makale içinde atıf yapılan kaynaklara da gerektirdiğinde bu kısımda atıf yapılmalıdır.

6. Ek Açıklamalar ve Dipnotlar

- a. Ana metnin içine alınması, okuyucunun dikkatinin dağılmasına yol açabilecek ve hatırlatma niteliğindeki bilgiler, yazının sonunda "Ek Açıklamalar" başlığı altında konulabilir (İstatistik bilgilerin verilmesinde, formüllerin çıkarılmasının gösterilmesinde, bilgisayar programlarının verilmesinde, vb. konularda bu yol izlenebilir.)
- b. Dipnotlar, yerleştirme ve yazılma açısından güçlükler neden olduğundan, çok gerekli durumlar dışında kullanılmamalıdır. Eğer dipnot kullanılırsa, yıldız (*) işareti ile gösterilmeli ve mümkün olduğunca kısa tutulmalıdır. Dipnotta eğer değinme yapılırsa bibliyografik bilgiler dipnotta değil, Değinilen Belgeler dizininde verilmelidir.

YAYINA KABUL EDİLEN MAKALELERİN DİSKET/CD ORTAMINDA GÖNDERİLMESİ

Hakem incelemelerinden sonra yayına kabul edilen makalelerin metin, şekil, çizelge vb. gibi bütün kısımları editörlükçe yazarlardan disket/CD ortamında istenilecektir. Bu nedenle makalelerin diskette/CD'de gönderilmesinde aşağıda belirtilen özelliklere dikkat edilmelidir:

Bütün metin (başlıklar da dahil olarak) Times New Roman 12 punto büyüklüğünde Word (Microsoft Office®), Star Office (Sun®) vb. gibi yaygın yazılımlar kullanılarak IBM/PC uyumlu yazılmalı, "döküman dosyası" ya da "metin/tekst" olarak kaydedilmelidir. Genel olarak 1.5 satır aralığı kullanılmalıdır. Metni kolonlara ayırma, gerekli yerlerde fazla satır aralığı verilmesi, paragrafların içeriden yazılması gibi biçimsel özelliklerden kaçınılmalıdır. Bütün metnin 12 punto büyüklüğünde, 1.5 satır aralığı kullanılarak düz yazı olarak verilmesi yeterli olmaktadır. Biçime ilişkin bütün özellikler Editörlüğümüzce yapılacaktır (Örn: Türkçe makale başlığının punto olarak büyütülmesi, İngilizce başlığın italik yazılması, konu başlıklarının büyük punto ve koyu yazılması vb. gibi).

Yalnız, metin içinde bilimsel açıdan gerekli olan kelimeler italik olarak yazılmalıdır (örneğin Latice isimler vb. gibi). Makalenin biçimine ilişkin koyu harf yazımı, italik yazımlar, alt çizgiler vb. gibi özelliklerden kesinlikle kaçınılmalıdır.

Şekiller, çizelgeler, levhalar metin kısmından sonra aynı dosya içinde verilebileceği gibi, istenilirse farklı dosyalar halinde de kaydedilebilir. Şekil, çizelge vb. dökümanların, Corel Draw®; Grapher®; Aldus Freehand®; Excel®; Microsoft Graph®; AutoCat® gibi yaygın olarak kullanılan yazılımlarla uyumlu olarak kaydedilmesi gerekmektedir.

Makale, içerik olarak 'hakemlerin görüşleri doğrultusunda' en son kabul edilen şekliyle tamamen aynı olmalıdır. Editörlükçe kabul edilen nüsha ile tam olarak uyuşmalıdır, aksi halde makalenin kabul edilen orijinal hale getirilmesi basımını erteleyebilecektir.

MAKALELERİN İNCELEME İÇİN EDITÖRLÜĞE GÖNDERİLMESİ

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ 'nin "Yayın Amaç ve Kuralları" nda belirtilen ilkelere uygun olarak hazırlanmış yazılar, biri orijinal diğer ikisi fotokopi olmak üzere aşağıdaki yazışma adresine üç nüsha gönderilmelidir. Orijinal resimlemeler, yazının yayına kabul edilmesi durumunda kullanılmak üzere yazarlar tarafından muhafaza edilmelidir.

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ EDITÖRLÜĞÜ
T.M.M.O.B. Jeoloji Mühendisleri Odası
PK 464, Yenişehir 06444, Ankara

Tel : (312) 432 30 85 / (312) 434 36 01

Faks : (312) 434 23 88

E-posta : Cemal TUNOĞLU tunay@hacettepe.edu.tr

: Kadir DİRİK kdirik@hacettepe.edu.tr

TÜRKİYE JEOLOJİ BÜLTENİ

Geological Bulletin of Turkey

Temmuz 2005 • Cilt 48 • Sayı 2

July 2005 • Volume 48 • Number 2

İÇİNDEKİLER CONTENTS

- AKÇE M. A. KADIOĞLU, Y.K., Yozgat Batoliti Kuzey Bölümündeki Lökogranitlerin Petrolojisi**
Petrology of Leucogranites From the Northern Part of Yozgat Batholith1
- GÜLBAY KARA R., KORKMAZ S., Kuzeybatı Anadolu'daki Bitümlü Şeyllerin Organik Jeokimyasal Özellikleri ve Çökelme Ortamları**
Organic Geochemical Characteristics and Depositional Environments of Oil Shales in Northwest Anatolia, Turkey.....21
- ATILLA C., GENÇALIOĞLU KUŞCU G., Cora Maar'ının (Erciyes Volkanik Bölgesi) Fiziksel Volkanolojisi**
Physical Volcanology of the Cora Maar, Erciyes Volcanic Complex.....41
- HATİPOĞLU Z., BAYARI S., Mersin-Tarsus Kıyı ve Yamaç Akiferlerinin Hidrojeokimyası**
Hydrogeochemistry of Mersin-Tarsus Coastal and Hillside Aquifers57

Türkiye Jeoloji Bülteni makale dizin ve özleri :

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS ve ULAKNET veri tabanlarında yer almaktadır.

Geological Bulletin of Turkey is indexed and abstracted in :

GeoRef, Geotitles, Geoscience Documentation, Bibliography of Economic Geology, Geo Archive, Geo Abstract, Mineralogical Abstract, GEOBASE, BIOSIS and ULAKNET

Yazışma Adresi

TMMOB Jeoloji Mühendisleri Odası
PK. 464 Yenişehir, 06444 Ankara
Tel: (312) 434 36 01
Faks: (312) 434 23 88
E-posta: jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr

Correspondence Address

UCTEA Chamber of Geological Engineers of Turkey
PO Box 464 Yenişehir, TR-06444 Ankara
Phone: +90 312 434 36 01
Fax: +90 312 434 23 88
E-Mail : jmo@jmo.org.tr
URL: www.jmo.org.tr