

**MALATYA METAMORFİTLERİNİN (YEŞİLYURT GÜNEYDOĞUSU)  
MINERALOJİK-PETROGRAFİK İNCELENMESİ**

**Zeynel BAŞIBÜYÜK**

98107

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

**2000**

**TC. YÜKSEKÖĞRETİM KURULU  
DOKÜMANTASYON MERKEZİ**

**CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**MALATYA METAMORFİTLERİNİN (YEŞİLYURT GÜNEYDOĞUSU)  
MINERALOJİK-PETROGRAFIK İNCELENMESİ**

**Zeynel BAŞIBÜYÜK**

**YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

---

**Hüseyin YALÇIN**

**Jeoloji Mühendisliği Bölümü-Prof.Dr.**

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRLÜĞÜ' NE**

Bu çalışma, jürimiz tarafından, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak kabul edilmiştir.

**Başkan**

Prof.Dr.Ali YILMAZ

**Üye**

Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN

**Üye**

Yrd.Doç.Dr.Ömer BOZKAYA

**Üye**

.....

**Üye**

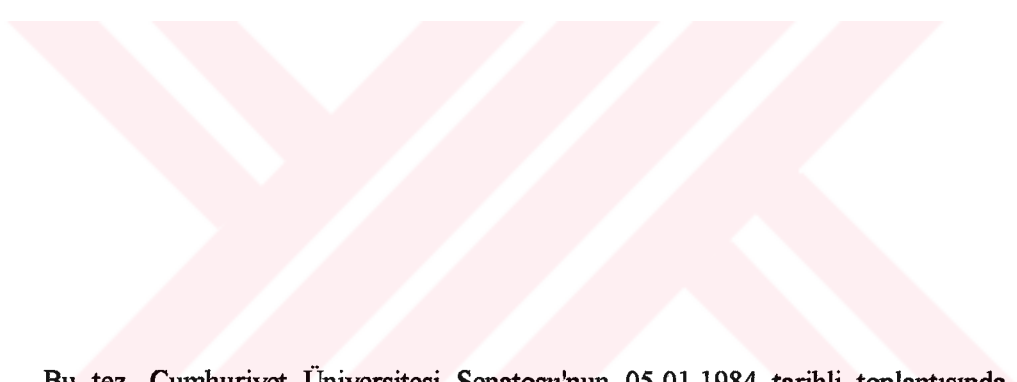
.....

Yukarıdaki imzaların, adı geçen öğretim üyelerine ait olduğunu onaylarım.

...../2000

**FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ**

Prof.Dr. Necati ÇELİK



Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 05.01.1984 tarihli toplantısında kabul edilen ve daha sonra 01.01.1994 tarihinde C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Müdürlüğünce hazırlanan ve yayınlanan "Yüksek Lisans ve Doktora Tez Yazım Kılavuzu" adlı yönergeye göre hazırlanmıştır.

**ÖZET**

Yüksek Lisans Tezi

**MALATYA METAMORFİTLERİNİN (YEŞİLYURT GÜNEYDOĞUSU)  
MİNERALOJİK-PETROGRAFİK İNCELENMESİ**

Zeynel BAŞIBÜYÜK

Cumhuriyet Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN

Doğu Torosların batı kesimini temsil eden allokton birimlerden birini de Yeşilyurt çevresinde (Malatya güneybatısı) yüzeyleyen Permo-Karbonifer yaşlı metamorfik kayalar oluşturmaktadır. Malatya metamorfikleri veya Malatya Metamorfik Masifi olarak bilinen istifin metamorfizma derecesi ve metamorfizmayı sağlayan etkenlerin önem sırası ile gömülme türünün (sedimenter veya tektonik) araştırıldığı bu çalışmada, ölçülü kesit boyunca alınan toplam 277 adet örnek üzerinde ince-kesit petrografisi ve X-ışınları difraksiyonu çözümlenmeleri (tüm kayaç ve kil fraksiyonu, illit "kristalinite", fillosilikat politipleri, muskovitlerin  $d(060)$  veya  $b_0$  değerleri, muskovitin paragonit bileşeni veya Na içeriği, kloritlerin yapısal formülleri) yapılmıştır.

Metamorfik kayalar klastik dokuyu bütünüyle kaybetmiş olup, çoğunlukla granoblastik dokulu meta-karbonatlardan (mermer, sleyt laminalı mermer, yer yer dolomitik mermer, muskovit- veya klorit-mermer ve kuvars-mermer) ve meta-pelitlerden (fillit, fillitik sleyt ve arduvaz/sleyt) oluşmaktadır. Genellikle buruşma tipi sleyt dilinimi gösteren meta-pelitler çok düşük dereceli metamorfizmanın iğnemsî yapı ve muskovit-klorit matriks biçiminde ifade edilen 4.dokusal zonuna karşılık gelmektedir. Meta-karbonatlar,

başlıca kalsit ve/veya dolomit, daha az miktarda muskovit, klorit ve kuvars; meta-pelitler ise mika, klorit, kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz, kalsit ve götit içermektedir. En sık gözlenen fillosilikat parajenezleri; muskovit + klorit, muskovit + klorit + paragonit, muskovit + klorit + paragonit + dikit'dir. Bazı örneklerde muskovit + klorit + dikit, muskovit + paragonit ve/veya dikit birliklerine de rastlanılmıştır. Örneklerin çoğunda az miktarda C-V, C-S (korensit) ve I-S (rektorit) gibi düzenli karışık tabakalı kil mineralleri de bulunmaktadır. Ayrıca, birkaç örnekte fillosilikat fraksiyonunu sadece muskovit veya klorit oluşturmaktadır. Muskovitler tümüyle  $2M_1$ , kloritler IIb, kaolinitler ise dikit politipine sahiptir. Muskovit+paragonit birlikteliğine sahip örneklerdeki muskovitlerin  $Na/(Na+K)$  içeriği % 1-20 (ortalama % 9) arasında değişmektedir. Meta-klastitlerde illit kristalinite değerleri  $\Delta^{\circ}2\theta=0.11-0.29$  (ortalama 0.17), klorit kristalinite değerleri ise  $\Delta^{\circ}2\theta=0.09-0.0.17$  (ortalama 0.15) arasında değişmekte olup, genellikle düşük epizonu (geç metajenez), kısmen yüksek ankizonu temsil etmektedir. Muskovitlerin  $d(060)$  değerleri 1.4976-1.5038 Å (ortalama 1.5009 Å) arasında değişmekte olup,  $b_0$  değerleri düşük basınç fasiyesi ile orta basınç fasiyesi serisinin en alt kesimlerini karakterize etmektedir.

Yukarıda sunulan veriler, Malatya metamorfik istifinin nap yerleşimine bağlı olarak gelişen tektonik gömülme sonucu P-t-T (basınç-sıcaklık-zaman) yönünde metamorfizma geçirdiğini göstermektedir.

**ANAHTAR KELİMELER:** Mineraloji, Petrografi, Diyajenez, Çok düşük Dereceli Metamorfizma, Fillosilikat, Kil

**ABSTRACT**

Ms Thesis

**MINERALOGICAL-PETROGRAPHICAL INVESTIGATION OF MALATYA  
METAMORPHITES, SOUTHEAST OF YEŞİLYURT**

Zeynel BAŞIBÜYÜK

Cumhuriyet University  
Institut of Applied and Natural Sciences  
Geological Engineering Department

Supervisor: Prof.Dr.Hüseyin YALÇIN

Permo-Carboniferous metamorphic rocks outcropping in Yeşilyurt area (Southwest of Malatya) are made up of one of the the allocthonous units representing western part of the Eastern Taurus. In this study, it has been investigated the metamorphic degree and the order of importance of the metamorphic factors, and burial type (sedimentary or tectonic) of the unit called as Malatya Metamorphics or Malatya Metamorphic Massive. X-ray diffraction analysis (whole rock and clay fraction, illite “crystallinity”, phyllosilicate polytypes,  $b_0$  or  $d(060)$  values of muscovites, Na content or paragonite component of muscovite, structural formulas of chlorites) were carried out on 277 samples taking from the along the the measured stratigraphic sections.

Metamorphic rocks, completely losing the clastic texture, consist of mainly meta-carbonates (marble, slate laminated marble, dolomitic marble, muscovite- or chlorite-marble and quartz-marble) with granoblastic texture and meta-pelites (phyllite, phyllitic slate, ardoise/slates). Metapelites have generally crenulation-type slaty cleavage, and are equal the 4. textural zone which is determined as spiny-like blastic structure and chlorite-muscovite matrix of very low-grade metamorphism. Metacarbonates contain calcite and/or dolomite, less muscovite, chlorite and quartz; whereas metapelites contain mica, chlorite,

quartz, feldspar, calcite and goetite. The most common phyllosilicate paragenesis are muscovite + chlorite, muscovite + chlorite + paragonite, muscovite + chlorite + paragonite + dickite. In some samples, paragenesis of muscovite + chlorite + dickite, muscovite + paragonite and/or dickite are also determined. Regularly mixed-layered clay minerals such as C-V, C-S (corrensite) and I-S (rectorite) are found a few amounts in the most samples. In addition, phyllosilicate fraction in some samples is represented only muscovite + chlorite. Muscovite, chlorite and kaolinite have 2M1, I1b and dickite polytypes, respectively. Na/(Na+K) content of muscovite in the samples including muscovite+paragonite paragenesis range from 1 to 20 % (mean 9 %). Illite and chlorite crystallinity data of metaclastics are  $\Delta^2\theta=0.11-0.29$  (mean 0.17) and  $\Delta^2\theta=0.09-0.17$  (mean 0.15), respectively, which represent low epizone and partly high anchizone. d(060) values of muscovites vary from 1.4976-1.5038 Å (mean 1.5009 Å) that characterize the facies series of low pressure and the lowest part of medium pressure.

Data show that Malatya metamorphites were metamorphosed in an anticlockwise P-T-t (pressure-temperature-time) pathway, as a result of tectonic burial depending upon nappe emplacement.

**Key Words:** Mineralogy, Petrography, Diagenesis, Very Low-Grade Metamorphism, Phyllosilicate, Clay



## TEŞEKKÜR

Öncelikle arazi, laboratuvar ve tez yazım çalışmalarım sırasında her türlü yardım ve katkıyı sağlayan ve yönlendiren danışman hocam Prof.Dr. Hüseyin YALÇIN' a (C.Ü.),

Optik mikroskopi ve X-ışınları verilerinin tanımlanmasındaki katkıları için hocam Yrd.Doç.Dr. Ömer BOZKAYA'ya;

Büro ve laboratuvar çalışmaları sırasında çeşitli yardımları için Araş. Gör. Gülşen GÜMÜŞER'e (C.Ü.),

XRD ve jeokimyasal çözümlenmeleri gerçekleştiren C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü MİPJAL teknik personelleri Kim. Müh. Fatma YALÇIN ve Uzman Ümit ŞENGÜL' e, ince kesitleri yapan Davut OYMAK ve Ufuk KUŞ'a,

Tez çalışmalarını esnasında her türlü desteğini esirgemeyen aileme, teşekkür ederim.

Zeynel BAŞIBÜYÜK

28.01.2000

## İÇİNDEKİLER

	Sayfa
ÖZET	v
ABSTRACT	vii
TEŞEKKÜR	ix
İÇİNDEKİLER	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
EK ÇİZELGELER DİZİNİ	xiii
SİMGELER DİZİNİ	xiv
1. GİRİŞ	1
1.1. Amaç ve Kapsam	1
1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması	1
1.3. Önceki Çalışmalar	3
2. STRATİGRAFİ	5
2.1. Litostratigrafi Birimleri	5
2.1.1. Pınarbaşı formasyonu	7
2.1.2. Kalecik formasyonu	5
3. MİNERALOJİ-PETROGRAFI	10
3.1. İnceleme ve Çözümleme Yöntemleri	10
3.2. İnceleme ve Çözümleme Sonuçları	11
3.2.1. Optik mikroskop incelemeleri (OM)	12
3.2.2. X-ışınları çözümlenmeleri (XRD)	17
3.2.2.1. Mineral toplulukları	17
3.2.2.2. İllit ve klorit kristalinite	26
3.2.2.3. Beyaz mikalar	27
3.2.2.4. Kloritler	33
4. JEOKİMYA	36
4.1. Çözümleme Yöntemleri	36
4.2. Çözümleme Sonuçları	36
5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA	42
6. EK AÇIKLAMALAR	46
A-OM İnceleme Sonuçları	46
B-XRD Çözümleme Sonuçları	55
7. KAYNAKLAR	62
ÖZGEÇMİŞ	

## ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil No.		Sayfa
Şekil 1.1.	a) İnceleme alanın yer bulduru haritası, b) pafta indeksi, c) Toros kuşağındaki birliklerin coğrafik yayılımı (Özgül, 1976), d) Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağının jeoloji haritası (Yazgan, 1984; Bingöl, 1989; Yılmaz, 1993'den hazırlanmıştır).	2
Şekil 2.1.	Yeşilyurt güneydoğusunun jeoloji haritası (Karaman vd., 1993'den kısmen değiştirilerek).	5
Şekil 2.2.	Yeşilyurt güneydoğusunun genelleştirilmiş stratigrafi dikme kesiti (Gözübol ve Önal, 1986 ile Karaman vd., 1993'den değiştirilerek).	6
Şekil 2.3.	Aşağı Kozluk Mahallesi batısında Pınarbaşı formasyonunda izlenen yeşil-kahverengi, mermer bantları/laminaları içeren sleytler.	8
Şekil 2.4.	Pınarbaşı mahallesinin doğusunda Pınarbaşı formasyonunda izlenen Zigzag görünümlü, buruşma klivajlı sleytler.	8
Şekil 2.5.	Makik tepe güneyinde Kalecik formasyonunda izlenen ince sleyt arakatlı kalın yapraklanmalı gri-sarı-kahverengi metakarbonatlar.	9
Şekil 2.6.	Suçan tepe kuzeyinde Kalecik formasyonunda izlenen ince tabakalı, breşik görünümlü, metaklastit arakatlı metakarbonatlar.	9
Şekil 3.1.	Fillitik sleytlerde zayıf gelişmiş buruşma tipi sleyt dilinimi (ZB-64, çift nikol).	13
Şekil 3.2.	Metasilttaş laminalı sleytlerde belirgin buruşma tipi sleyt dilinimi (ZB-43, çift nikol).	13
Şekil 3.3.	Sleytlerde S0=S1 olan zayıf gelişmiş kesikli sleyt dilinimi (ZB-229, çift nikol).	14
Şekil 3.4.	Mermer laminalı sleytlerde karbonat ve fillosilikat laminasyonları (ZB-44, çift nikol).	14
Şekil 3.5.	Metasilttaş laminalı sleytlerde kuvars laminasyonları, buruşma ve buruşma tipi sleyt dilinimi (ZB-177, çift nikol).	15
Şekil 3.6.	Mermerlerde granoblastik-sütürlü doku (ZB-149, çift nikol).	15
Şekil 3.7.	Serizit-mermerlerde fillosilikat minerallerince oluşturulan yönlü doku (ZB-216, çift nikol).	16
Şekil 3.8.	Mermerlerde gözeneklerde gelişmiş lifsi-levhamsı muskovit (mu), margarit (ma) ve iğnemsî götit (gt) mineralleri (ZB-19, çift nikol).	16
Şekil 3.9.	Sleyt laminalı mermerlerde buruşma gösteren fillosilikat laminasyonları (ZB-159, çift nikol).	18
Şekil 3.10.	Sleyt laminalı mermerlerde buruşma ve zayıf gelişmiş buruşma dilinimi (ZB-183, çift nikol).	18
Şekil 3.11.	Metakumtaşlarında kataklastik doku ve serizitik mikalar ile kuvarslar arasındaki sütürlü sınır ilişkisi (ZB-144, çift nikol).	19
Şekil 3.12.	Pizolitli sleytlerde kloritik matriksli pizolitler (ZB-86, çift nikol).	19
Şekil 3.13.	Vitrofirik-porfirik dokulu ve klorit matriksli metavolkanitler (ZB-158, tek nikol).	20
Şekil 3.14.	Sleytlerde muskovit + klorit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	21
Şekil 3.15.	Sleyt laminalı mermerlerde muskovit + klorit + paragonit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	21
Şekil 3.16.	Sleytlerde muskovit + klorit + paragonit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	22

Şekil 3.17.	Sleytlerde muskovit + klorit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	22
Şekil 3.18.	Sleytlerde muskovit + paragonit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	23
Şekil 3.19.	Fillitik sleytlerde muskovit + paragonit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	23
Şekil 3.20.	Metakumtaşlarında muskovit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	24
Şekil 3.21.	Karbonatlı sleytlerde muskovit + klorit + paragonit + C-S parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	24
Şekil 3.22.	Karbonatlı sleytlerde muskovit + klorit + I-S parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	25
Şekil 3.23.	Metakumtaşlarında muskovit + klorit + C-V parajenezinin XRD-KF difraktogramı.	25
Şekil 3.24.	Muskovitlerde IC ve I(002)/I(001) oranlarının konumu.	27
Şekil 3.25.	Muskovitlerde IC ve şiddet oranı ile kristalit büyüklüğü (N) arasındaki ilişki.	29
Şekil 3.26.	Muskovit + paragonitin d(002) yansımaları arasındaki ilişki.	30
Şekil 3.27.	Muskovitlerde IC ve $b_0$ veya $d(060)$ arasındaki ilişki.	32
Şekil 3.28.	Muskovitlerde I(002)/I(001) oranları ile oktahedral Fe+Mg arasındaki ilişki.	32
Şekil 3.29.	Bazal pik oranlarına göre kloritlerin Fe içerikleri. Kesik çizgiler Fe'in talk, D ise Fe'in talk ve brusit tabakasındaki dağılımını göstermektedir (Chagnon ve Desjardins, 1991).	35
Şekil 4.1.	Toros Kuşağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerdeki bazı oksitlerin değişim diyagramları.	38
Şekil 4.2.	Toros Kuşağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerdeki %K <sub>2</sub> O-%Na <sub>2</sub> O değişim diyagramları.	39
Şekil 4.3.	Toros Kuşağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerdeki %tFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> -%MgO değişim diyagramları.	40
Şekil 4.4.	Toros Kuşağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerin kondrit normalize çoklu element değişim diyagramı.	41
Şekil 4.5.	Toros Kuşağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerin NASC normalize çoklu element değişim diyagramı.	41
Şekil 5.1.	Malatya metamorfitlelerine ait jeolojik kesitte mineralojik verilerin dağılımı.	42
Şekil 5.2.	Malatya metamorfitlelerinin hipotetik P-T-t evrimi (Tektonik ortamlar: Robinson, 1987; Ana fasiyes sınırları: Turner, 1981 ve Liou ve diğ. 1985; 1.Diyajenezin üst sınırı: Winkler, 1979; 2.Kaolinit/dikitin üst sınırı: Frey, 1987; 3.Çok düşük-dereceli metamorfizma sınırı: Winkler, 1979; İllit/muskovitlerin $b_0$ çizgileri: Guidotti ve Sassi, 1986 ve Rice ve diğ. 1989; Kristalinite ve politipi verileri: Frey, 1986 ve 1987; paragonitin alt sınırı: Frey, 1987).	45

**ÇİZELGELER DİZİNİ**

Çizelge No.		Sayfa
Çizelge 3.1.	Malatya metamorfitlerine ait muskovit ve kloritlerin kristalinite değerleri.	26
Çizelge 3.2.	Muskovit ve klorit politipleri ile muskovitlerin şiddet oranları.	28
Çizelge 3.3.	Malatya metamorfitlerine ait 2M muskovit ve 2M paragonitlerinin d(005), d(002) ve $b_0$ değerleri.	30
Çizelge 3.4.	Malatya metamorfitlerine ait muskovit/illitlerin d(060) ve $b_0$ değerleri ile oktahedral Fe+Mg içerikleri.	31
Çizelge 3.5.	Kloritlerin (002)/(001) ve (004)/(003) pik şiddet oranları ile talk ve brusit tabakalarındaki oktahedral Fe içerikleri (B&B=Brown ve Brindley, 1980; C&D= Chagnon ve Desjardins, 1991)	33
Çizelge 4.1.	Malatya Metamorfitlerinin kimyasal çözümleme sonuçları.	37

**EK ÇİZELGELER DİZİNİ**

Ek Çizelge No.		Sayfa
Ek Çizelge A1.	Pınarbaşı Formasyonu kayaç örneklerinin OM inceleme sonuçları.	91
Ek Çizelge A2.	Kalecik Formasyonu kayaç örneklerinin OM inceleme sonuçları.	91
Ek Çizelge B1.	Pınarbaşı Formasyonu kayaç örneklerinin XRD çözümleme sonuçları (%).	101
Ek Çizelge B2.	Kalecik Formasyonu kayaç örneklerinin XRD çözümleme sonuçları (%).	101

**SİMGELER DİZİNİ**

<b>Simge</b>	<b>Açıklamalar</b>
<b>C</b>	<b>Klorit</b>
<b>C-S</b>	<b>Klorit-Smektit</b>
<b>C-V</b>	<b>Klorit-Vermikülit</b>
<b>DM</b>	<b>Diğer mineraller</b>
<b>Do</b>	<b>Dolomit</b>
<b>Fm</b>	<b>Feldispat</b>
<b>Gt</b>	<b>Götit</b>
<b>I/M</b>	<b>İllit/Muskovit</b>
<b>I-S</b>	<b>İllit-Smektit</b>
<b>K</b>	<b>Kaolinit</b>
<b>Ka</b>	<b>Kalsit</b>
<b>KF</b>	<b>Kil fraksiyonu</b>
<b>Km</b>	<b>Kil mineralleri</b>
<b>Om</b>	<b>Opak mineral</b>
<b>Pa</b>	<b>Paragonit</b>
<b>Plj</b>	<b>Plajiyoklaz</b>
<b>S</b>	<b>Smektit</b>
<b>Q</b>	<b>Kuvars</b>
<b>TK</b>	<b>Tüm kayaç</b>
<b>XRD</b>	<b>X-ışınları difraksiyonu/difrakrometresi</b>
<b>XRF</b>	<b>X-ışınları floresans spektrometresi</b>

## 1. GİRİŞ

### 1.1. Amaç ve Kapsam

Toros kuşağı boyunca yüzeylenen birimler Özgül (1976) tarafından görelî otokton (Kambriyen-Eosen yaşlı Geyikdağı Birliği) ve allokton (Devoniyen-Alt Tersiyer yaşlı Bolkardağı, Üst Devoniyen-Üst Kretase yaşlı Aladağ, Kambriyen-Üst Kretase yaşlı Antalya, Permilen-Üst Kretase yaşlı Bozkır ve Permilen-Alt Tersiyer yaşlı Alanya Birliği) olmak üzere birliklere ayrılmışlardır (Şekil 1.1). Toros kuşağına ait görelî otokton Geyikdağı Birliği (Bozkaya, 1995; Bozkaya ve Yalçın, 1995, 1998 ve 1999) ile allokton birliklerden Bolkardağı Birliği (Yalçın ve Bozkaya, 1997; Bozkaya ve Yalçın, 1997a); Aladağ Birliği (Bozkaya ve Yalçın, 1997b) ve Alanya Birliği (Bozkaya, 1998) üzerinde mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelemeler gerçekleştirilmiş ve literatürde tartışılan diyajenez/metamorfizma derecelerinden oldukça farklı sonuçlar elde edilmiştir.

Bu projenin amacı ise Doğu Toroslarda yüzeyleyen ve önceki araştırmacılarca (Yazgan, 1984; Önal ve diğ., 1986; Karaman ve diğ., 1993) stratigrafik ve yapısal özellikleri ortaya konulan Alanya Birliği'ne ait Malatya Metamorfitlelerinin mineralojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi ve diyajenez /metamorfizma derecelerinin belirlenerek bu birliğin Toroslardaki görelî otokton ve diğer allokton birliklerle benzerlik ya da farklılıklarının denestirilmesidir. Malatya metamorfitlelerinin ayrıntılı mineralojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi ile Doğu Toroslardaki birliklerde gerçekleştirilen metamorfik amaçlı çalışmalara bir yenisi eklenmiş olacaktır. Ayrıca, bu birliğin Toroslardaki diğer otokton ve allokton birliklerle denestirilmesi sonucu, hangi birliklere ait olduğu henüz çözümlenemeyen birimlerin ayırt edilmesine ilişkin ölçütler ortaya konulabilecektir. Bu çalışma sonucunda Malatya metamorfitlelerinin metamorfizma koşulları (sıcaklık, zaman ve basınç) belirlenmiş olacaktır. Sonuçta, bölgesel jeodinamik yorumların daha nesnel bir ortamda yapılmasına olanak sağlanacaktır.

### 1.2. İnceleme Alanının Tanıtılması

İnceleme alanı Toros kuşağı içerisinde Doğu Torosların orta kesiminde, Malatya iline bağlı Yeşilyurt ilçesinin güneydoğusunda yer almakta ve 1/25.000 ölçekli Malatya L40-b4 ve c1 paftalarının kesiştiği yaklaşık 250 km<sup>2</sup>'lik bir alanı kapsamaktadır (Şekil 1a).

İnceleme alanındaki yükseltiler güneye doğru artış göstermekte olup, başlıcaları Şillan tepe (2545 m), Beydağı (2501 m), Büyükhamzadağı tepe (2270 m) ve Samandöken





tepe (2192 m) olarak sıralanabilir. Çalışma alanındaki en büyük akarsuyu bölgeyi güneydoğudan kuzeybatıya doğru kateden Derme çayı oluşturmaktadır.

Bölge halkı geçimini, Malatya iline yakın olması nedeniyle küçük ve büyük ölçekli sanayi tesislerinde çalışarak, ayrıca bahçecilik ve kısmen de hayvancılıkla sağlamaktadır.

### 1.3. Önceki Çalışmalar

Doğu Anadolu Fayı ve bindirme kuşağının kuzeyindeki inceleme alanı ve yakın çevresinde yer alan masiflerde başlıca metamorfik jeoloji ve tektonik incelemeler (Yazgan, 1981, 1984; Yazgan vd., 1983; Michard vd., 1984; Yılmaz ve Yiğitbaş, 1990; Yazgan ve Chessex, 1991; Karaman vd., 1993; Yılmaz vd., 1992; Yılmaz, 1993) yapılmıştır. Bu araştırmacılar Yılmaz ve Yiğitbaş (1990) ile Yılmaz (1993) Güneydoğu Anadolu Bölgesi'nde güneyden kuzeye doğru; Arap Platformu, Ekay Zonu ve Nap Bölgesi olmak üzere üç tektonik kuşak ayırtlamıştır. Bunlardan Arap Platformu Kambriyen-Tersiyer yaş aralığına sahip otokton sedimanter kayaçlar, Nap Bölgesi ofiyolitik, metamorfik, volkanik-volkanoklastik sedimanter kayaçlar ile temsil edilmektedir. (Şekil 1). Ekay zonu ise Arap Platformunun kuzey kesimini sınırlamakta, ters fay ve bindirme dilimlerinden oluşmaktadır. Malatya, Keban ve Engizek Metamorfikleri, Özgül (1976) tarafından tanımlanan Alanya Birliği'ne, Pütürge ve Bitlis Metamorfikleri ise Misis Birliği'ne karşılık gelmektedir (Şekil 1b ve c). Nap Bölgesi'nin kuzeybatısında Doğu Toros Otoktonu'na (Geyikdağı Otoktonu) ait Jura-Tersiyer yaşlı sedimanter birimler yüzeylenmektedir. Bölgedeki bu birimler Neojen-Kuvaterner yaşlı sedimanter ve volkanik kayaçlar ile uyumsuz olarak örtülmektedir

Yazgan (1984) ile Yazgan ve Chessex (1991) Malatya ve Keban Metamorfiklerini Keban levhasını temsil eden üst yeşilist, Pütürge ve Bitlis Metamorfiklerini Arap levhasını temsil eden yeşilist-amfibolit fasiyesindeki metamorfik kayaçları olarak ayrı ayrı değerlendirmiştir. Yılmaz vd. (1992) bölgedeki tüm metamorfikleri "Güneydoğu Anadolu Metamorfik Masifleri" olarak tanımlamış, bunların köken ve tektonik konum açısından aynı ifade etmişlerdir. Yazarlar, Pütürge metamorfik masifinde metamorfik istifin yüksek dereceli kesiminin, Malatya ve Keban metamorfik masiflerinde ise düşük dereceli mermer zarfının yüzeylediğini belirtmişlerdir.

Yılmaz ve diğ. (1993) Keban ve Malatya yöresindeki nap konumlu metamorfitleerin benzer özellikler sunduğu ve iki yöre adının birleştirilmesiyle daha geniş bir anlam taşıyacağını düşünerek “Keban-Malatya Birimi” adlamasını yeğlemişler ve Alanya Birliği ile kısmen denestirilebileceğini ifade etmişlerdir. Araştırmacılara göre, birim Üst Paleozoyik-Kretase yaş aralığına sahip olup, alt kesimi en azından amfibolit, Permiyen Triyas yaşlı bölümü yeşilist fasiyesinde, Jura-Kretase yaşlı bölümü ise daha düşük bir derecede metamorfizma geçirmiştir. Ayrıca, Keban-Malatya Birimi'nin Gürün Görelî Otoktonu ya da Geyikdağı Birliği'nin metamorfik karşılığı olduğu ve iki istifin benzer stratigrafik özellikler gösterdiğini ortaya koymuşlardır.

Bu çalışmada metapelit ve metakarbonatlarla temsil edilen ve Malatya Metamorfileri (Perinçek, 1979), Malatya napı (Yazgan, 1984), Malatya Metamorfik Masifi (Yılmaz, 1993) veya Keban-Malatya Birimi (Yılmaz ve diğ., 1993) olarak adlandırılan birimlerin petrojenezi ve metamorfizma koşulları araştırılarak ortaya konulan verilerin ışığında Toros kuşağındaki diğer birliklerle denestirilmesi amaçlanmıştır.

## 2. STRATİGRAFİ

### 2.1. Litostratigrafi Birimleri

İnceleme alanında allokton ve otokton olarak adlandırılacak kayaç birimleri bulunmaktadır. Bunlardan Permo-Karbonifer yaşlı Malatya metamorfikleri allokton, Üst Kretase-Tersiyer yaşlı örtü birimleri ise otokton konumludur.

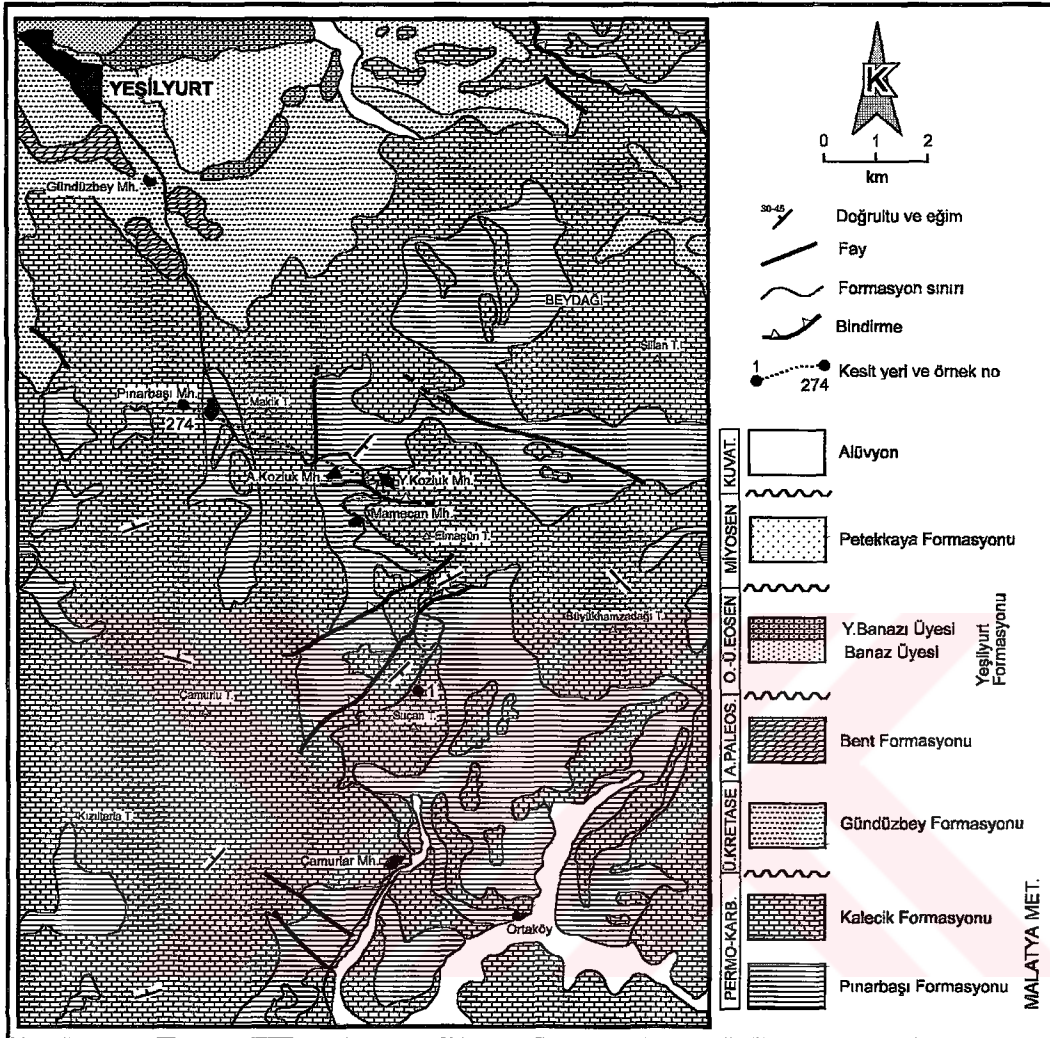
Sungurlu (1972) Gölbaşı-Gerger arasında yaptığı çalışmasında metamorfik kayaçları Kilkayak formasyonu olarak adlandırmış, daha sonraki çalışmasında (Sungurlu, 1974) ise Malatya metamorfikleri adını kullanmıştır. Perinçek (1978) Çelikhane-Koçalı-Sincik yöresinde yaptığı çalışmada Malatya metamorfikleri adını kullanarak bu birimi alt ve üst metamorfikler şeklinde iki bölüme ayırarak incelemiştir. Malatya metamorfikleri Karaman vd. (1993) tarafından şist, kalkışist ve mermer biçiminde ayırtılarak haritalanmıştır (Şekil 2.1). Bu projede şist ve kalkışistlerin gerçekte sleyt (arduvaz) ve ince mermer bantlı ve/veya laminalı sleytlere karşılık geldiği belirlenerek, bu litoloji birimleri birleştirilmiştir. Gözübol ve Önal'ın (1986) adlamalarına bağlı kalınarak metapelitik kayaçlar Pınarbaşı formasyonu, metakarbonatlar ise Kalecik formasyonu olarak gösterilmiştir. Bunların üzerinde uyumsuzlukla Üst Kretase-Tersiyer yaşlı örtü birimleri yer almaktadır (Şekil 2.2).

İnceleme alanında KD-GB ve KB-GD doğrultulu bindirme fayları ile türü belirtilmemiş faylar bulunmaktadır (Karaman vd. 1993). Bu faylar Permo-Karbonifer yaşlı birimlerin içinde, ayrıca birimler ile sınır oluşturacak şekilde de gelişmiştir. Tabaka konumlarından izlenebildiği kadarıyla, çok sayıdaki mesoskopik ölçekli kıvrımların birleşmesinden meydana gelmiş ve faylara paralel antiklinal ve senklinaller birbirini izlemektedir.

#### 2.1.1. Pınarbaşı formasyonu

Birim, Pınarbaşı, Aşağı Kozluk, Memecan ve Çamurlar Mahalleleri arasındaki vadilerde yüzeylenmektedir.

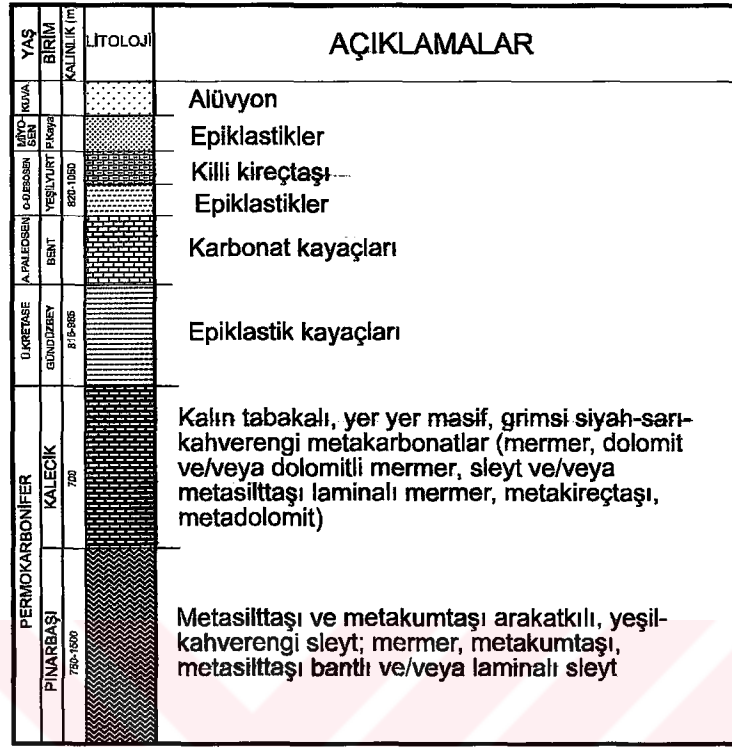
Birimin ana litolojisini yeşil-kahverengi sleyt ve sarı-kahverengi ince mermer bantlı sleytler oluşturmaktadır (Şekil 2.3). Sleytler, parlak ve kaygan olan belirgin klivaj düzlemlerine ve kesişen kalem yapısına sahip olup, yaygın biçimde mesoskopik ölçekli kıvrımlanmalar göstermektedir. Metapelitlere arakatlı biçimde ince-orta tabakalı metakarbonatlar (gri-siyah renkli metakireçtaşı, mermer, dolomitli mermer) ve metaklastit-



Şekil 2.1. Yeşilyurt güneydoğusunun jeoloji haritası (Karaman vd., 1993'den değiştirilerek).

ler (yeşil-siyah renkli metasilttaşı ve metakumtaşı) eşlik etmektedir. Metaklastitlerden oluşan tabakalar daha sert ve konkoyidal kırılma gösteren çıkıntılar ile daha yumuşak olan metapelitlerden ayırtedilebilmektedir. Metaklastikler içinde mercer ve/veya yumrular biçiminde kuvarsit ve/veya karbonatlara da rastlanılmaktadır.

İnceleme alanında tabanı gözlenemeyen birim, oldukça kıvrımlı, kırıklı ve kendi içerisinde ekaylı bir yapıya sahip olması nedeniyle düzenli bir kesiti gözlenememiştir. Birimin görünür kalınlığının 750-1500 m civarında olduğu belirtilmektedir (Gözübol ve Önal, 1986). Sleytlerle arakatlı metakarbonatlardan elde edilen fosil bulgularına göre, birimin yaşı Karbonifer olarak belirlenmiştir (Karaman vd. 1993).



Şekil 2.2. Yeşilyurt güneydoğusunun genelleştirilmiş stratigrafi dikme kesiti (Gözübol ve Önal, 1986 ile Karaman vd., 1993'den kısmen değiştirilerek).

### 2.1.2. Kalecik formasyonu

İnceleme alanında en fazla yüzey alanına sahip olan birim, topografik olarak yüksek kesimlerde ortaya çıkarak Pınarbaşı formasyonunu üzerlemektedir.

Birim, kalın tabakalı, bol çatlaklı, yer yer breşik ve masif görümlü, grimsi siyah-sarı-kahverengi metakarbonatlar (mermer, dolomit ve/veya dolomitli mermer, sleyt ve/veya metasilttaşı laminalı mermer, metakireçtaşı ve metadolomit) ile temsil edilmektedir (Şekil 2.5). Metakarbonatlarda sleyt, karbonat laminalı sleyt, fillitik sleyt, metakumtaşı, metasilttaşı ve ender olarak metavolkanit arakatlıları da gözlenmektedir. Ayrıca metakarbonatlarda kırmızı renkli alterasyon zonlarının yanı sıra, breşik zonlara da rastlanılmaktadır (Şekil 2.6).

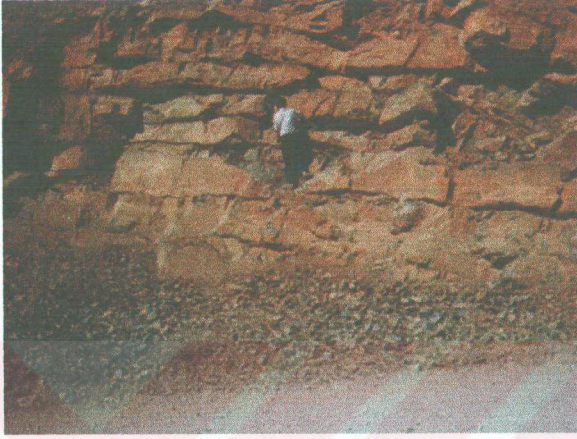
Karmaşık tektonik yapısından dolayı düzenli bir kesit sunmayan birimin kireçtaşı ve metakarbonatlarında Permian yaşlı fosiller bulunmuş; metavolkanitlerin de yer aldığı birimin üst kesimlerindeki dolomitik seviyelerin ise Triyas'a karşılık geldiği belirtilmektedir (Karaman vd. 1993). Birimin görünür kalınlığı yaklaşık 700 m dir (Gözübol ve Önal, 1986).



Şekil 2.3. Aşağı Kozluk mahallesinin batısında Pınarbaşı formasyonunda izlenen yeşil-kahverengi, mermer bantları/laminaları içeren sleytler.



Şekil 2.4. Pınarbaşı mahallesinin doğusunda Pınarbaşı formasyonunda izlenen zig-zag görümlü, buruşma dilinimli sleytler.



Şekil 2.5. Makik tepe güneyinde Kalecik formasyonunda izlenen ince sleyt arakatlı kalın yapraklanmalı gri-sarı-kahverengi metakarbonatlar.



Şekil 2.6. Suçan tepe kuzeyinde Kalecik formasyonunda izlenen ince tabakalı, breşik görünümlü, metaklastit arakatlı metakarbonatlar.

### 3. MİNERALOJİ-PETROGRAFI

#### 3.1. İnceleme ve Çözümleme Yöntemleri

İnceleme alanında yer alan birimlerden sadece Pınarbaşı ve Kalecik formasyonlarına ait çok düşük dereceli metamorfik kayalardan ölçülü kesitler boyunca, her biri yaklaşık 1 kg ağırlığında olan toplam 277 adet kayaç örneği alınmıştır. Bunlar Cumhuriyet Üniversitesi (C.Ü.) Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) yıkandıktan sonra ince-kesit, kırma-öğütme-eleme, kil ayırma, X-ışınları difraksiyonu (XRD) ve optik mikroskopi (OM) gibi çeşitli işlemlerden geçirilmiştir.

OM incelemeleri, C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarı'nda hazırlanan lam preparatlar (ince kesit) üzerinde Nikon marka, binoküler alttan aydınlatmalı polarizan mikroskobunda yapılmıştır. Bu incelemeler yaygın olarak metapelit, metakarbonat ve metaklastik kayalarda uygulanmıştır. Bu yöntem ile kayacı oluşturan bileşenler ve bunların dokusal özellikleri tanımlanarak kayaçların adlandırılmalarının yanı sıra; diyajenetik/metamorfik tαιihçeleri aydınlatılmaya çalışılmıştır.

OM ile incelenemeyecek kadar küçük (submikroskopik) tane boyuna sahip çok düşük dereceli metamorfik kayaçların mineralojik bileşimlerinin (XRD-TK) ve kil boyu bileşimlerinin (XRD-KF), ayrıca minerallerdeki polimorfik değişimlerin belirlenmesi amacıyla bu yöntem çok sık olarak kullanılmıştır.

XRD çalışmalarında kullanılacak örnekler önce 3-5cm' lik parçalar halinde çekiçle, daha sonra Fritsch marka çeneli kırıcıda 5mm' den küçük taneler halinde kırılmış ve yine aynı marka silikon karbid çanaklı öğütücüde yaklaşık 10-30 dk. süreyle öğütülmüştür.

XRD çözümlenmeleri Rigaku marka DMAX IIIC model difraktometrede yapılarak tüm kayaç ve kil boyu bileşenleri (< 2 µm) tanımlanmış ve yarı nicel yüzdeleri de dış standart yöntemine (Brindley, 1980) göre hesaplanmıştır. Minerallerin yarı-nicel yüzdelerinin hesaplanmasında aşağıdaki şiddet oranları kullanılmıştır: Dolomit=1.00, Kalsit=0.83±0.25 (standart sapma-SS=0.22), Kuvars=0.57±0.09 (SS=0.08), Feldispat=3.76±0.97 (SS=0.92), Fillosilikatlar=18.39±4.03 (SS=3.65). Bu hesaplamada minerallerin en şiddetli pikleri esas alınmıştır. Toz difraktogramları için aşağıda verilen aletsel koşullar kullanılmıştır: Anot = Cu (CuK<sub>α</sub>=1.541871Å), Filtre = Ni, Gerilim = 35 kV, Akım = 15 mA, Gonyometre hızı = 2°/dak., Kağıt hızı = 2cm/dak., Zaman sabiti = 1



sn, Yarıklar =  $1^\circ-0.1 \text{ mm}-1^\circ$ , Kağıt aralığı  $2\theta = 5-35^\circ$ . XRD difraktogramlarının çözümlenmelerinde J.C.P.D.S. (1990) kartlarından yararlanılmıştır.

Fillosilikat/kil içeren metasedimanter kayaçlarda, bu minerallerin diğerlerinden ayrılması işlemleri C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Kil Ayırma Laboratuvarı'nda gerçekleştirilmiştir. Bu yöntem kimyasal çözme (karbonat gibi kil-dışı fraksiyonun uzaklaştırılması), santrifüjleme-dekantasyon-yıkama, sedimentasyon-sifonlama-santrifüjleme ve şişelemeden oluşmaktadır. Santrifüjleme, Heraeus Sepatech marka Varifuge 3.2 S model 5600 devir/dk hıza ve 200 cc kapasiteli metal kodelere sahip santrifüjde yapılmıştır.

XRD-KF çözümlenmeleri için ayrılmış her kil çamurundan üzerine sıvama veya kabarıp çatlayanlarda süspansiyon halinde üç adet yönlendirilmiş lam preparat hazırlanmış ve bunlar oda sıcaklığında kurutulmuştur. Sonra, aynı kağıta normal (havada kurutulmuş), fırınlı ( $490^\circ\text{C}$ ' de 4 saat kül fırınında tutulmuş), etilen glikollü ( $60^\circ\text{C}$ ' de 16 saat desikatörde etilen glikol buharında bekletilmiş) kayıtlar yapılmıştır. Çekimlerde gonyometre hızı  $1^\circ/\text{dak}$  ve kayıt aralığı  $2\theta=2-30^\circ$  (hata miktarı  $\pm 0.04^\circ$ ) olarak ayarlanmıştır. Kil minerallerinin tanımlanması (001) bazal yansımalarına göre yapılmış ve d-mesafelerinin ölçülmesinde kuvars iç standart olarak kullanılmıştır. Kil fraksiyonunun yarı nicel yüzdeleri glikollü piklerinden itibaren verilen şiddet oranları (Moore ve Reynolds, 1997: smektit- $d_{003}$ -0.81, illit- $d_{002}$ -0.51, kaolinit- $d_{002}$ -2.19; Sirocko ve Lange, 1991: klorit- $d_{003}$ -0.85; bu çalışma: paragonite- $d_{002}$ -0.60) hesaplanmıştır.

İllitlerin oktaedrik bileşimleri  $d_{(060)}$  pikinden itibaren  $b_0$ -parametresi ile hesaplanmıştır (Caillere ve Hénin, 1963; Grim, 1968; Weaver and Pollard, 1973; Brown and Brindley, 1980). Bu ölçüm, kuvarsin (211) piki ( $2\theta = 59.982^\circ$ ,  $d=1.541 \text{ \AA}$ ) referans alınarak  $2\theta=59-63^\circ$  ( $\pm 0.01^\circ$ ) kayıt aralığında ve  $1^\circ/\text{dak}$ . gonyometre hızında ölçülmüştür.

$10\text{-\AA}$  illit pikinin yarı yüksekliğindeki genişliği Kübler (1984) indisine göre ölçülmüştür. İllit (IC) ve klorit (ChC) kristalinite ölçümlerinin kalibrasyonu için Warr ve Rice (1994) tarafından tanımlanan kristalinite indeksi standartları (CIS) kullanılmıştır (Bozkaya ve Yalçın, 1996). İllit/muskovit ve klorit politipleri yönlenmemiş toz çekimlerinden itibaren  $2\theta=5-65^\circ$  arasındaki ayırtman pikler (Bailey, 1980, 1988) yardımıyla belirlenmiştir.

### 3.2. İnceleme ve Çözümleme Sonuçları

Benzer ve/veya aynı litojiler içermesi nedeniyle, iki birim Malatya metamorfikleri biçiminde bir bütün olarak incelenerek aşağıda sunulmuştur.

### 3.2.1. Optik mikroskop incelemeleri (OM)

Çok düşük dereceli metamorfik kayaların OM inceleme sonuçları Ek Çizelge A1 ve A2 de sunulmuştur.

Sleytler, fillosilikat (serizit/muskovit, klorit), kuvars, feldispat ve kalsit ve ender olarak dolomit içermektedir. Karbonatlı sleytlerde karbonat minerali içeriği % 25'i geçmektedir. Sleyt ve fillitik sleytlerde kil matriksi serizitik muskovit ve klorite dönüşmüş, detritik kuvars da tümüyle rekristalizasyona (dilinim düzlemlerine paralel kuvars merceklerinin gözlenmesi) uğramıştır.

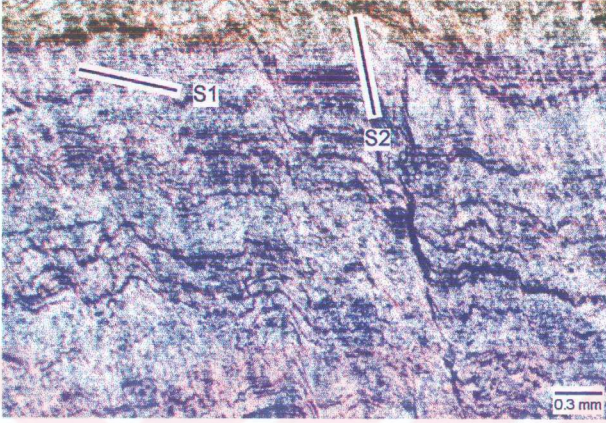
Metapelitlerin büyük bir bölümünde buruşma gelişmiş olmakla birlikte, sleyt dilinimi/klivajı zayıftır (Şekil 3.1). Özellikle fillitik sleytlerde buruşma tipi-sleyt dilinimi (Kisch, 1991) / ayrılmış buruşma dilinimi (Gray, 1977a,1977b) daha belirgin olup, daha iri tane boyuna sahip mikalar da gözlenmektedir (Şekil 3.2). Bu kayalarda ilksel tabaka düzlemleri ( $S_0$ ) ve sleyt dilinimleri ( $S_1$ ) veya  $S_1$  ile  $S_2$  arasındaki açı  $70-90^\circ$  arasında değişmektedir.

Buruşma gözlenmeyen bazı sleytlerde ise çoğunlukla sık aralıklı kesiksiz veya pürüzsüz (Powell, 1979), kısmen de zayıf ve kesikli sleyt dilinimleri gelişmiştir (Şekil 3.3). Bunlarda ( $S_0$ ) ile ( $S_1$ ) yaklaşık birbirine paralel veya  $10^\circ$  den küçük açıyla kesişirler.

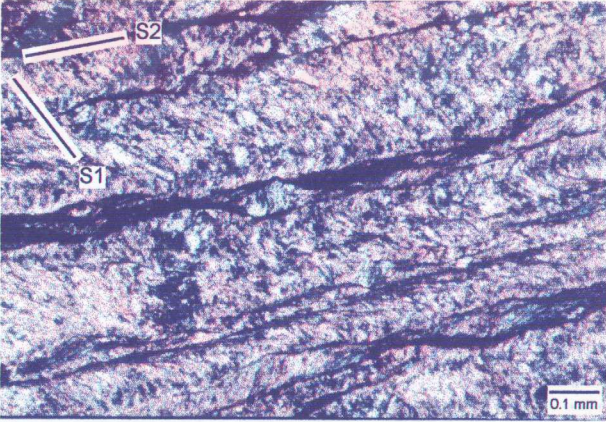
İlksel kırıntılı dokunun hemen hemen kaybolduğu mermer laminalı sleytlerde, çoğunlukla 0.5-2 mm arasında değişen karbonat laminasyonları bulunmaktadır (Şekil 3.4). Mermer laminasyonlarındaki karbonat mineralleri, sleyt laminasyonlarındaki mikalara (çoğunlukla serizitik) göre daha iri kristallidir. Sleytlerdeki bu doku tümüyle mikrolaminallanmadan kaynaklanmakta olup, şist oluşturacak bir metamorfizma derecesini yansıtmamaktadır.

Buruşma kıvrımı ve buruşma tipi sleyt dilinimine sahip metasilttaşı laminalı sleytlerde, 0.5-2 mm arasında değişen kuvars laminasyonları bulunmaktadır (Şekil 3.5). Bu laminasyonlardaki kuvarslar yer yer incelererek kamalanarak merceksi bir görünüme sergilemekte, tane boyunun artması ile de metakumtaşı laminalı sleytlere geçilmektedir.

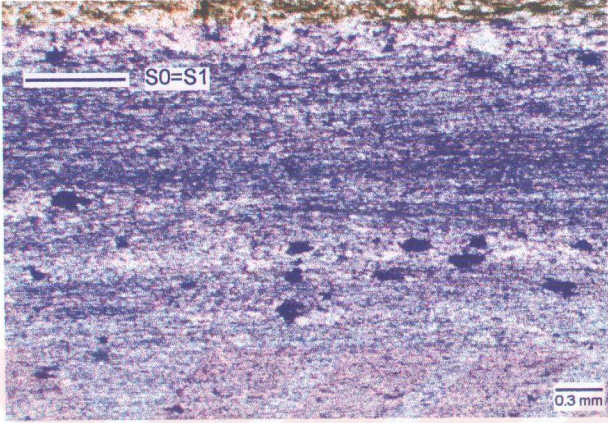
Metakarbonatlar başlıca kalsit ve/veya dolomit, eser miktarda kuvars, feldispat, serizit/muskovit, klorit ve ender olarak götit içermektedir. Mermerler granoblastik-sütürlü dokulu olup, bunlarda polisentetik ikizlenmeli iri kalsit ve/veya dolomit kristalleri belirgindir (Şekil 3.6). Bazı ince taneli mermerlerde serizit miktarı kayaca ad verecek miktarlara ( $> \% 10$ ) da ulaşmakta ve kayaca yönlü doku kazandırmaktadır (Şekil 3.7). İri



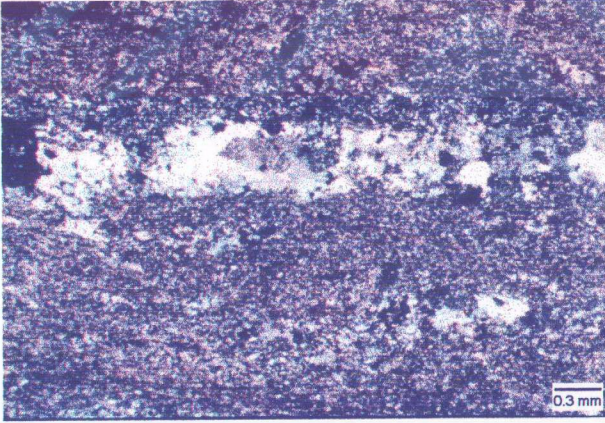
Şekil 3.1. Fillitik sleytlerde zayıf gelişmiş buruşma tipi sleyt dilinimi (ZB-64, çift nikol).



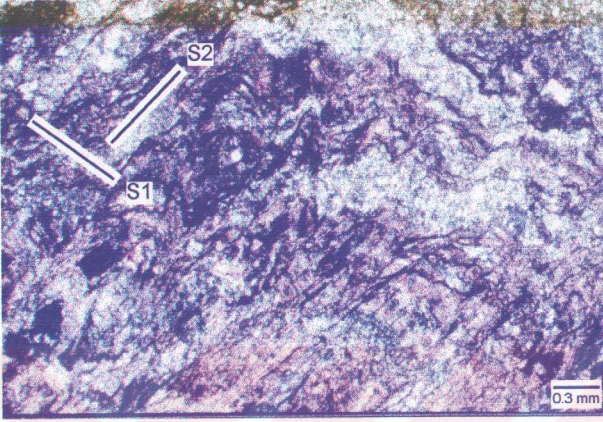
Şekil 3.2. Metasilttaşı laminalı sleytlerde belirgin buruşma tipi sleyt dilinimi (ZB-43, çift nikol).



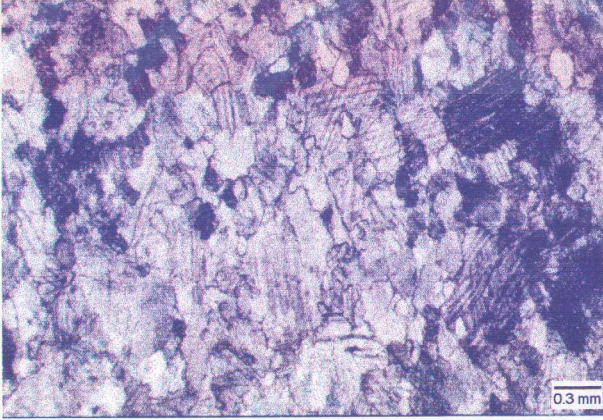
Şekil 3.3. Sleytlerde S0=S1 olan zayıf gelişmiş kesikli sleyt dilinimi (ZB-229, çift nikol).



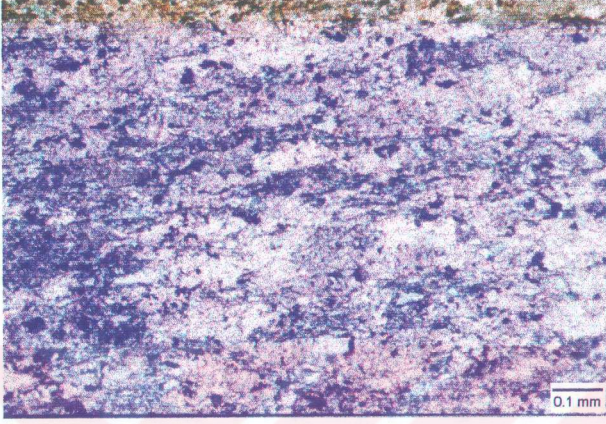
Şekil 3.4. Mermer laminalı sleytlerde karbonat ve fillosilikat laminasyonları (ZB-44, çift nikol).



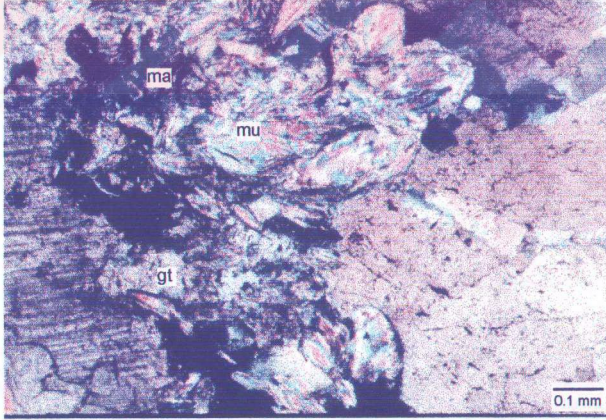
Şekil 3.5. Metasiltaşı laminalı sleytlerde kuvars laminasyonları, buruşma ve buruşma tipi sleyt dilinimi (ZB-177, çift nikol).



Şekil 3.6. Mermerlerde granoblastik-sütürlü doku (ZB-149, çift nikol).



Şekil 3.7. Serizit mermerlerde fillosilikat minerallerince oluşturulan yönlü doku (ZB-216, çift nikol).



Şekil 3.8. Mermerlerde gözeneklerde gelişmiş lifsi-levhamsı muskovit (mu), margarit (ma) ve iğnemsî götit (gt) mineralleri (ZB-19, çift nikol).

taneli mermerlerde gözeneklerde gelişmiş lifsi-levhamsı muskovit + margarit ve siyah iğnensi götit minerallerine de rastlanılmaktadır (Şekil 3.8).

Yer yer fosil içeren metakireçtaşı ve metadolomitler ise ilksel sedimanter dokularını kısmen korumuş olup, iri sparitik/mikrogranoblastik dokuya sahiptir.

Sleyt laminalı mermerlerde yer yer ince (0.05-0.1 mm) ve çoğunlukla bükülmüş fillosilikat ve organik maddece zengin klivaj düzlemleri, stilolitik ve breşik zonlar gözlenmektedir (Şekil 3.9). Sleyt laminasyonlarının daha kalın olduğu (0.5-2 mm) mermerlerde buruşma kıvrımları belirgin olarak izlenmektedir (Şekil 3.10).

Arakatkılar şeklindeki metasilttaşı ve metakumtaşları, sleytlere göre daha bol miktarda feldispat ve klorit içermekte olup, yer yer kataklastik doku göstermektedir (Şekil 3.11). Bu kayalarda matriksteki serizitik mikalar ile kuvarslar süturlu sınır ilişkisine sahiptir.

Sadece bir öremde rastlanılan klorit matriksli sleytlerde küresel ve elipsoyidal biçimli konsantrik lamellerden oluşan oolit/pizolitler tipiktir (Şekil 3.12). Pizolitlerin çapı 0.5-15 mm arasında değişmektedir.

Porfirik dokulu ve klorit matriksli metavolkanitler çoğunlukla plajiyoklaz, daha az kuvars içermektedir (Şekil 3.13). İnce taneli koyu renkli mineraller ise bütünüyle killeşmiştir.

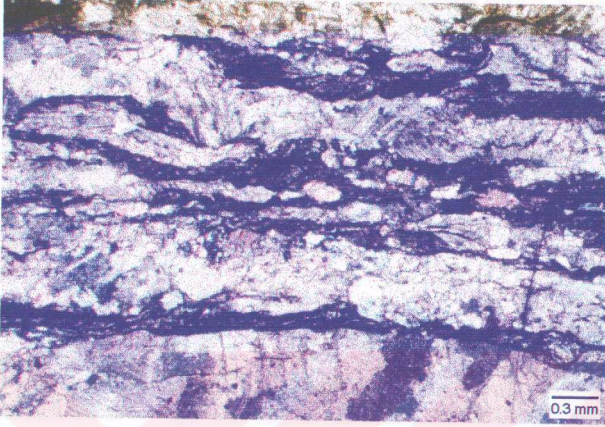
### 3.2.2. X-ışınları çözümlenmeleri (XRD)

#### 3.2.2.1. Mineral toplulukları

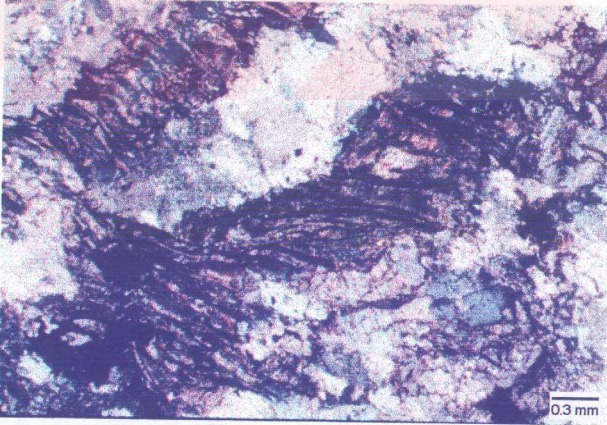
Çok düşük dereceli metamorfik kayaların XRD tüm kayaç ve kil fraksiyonu çözümlenmeleri Ek Çizelge B1 ve B2 de sunulmuştur.

Metapelitler bolluk sırasına göre mika, klorit, kuvars, ortoklaz, plajiyoklaz ve kalsit içermektedir. Götit ise bazı örneklerde az miktarda ortaya çıkmaktadır. Meta-karbonat laminasyonlu metapelitlerde karbonat, metakumtaşı ve/veya metasilttaşı laminasyonlu metapelitlerde ise kuvaras ve feldispat içeriği artmakta, buna karşın fillosilikat içeriği azalmaktadır.

Meta-karbonatlar ise başlıca kalsit ve/veya dolomit, daha az miktarda muskovit, klorit, feldispat ve kuvars içermektedir. Metapelit laminasyonlu meta-karbonatlarda muskovit, klorit, feldispat ve kuvars miktarı artarken, karbonat minerallerinin miktarı azalmaktadır.

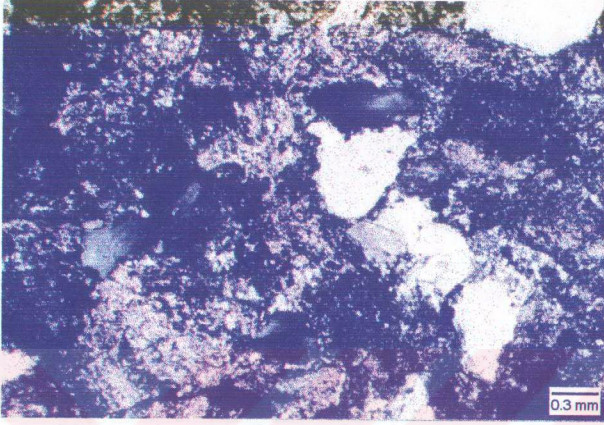


Şekil 3.9. Sleyt laminalı mermerlerde buruşma gösteren fillosilikat laminasyonları (ZB-159, çift nikol).

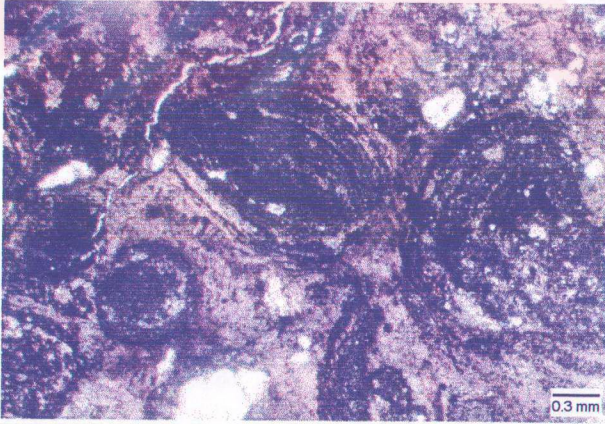


Şekil 3.10. Sleyt laminalı mermerlerde buruşma ve zayıf gelişmiş buruşma dilinimi (ZB-183, çift nikol).

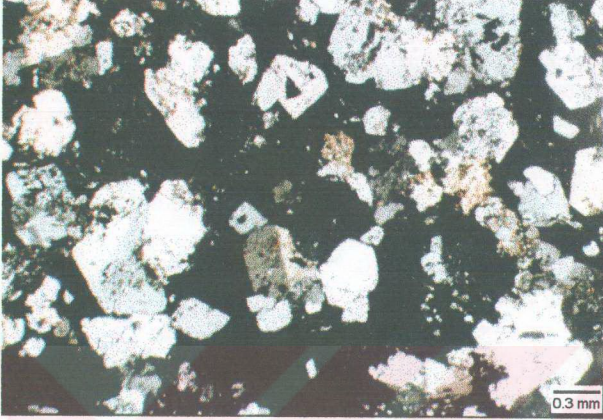




Şekil 3.11. Metakumtaşlarında kataklastik doku ve serizitik mikalar ile kuvarslar arasındaki sütürlü sınır ilişkisi (ZB-144, çift nikol).



Şekil 3.12. Pizolitli sleytlerde kloritik matriksli pizolitler (ZB-86, tek nikol).



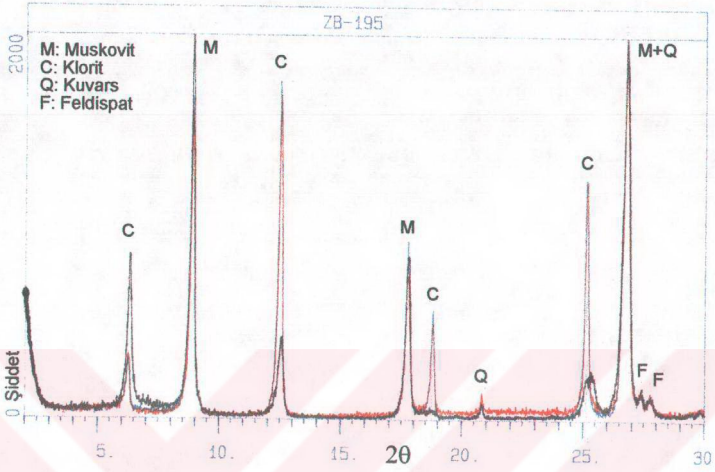
Şekil 3.13. Vitrofirik-porfirik dokulu ve klorit matrisli metavolkanitler (ZB-158, tek nikol).

Fillosilikat minerallerini bolluk sırasına göre muskovit, klorit, paragonit, kaolinit ve düzenli karışık tabakalılar (klorit-vermikülit/C-V ve klorit-smektit/C-S/korensit, illit-smektit/I-S/rekrotit) oluşturmaktadır. Sleytlerde muskovit, klorit, paragonit ve kaolinit; metaklastiklerde ve/veya metaklastik laminasyonlu sleytlerde düzenli karışık tabakalılar daha yaygın olarak bulunmaktadır.

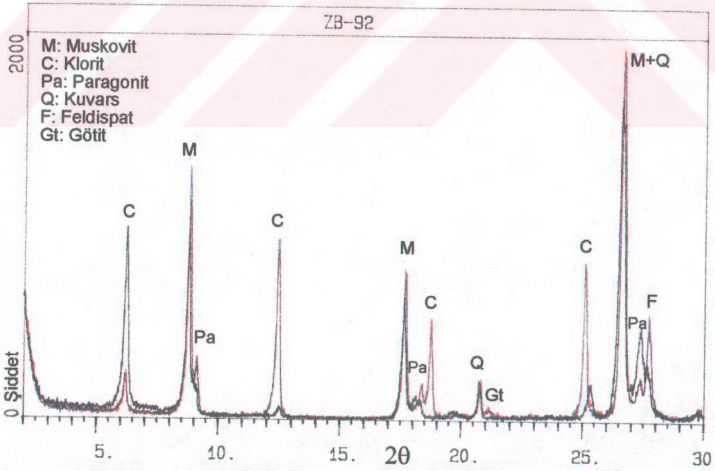
En sık gözlenen fillosilikat parajenezleri; muskovit + klorit (Şekil 3.14), muskovit + klorit + paragonit (Şekil 3.15), muskovit + klorit + paragonit + kaolinit (Şekil 3.16)'dir. Bazı örneklerde muskovit + klorit + kaolinit (Şekil 3.17), muskovit + paragonit ve/veya kaolinit birliklerine de rastlanılmıştır (Şekil 3.18, 3.19 ve 3.20).

Örneklerin çoğunda az miktarda C-V ve C-S (korensit) ile I-S (rekrotit) gibi düzenli karışık tabakalı kil mineralleri de bulunmaktadır (Şekil 3.21, 3.22 ve 3.23).

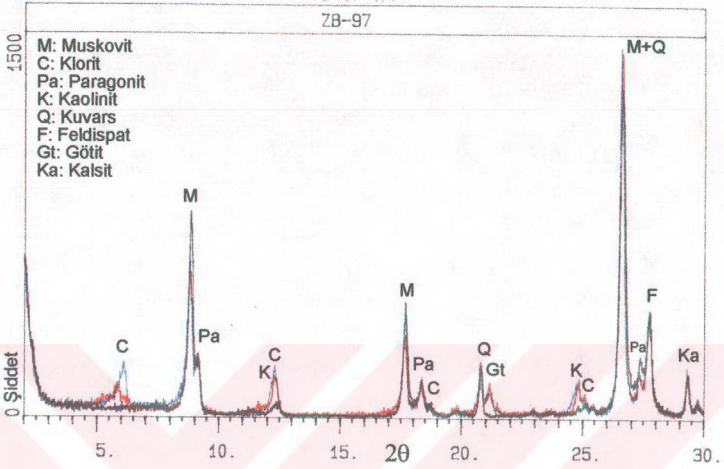
Monominerali kil fraksiyonu olmadığı için kaolinit polimorfu saptanamamış olmakla birlikte, bunu dikit politipi ile temsil edildiği düşünülmektedir (Yalçın ve Bozkaya, 1997).



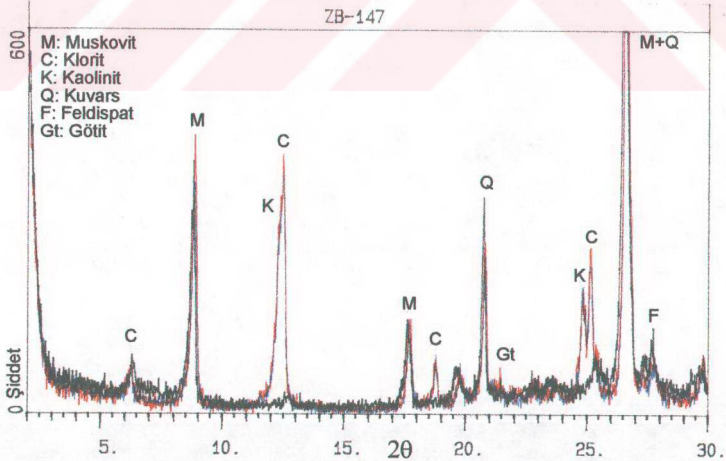
Şekil 3.14. Sleytlerde muskovit + klorit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



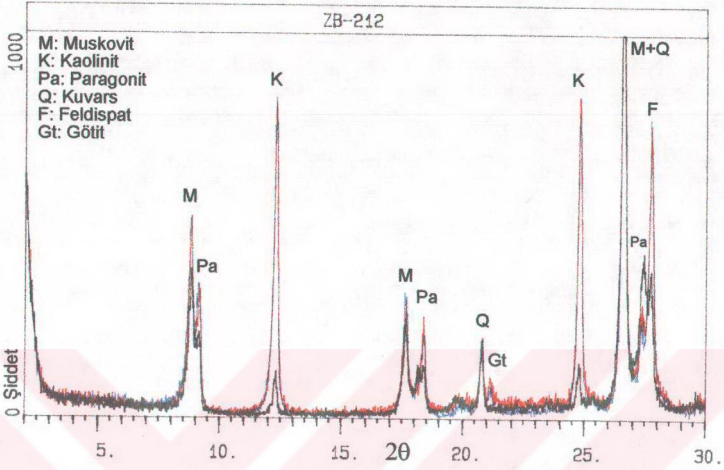
Şekil 3.15. Sleyt laminalı mermerlerde muskovit + klorit + paragonit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



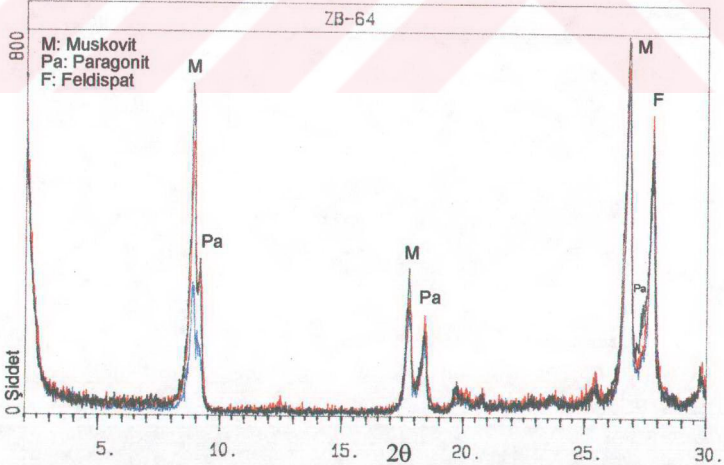
Şekil 3.16. Sleytlerde muskovit + klorit + paragonit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



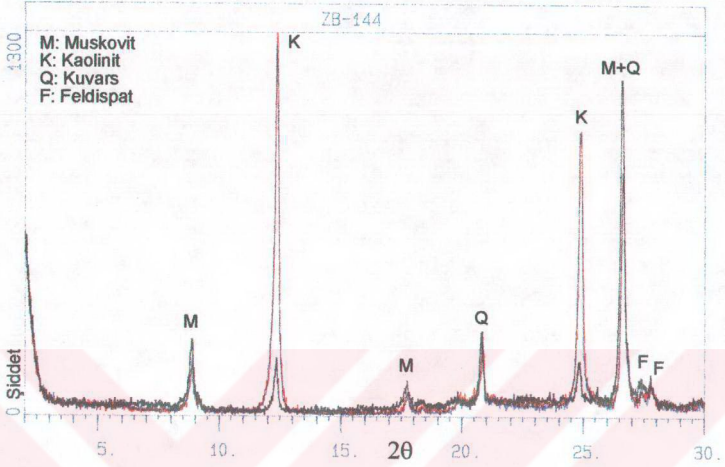
Şekil 3.17. Sleytlerde muskovit + klorit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



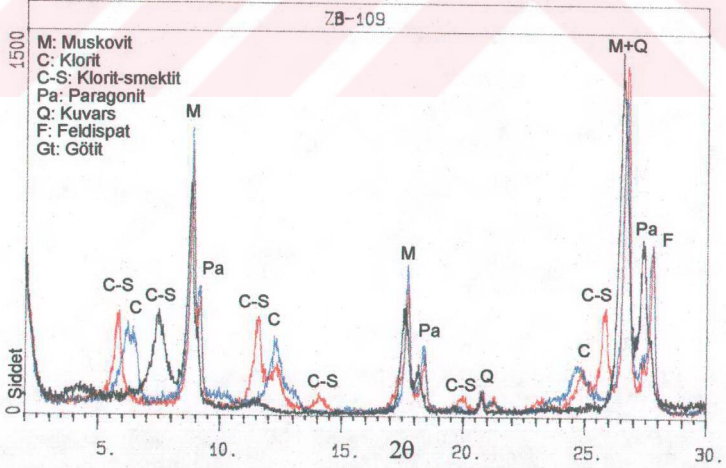
Şekil 3.18. Sleytlerde muskovit + paragonit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



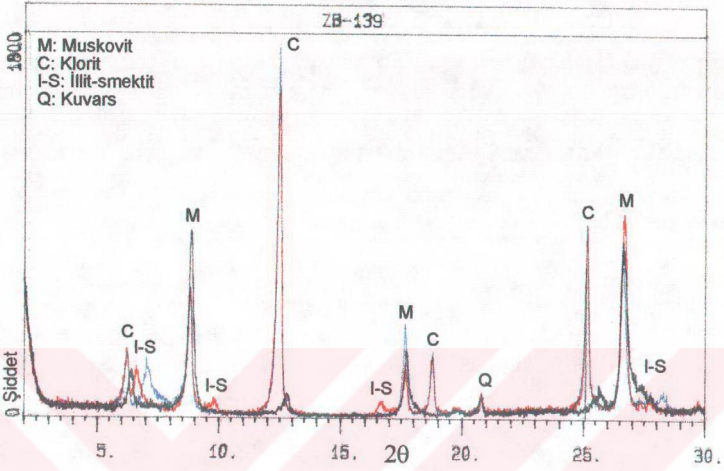
Şekil 3.19. Fillitik sleytlerde muskovit + paragonit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



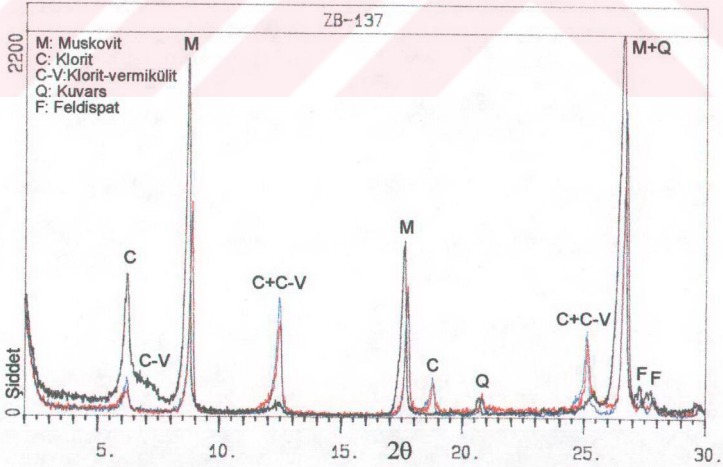
Şekil 3.20. Metakumtaşlarında muskovit + kaolinit parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



Şekil 3.21. Karbonatlı sleytlerde muskovit + klorit + paragonit + C-S parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



Şekil 3.22. Karbonatlı sleytlerde muskovit + klorit + I-S parajenezinin XRD-KF difraktogramı.



Şekil 3.23. Metakumtaşlarında muskovit + klorit + C-V parajenezinin XRD-KF difraktogramı.

### 3.2.2.2. İllit ve klorit kristalinite

Genellikle serisit büyüklüğündeki muskovit/illit minerallerden 35 adet ve klorit minerallerinden ise 24 adet kristalinite değerleri elde edilmiştir (Çizelge 3.1).

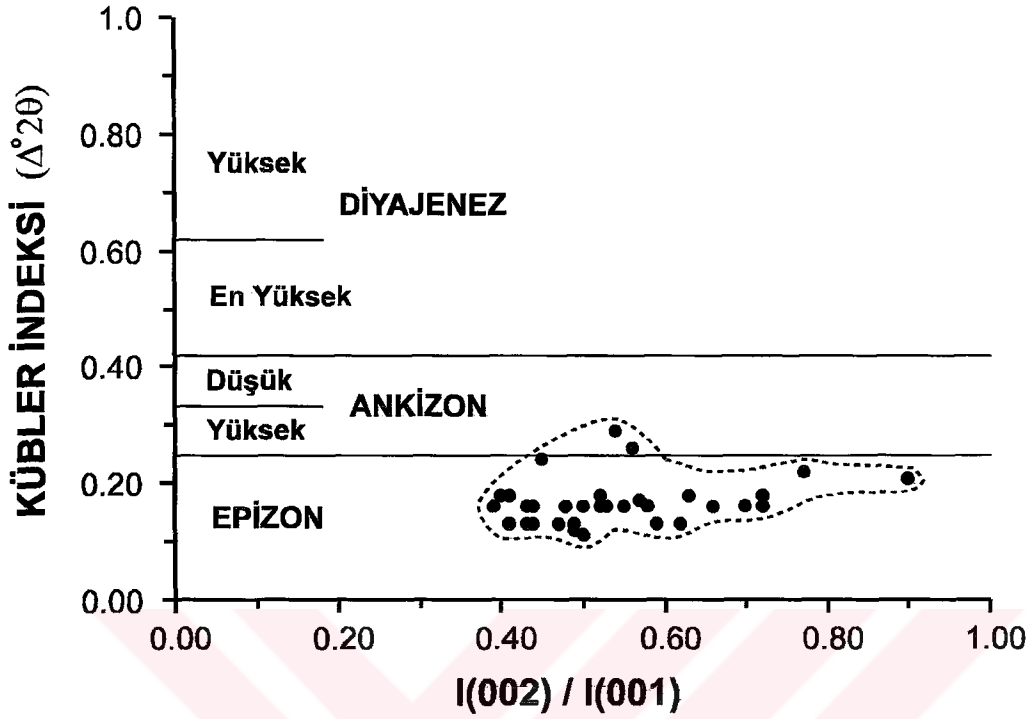
Çizelge 3.1. Malatya metamorfitlelerine ait muskovit ve kloritlerin kristalinite değerleri.

Örnek	Muskovit		Klorit	Örnek	Muskovit		Klorit
	IC-N	(002)/(001)	ChC-N		IC-N	(002)/(001)	ChC-N
ZB-31	0.13	0.44	0.14	ZB-164	0.13	0.49	0.13
-32	0.11	0.50	0.09	-166	0.26	0.56	0.27
-35	0.13	0.43	0.12	-169	0.16	0.52	
-40	0.13	0.41	0.12	-177	0.24	0.45	0.17
-43	0.16	0.52	0.14	-184	0.16	0.44	0.09
-64	0.22	0.77		-193	0.18	0.63	0.17
-79	0.29	0.54		-195	0.16	0.55	0.12
-117	0.18	0.41		-196	0.18	0.72	0.17
-118	0.16	0.58	0.14	-199	0.18	0.63	0.12
-120	0.13	0.47	0.10	-200	0.21	0.90	0.12
-122	0.16	0.39	0.17	-201	0.16	0.53	0.17
-123	0.12	0.49	0.12	-229	0.16	0.50	
-124	0.13	0.59	0.12	-230	0.16	0.70	
-134	0.18	0.52		-253	0.16	0.52	0.12
-137	0.13	0.62		-263	0.16	0.66	
-139	0.16	0.72	0.12	-267	0.16	0.48	0.17
-142	0.16	0.43	0.12	-268	0.17	0.57	
-161	0.18	0.40	0.17				

Muskovit/illitler için  $\Delta^{\circ}2\theta = 0.12-0.29$  (ortalama 0.17) arasında değişmekte olup, çoğunlukla epizonal, ancak 2 örnekte ise ankizonal koşullara işaret etmektedir (Şekil 3.24). İllit kristalinite değerleri (002)/(001) şiddet oranı eksenine paralel dar bir koridor boyunca uzanmaktadır. Muskovit/illitlerde (002)/(001) şiddet oranı ise 0.39-0.77 arasında değişmekte olup, illit kristalinite değerlerinin tersine geniş bir aralıkta dağılım göstermektedir.

Kloritlerde ölçülen kristalinite indeksi  $\Delta^{\circ}2\theta = 0.09-0.17$  (ortalama 0.13) arasında değişmekte olup, bu değerler illit kristalinitede olduğu gibi epizona (Arkai, 1991) karşılık gelmektedir.





Şekil 3.24. Muskovitlerde IC ve I(002)/I(001) oranlarının konumu.

### 3.2.2.3. Beyaz mikalar

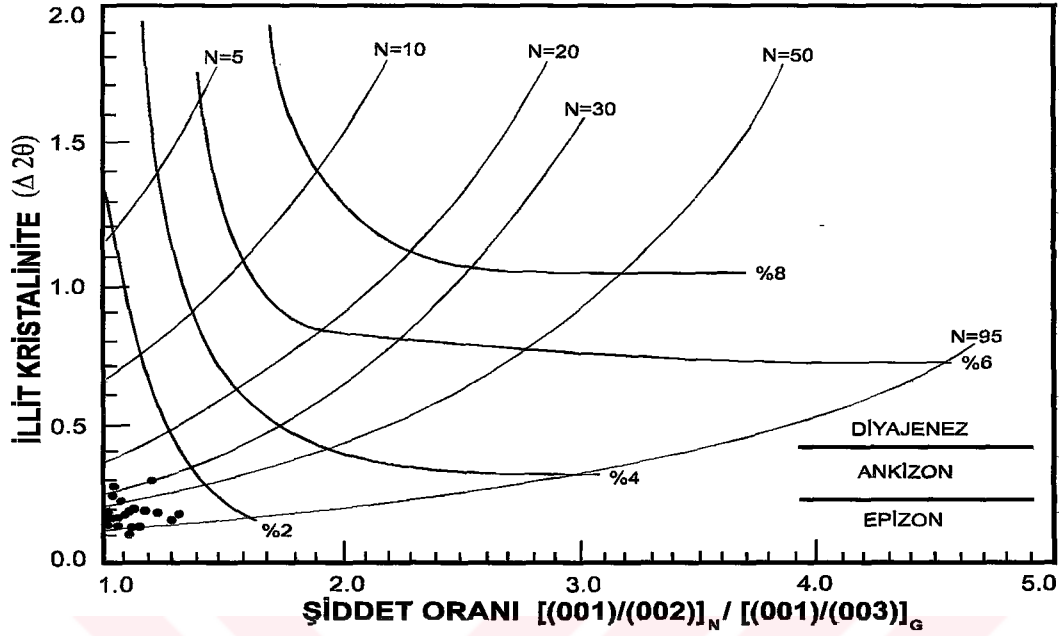
Bol miktarda muskovit/illit içeren 13 örneğin kil fraksiyonunun  $2\theta=16-36^\circ$  arasındaki diyagnostik pikleri (Bailey, 1980, 1988) incelenmesi sonucu bu minerallerin % 100  $2M_1$  politipine sahip oldukları bulunmuştur (Çizelge 3.2).

$2M_1$  politipi karakteristik 3.88, 3.74, 3.49, 3.20, 3.00 ve 2.80 Å'daki pikleri ile ayırt edilebilmektedir.  $2M_1$  oranları Maxwell ve Hower (1967) tarafından önerilen  $I(2.80 \text{ Å}) / I(2.58 \text{ Å})$  oranına karşın %  $2M_1/(2M_1+1Md)$  oranının belirlendiği diyagram yardımıyla elde edilmiştir. Muskovitlerde % 100  $2M_1$  değerlerinin bulunması, otijenik ve/veya detritik kökenli 1Md mikalarının bütünüyle  $2M_1$  politipine dönüştüğünü göstermektedir.

Ayrıca, Srodon'un (1984) şiddet oranını  $I_r = [(001)/(003)]_{normal} / [(001)/(003)]_{glükollü}$  kullanan Eberl ve Velde (1989) yöntemi ile muskovitlerin hemen hemen (< % 1) genişleyebilen tabaka (smektit) içermedikleri ve kristalit büyüklüğünün de 50-95 arasında değiştiği belirlenmiştir (Şekil 3.25).

Çizelge 3.2. Muskovit ve klorit politipleri ile muskovitlerin şiddet oranları.

Örnek	Mu %2M <sub>1</sub>	Ch	Mu Ir	Örnek	Mu %2M <sub>1</sub>	Ch	Mu Ir
Pınarbaşı formasyonu				-184			1.04
ZB-31			1.16	-187	100	IIb	
-32			1.13	-193			1.01
-33	100	IIb	1.00	-195			1.03
-33			1.00	-196			0.86
-36			1.22	-198			1.57
-37			1.07	-199	100	IIb	1.13
-39	100	IIb	1.03	-200			1.07
-40			1.09	-201			1.03
-41			1.16	-236			2.12
-42	100	IIb	1.11	-239			1.13
-43			0.97	-253			1.06
-92			1.19	-256			0.95
-97			1.08	-258	100	IIb	
-101			1.25	-259	100	IIb	
-109			1.19	-262			1.05
-110			1.11	-263	100	IIb	
-117			0.90	-266			1.19
-118			0.93	-267	100		0.92
-120			1.22	-268	100	IIb	1.17
-122			1.23	Kalecik formasyonu			
-123			1.13	-24			1.35
-124	100	IIb	0.85	-27			1.28
-128		IIb		-64			0.52
-161			1.32	-79			1.22
-163	100		1.32	-86		IIb	
-164			1.03	-134			1.13
-165			1.14	-137			0.85
-166			1.06	-138			1.03
-168			1.02	-139			1.32
-169			1.13	-142			1.10
-177			1.05	-155			1.16
-181			0.97	-216	100		1.00



Şekil 3.25. Muskovitlerde IC ve şiddet oranı ile kristalit büyüklüğü (N) arasındaki ilişki.

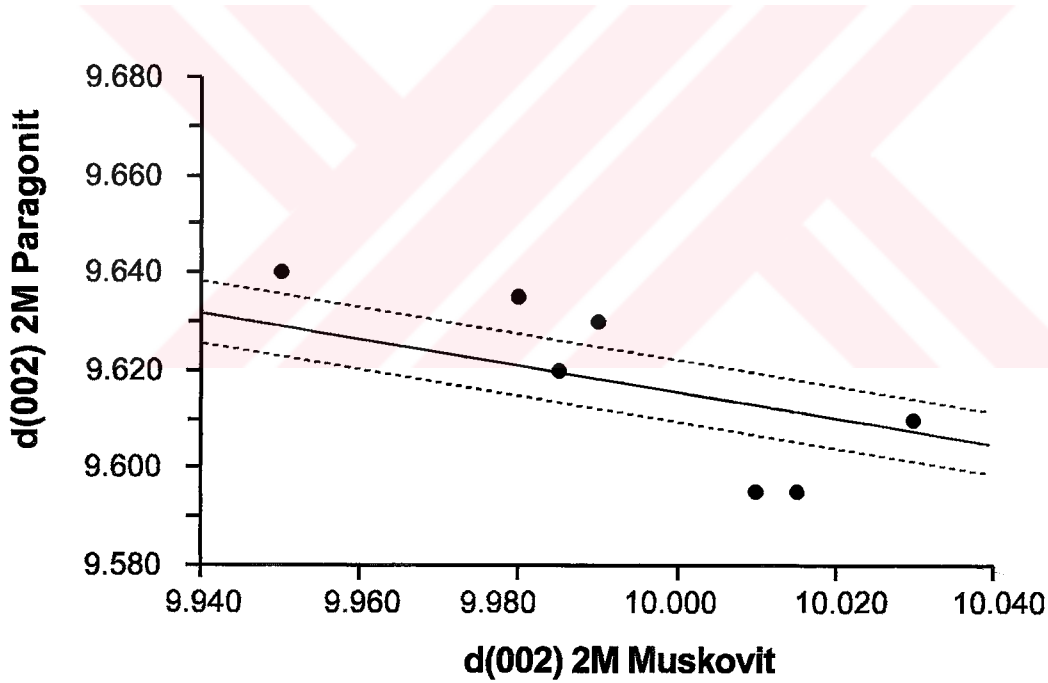
Muskovit + paragonit içeren 9 örnekte d(005) bazal yansımasından itibaren d(002) değerleri hesaplanmıştır (Çizelge 3.3). Elde edilen sonuçlara göre, d(002) değerleri 9.950-10.030 Å arasında oldukça geniş bir aralıkta değişmektedir. Paragonitlerde ise d(002) değerleri 9.595-9.635 Å gibi daha dar bir aralıkta bulunmaktadır.

Zen ve Albee (1964) tarafından verilen doğrusal regresyon çizgisinin yönelimine uygun olmakla birlikte, iki örnek hariç diğerleri verilen alanın dışında kalmaktadır (Şekil 3.26). Bu çizginin altında kalan muskovitler için farklı görüşler ileri sürülmektedir. Seladonik süstitüsyon (Chatterjee, 1971; Mposkos ve Perdikatzi, 1981), farklı polimorftaki mikaların varlığı, iki mika arasındaki kimyasal dengeye ulaşılma eksikliği, mikalarda karışık-tabakaların ve diğer bileşenlerin bulunuşu (Zen ve Albee, 1964) gibi görüşlerin yanı sıra, farklı kökenli (detritik ve/veya rekristalize/neoforme) mikaların birlikteliği (Bozkaya ve Yalçın, 1997a ve 1997b) de belirtilmektedir.

Bu doğrusal regresyon çizgisinin üstünde yer alan mikalar için de yukarıdaki görüşlerin yanı sıra, mikaların Ca içeriğinin de etkili olabileceği düşünülmektedir. Bu çalışmada bir örnekte de olsa muskovit + margaritin varlığı bu son görüşü doğrular gözükmemektedir.

Çizelge 3.3. Malatya metamorfitlelerine ait 2M muskovit ve 2M paragonitlerinin  $d(005)$ ,  $d(002)$  ve  $b_0$  değerleri.

Mineral	Muskovit		Paragonit		Muskovit
	$d(005)$	$d(002)$	$d(005)$	$d(002)$	% Paragonit
ZB-11	2.003	10.015	1.919	9.595	4
-92	2.001	10.005	?	?	7
-138	1.990	9.950	1.928	9.640	20
-181	1.997	9.985	1.924	9.620	11
-212	2.002	10.010	1.919	9.595	6
-229	1.997	9.985	1.924	9.620	11
-230	1.996	9.980	1.927	9.635	13
-232	1.998	9.990	1.926	9.630	10
-266	2.006	10.030	1.922	9.610	1



Şekil 3.26. Muskovit + paragonitin  $d(002)$  yansımaları arasındaki ilişki.

Mikaların  $2\theta=45-46^\circ$  arasında gözlenen  $d(005)$  piklerinden itibaren hesaplanan  $d(002)$  yardımıyla yapraklararası Na (veya muskovitteki mol kesri olarak paragonit bileşeni)  $d(002)_{\text{Mu}_{2\text{M}}} = 10.034 - 0.427 \text{ Na}/(\text{Na}+\text{K})$  eşitliğine (Zen ve Albee, 1964) göre belirlenmiştir. Paragonit ile birlikte bulunan bu tür muskovitler için paragonit bileşeni % 1-20 (ortalama % 9) arasında değişmektedir.

Muskovitlerin  $d(060)$  Å değerleri ile basınç koşulları, Hunziker vd. (1986) tarafından verilen regresyon eşitliğine  $[d(060, 331) = 1.4936 + 0.0203 (Mg+Fe)]$  göre, oktahedral (Fe+Mg) içeriğine yaklaşımlarda bulunulmuştur (Çizelge 3.4). Paragonit içeren örnekler bu işlemin dışında tutulmuştur. 16 örnek için paragonitle birlikte bulunmayan mikaların mikaların (Mg+Fe) içeriği 0.20-0.50 (ortalama 0.39) arasında olup, ideal muskovit-fenjit arasında bileşimine sahiptir.

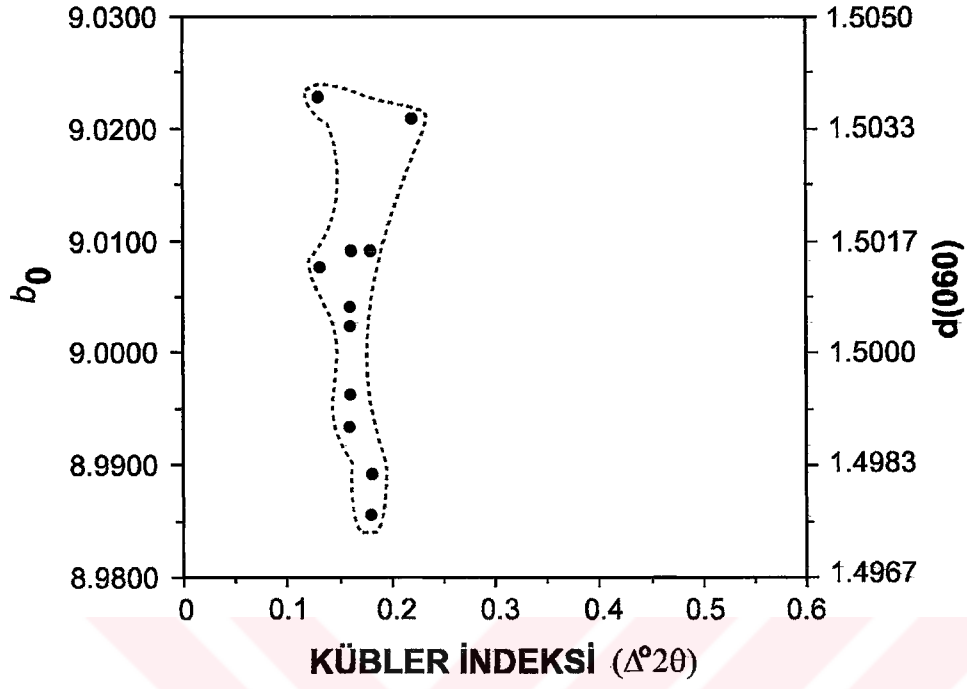
16 mika için  $b_0$  değerleri 8.986-9.023 (ortalama 9.006) arasında değişmektedir. Araştırmacıların (Sassi vd. 1976; Guidotti ve Sassi, 1976) sınıflamasına göre, bu değerler düşük basınç fasiyesi ile orta basınç fasiyesi serisinin en alt kesimlerini işaret etmektedir.

Birimlere ait muskovitlerin  $b_0$  veya  $d(060)$  değerleri ile illit "kristallik derecesi" arasındaki ilişkiler Şekil 3.27 da sunulmuştur. Kübler indeksi dar bir aralıkta hemen hemen sabit kalırken,  $b_0$  değerleri ordinat eksenine paralel olarak uzanmaktadır.

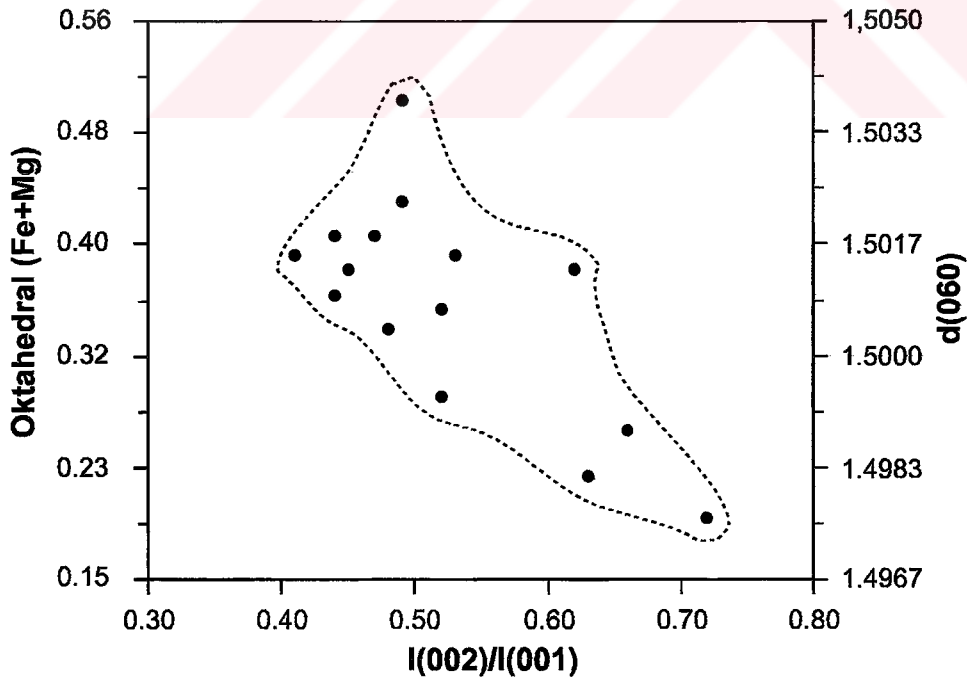
Birimlere ait muskovitlerin I(002)/I(001) oranları ile oktahedral Fe+Mg değerleri arasındaki ilişkiler Şekil 3.28 de gösterilmiştir. Noktalar geniş bir aralıkta dağılım sunmakla birlikte, iki parametre arasında negatif bir ilişkinin olduğu da görülmektedir.

Çizelge 3.4. Malatya metamorfitlelerine ait muskovit/illitlerin  $d(060)$  ve  $b_0$  değerleri ile oktahedral Fe+Mg içerikleri.

Örnek	Muskovit		
	$d(060)$	$b_0$	Oktahedral Fe+Mg
ZB-33	1.5018	9.0108	0.40
-39	1.5023	9.0138	0.43
-42	1.5023	9.0138	0.43
-43	1.4994	8.9964	0.29
-64	1.5035	9.0210	0.49
-117	1.5015	9.0090	0.39
-137	1.5013	9.0078	0.38
-163	1.5018	9.0108	0.40
-164	1.5038	9.0228	0.50
-193	1.4982	8.9892	0.23
-196	1.4976	8.9856	0.20
-201	1.5015	9.0090	0.39
-216	1.5009	9.0054	0.36
-253	1.5007	9.0042	0.35
-263	1.4989	8.9934	0.26
-267	1.5004	9.0024	0.33



Şekil 3.27. Muskovitlerde IC ve  $b_0$  veya  $d(060)$  arasındaki ilişki.



Şekil 3.28. Muskovitlerde I(002)/I(001) oranları ile oktahedral Fe+Mg arasındaki ilişki.

### 3.2.2.4. Kloritler

Kloritlerin  $d(005)$  piklerinden itibaren  $d(001)$  değerleri hesaplanmış ve  $d(001)=14.55 \text{ \AA} - 0.29\text{Al}^{\text{IV}}$  formülüne (Brindley, 1961) göre, kloritlerin tetrahedral Al içeriği ortaya konulmuştur. Buna göre, 55 örnek için  $\text{Al}^{\text{IV}}=0.81-1.64$  (ortalama 1.32) olarak bulunmuştur.

Kloritlerin  $d(060)$  piki ile aynı fraksiyonda bulunan kuvarsin  $d(211)$  pikinin (1.541 Å) çakışması nedeniyle kloritlerin  $b_0$  parametreleri, dolayısıyla oktahedral  $\text{Fe}^{+2}$  miktarları, bazı yazarlarca (Shirozu, 1958; Brindley, 1961) önerildiği gibi,  $b_0$ 'dan itibaren hesaplanamamıştır. Brown ve Brindley (1980), talk (2:1) ve brusit tabakalarındaki  $\text{Fe}^{+2}$ 'nin dağılımı için (003)/(001) pik şiddet oranlarını, toplam  $\text{Fe}^{+2}$  miktarını belirlemek için [(002)+(004)]/[(001)+(003)] oranını; Chagnon ve Desjardins (1991) ise her ikisi için de (002)/(001) ve (004)/(003) pik şiddet oranlarını kullanmıştır (Çizelge 3.5).

Bu çalışmada her iki yöntem de uygulanarak ortalaması alınmış ve Chagnon ve Desjardins'in (1991) diyagramında gösterilmiştir (Şekil 3.29). Buna göre,  $\text{Fe}^{+2}=1.50-4.90$  (ortalama 3.04) olarak bulunmuştur.  $\text{Fe}^{+2}$ 'nin talk ve brusit tabakalarındaki dağılımı yaklaşık birbirine eşittir. Sonuçta  $(\text{Si}_{2.68} \text{Al}_{1.32})_4 (\text{Mg}_{1.64} \text{Al}_{1.32} \text{Fe}^{+2}_{3.04})_6 \text{O}_{10} (\text{OH})_4$  ortalama yapısal formülü elde edilmiştir. Kloritlerin demir içerikleri mermerler ile arakatlı sleytlerde, metakumtaşı ve metasilttaşlarında artmaktadır.

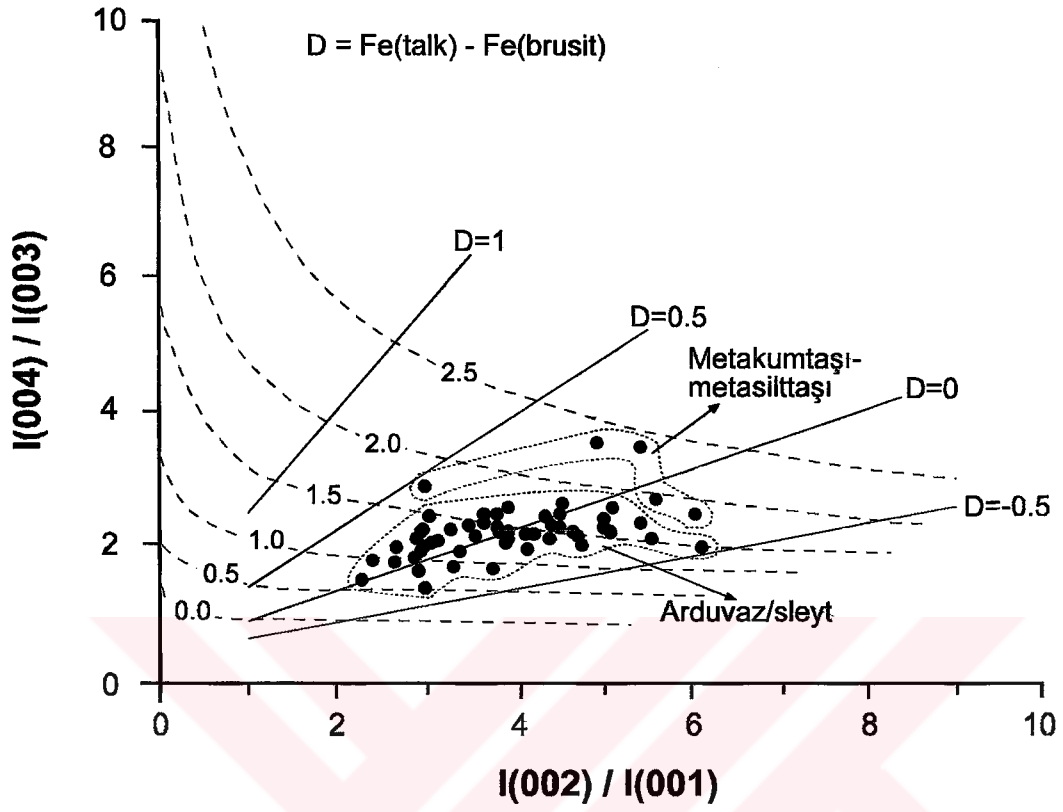
Çizelge 3.5. Kloritlerin (002)/(001) ve (004)/(003) pik şiddet oranları ile talk ve brusit tabakalarındaki oktahedral Fe içerikleri (B&B=Brown ve Brindley, 1980; C&D= Chagnon ve Desjardins, 1991)

Örnek	d (001)	Al <sup>IV</sup>	(003)/(001)	002+004/001+003	(002)/(001)	(004)/(003)	Fe <sup>+2</sup> Talk		Fe <sup>+2</sup> Brusit		ΣFe <sup>+2</sup>			Mg
							B&B	C&D	B&B	C&D	B&B	C&D	Ort.	
ZB-27	14.18	1.28	1.40	2.11	3.00	1.47	0.7	0.8	1.1	1.00	1.8	1.8	1.8	2.92
-31	14.21	1.17	1.00	3.13	3.66	2.58	1.7	1.8	1.4	1.55	3.1	3.3	3.2	1.63
-32	14.25	1.37	1.60	3.62	5.10	2.68	1.5	1.8	2.3	1.9	3.8	3.7	3.8	1.03
-33	14.13	1.45	1.35	3.57	5.00	2.52	1.5	1.7	2.1	1.8	3.6	3.5	3.6	1.15
-34	14.15	1.39	1.25	3.19	4.39	2.23	1.4	1.6	1.8	1.7	3.2	3.3	3.3	1.36
-35	14.22	1.21	1.69	3.43	5.08	2.32	1.1	1.7	2.2	1.9	3.3	3.6	3.5	1.34
-36	14.11	1.53	1.38	3.90	5.67	2.62	1.7	1.8	2.4	2.0	4.1	3.8	4.0	0.52
-39	14.19	1.26	1.23	3.34	4.53	2.38	1.7	1.8	1.6	1.7	3.3	3.5	3.4	1.34
-40	14.17	1.32	1.00	2.82	3.29	2.35	1.3	1.5	1.1	1.3	2.4	2.8	2.6	2.08
-41	14.15	1.38	1.27	3.14	4.23	2.27	1.3	1.5	1.8	1.5	3.1	3.0	3.1	1.57
-42	14.17	1.31	1.25	3.32	4.42	2.43	1.4	1.7	1.9	1.7	3.3	3.4	3.4	1.34
-43	14.19	1.25	1.30	3.33	4.35	2.54	1.9	1.7	1.4	1.7	3.3	3.4	3.4	1.40

Çizelge 3.5. (devam ediyor).

Örnek	d (001)	Al <sup>IV</sup>	(003)/ (001)	002+004/ 001+003	(002)/ (001)	(004)/ (003)	Fe <sup>+2</sup> Talk		Fe <sup>+2</sup> Brusit		ΣFe <sup>+2</sup>			Mg
							B&B	C&D	B&B	C&D	B&B	C&D	Ort.	
-45	14.19	1.26	0.84	2.83	3.05	2.56	1.4	1.6	1.3	1.3	2.7	2.9	2.8	1.94
-46	14.16	1.33	0.82	3.00	3.00	3.00	1.5	1.9	1.4	1.4	2.9	3.3	3.1	1.57
-48	14.18	1.27	1.20	3.00	3.93	2.22	1.7	1.5	1.2	1.5	2.9	3.0	3.0	1.78
-86	14.08	1.64	0.92	4.57	5.43	3.62	2.5	2.5	2.4	2.3	4.9	4.8	4.9	0.49
-92	14.14	1.41	1.87	2.46	3.75	1.77	0.6	1.1	1.6	1.3	2.2	2.4	2.3	2.29
-101	14.16	1.36	1.09	1.92	2.29	1.59	0.9	0.8	0.6	0.7	1.5	1.5	1.5	3.14
-118	14.12	1.49	1.50	3.18	4.77	2.12	1.3	1.5	1.9	1.7	3.1	3.2	3.2	1.36
-120	14.17	1.32	1.48	3.24	4.72	2.24	1.3	1.6	1.9	1.7	3.2	3.3	3.3	1.43
-122	14.20	1.22	0.90	3.12	3.83	2.32	1.6	1.6	1.4	1.5	3.0	3.1	3.1	1.73
-123	14.20	1.21	1.15	3.59	4.55	2.74	2.1	2.0	1.7	1.9	3.8	3.9	3.9	0.94
-124	14.19	1.23	1.68	3.36	5.00	2.38	1.3	1.9	2.1	1.9	3.4	3.8	3.6	1.17
-127	14.11	1.53	1.38	2.88	3.50	2.42	1.6	1.7	1.1	1.4	2.7	3.1	2.9	1.57
-128	14.20	1.21	1.50	3.98	6.05	2.59	1.8	2.1	2.4	2.3	4.2	4.4	4.3	0.49
-137	14.17	1.30	1.07	2.59	3.08	2.14	1.3	1.4	1.1	1.1	2.4	2.5	2.5	2.25
-139	14.17	1.33	1.04	4.18	5.59	2.83	2.3	2.2	2.1	2.2	4.4	4.4	4.4	0.27
-142	14.09	1.59	0.79	4.40	4.95	3.68	2.4	2.4	2.3	2.1	4.7	4.5	4.6	0.19
-158	14.20	1.19	1.10	3.16	4.13	2.27	1.7	1.5	1.4	1.5	3.1	3.0	3.1	1.76
-161	14.18	1.26	0.90	2.27	2.65	1.86	1.6	1.1	1.4	1.0	2.0	2.1	2.1	2.69
-164	14.11	1.53	0.89	2.39	2.67	2.07	1.6	1.3	1.5	1.0	2.1	2.3	2.2	2.27
-165	14.15	1.37	0.78	2.70	2.98	2.35	1.3	1.4	1.2	1.1	2.5	2.5	2.5	2.13
-166	14.19	1.23	1.13	2.63	2.96	2.33	1.3	1.4	1.1	1.1	2.4	2.5	2.5	2.32
-168	14.15	1.38	1.24	3.45	4.52	2.58	1.5	1.9	2.0	2.0	3.5	3.9	3.7	0.92
-177	14.18	1.26	2.00	3.43	6.11	2.08	1.1	1.7	2.3	2.0	3.4	3.7	3.6	1.19
-179	14.19	1.23	1.16	2.49	3.32	1.78	0.7	1.1	1.5	1.2	2.2	2.3	2.3	2.52
-181	14.13	1.44	0.92	2.68	3.14	2.18	1.3	1.4	1.2	1.2	2.5	2.6	2.6	2.01
-184	14.14	1.41	0.70	2.61	2.98	2.10	1.3	1.3	1.1	1.2	2.4	2.5	2.5	2.14
-187	14.32	0.81	1.43	2.86	3.90	2.14	1.6	1.4	1.1	1.3	2.7	2.7	2.7	2.49
-189	14.17	1.32	0.83	2.16	2.40	1.88	1.0	1.1	0.8	0.9	1.8	2.0	1.9	2.78
-193	14.14	1.43	1.25	3.04	3.92	2.33	1.7	1.6	1.2	1.5	2.9	3.1	3.0	1.57
-195	14.16	1.35	1.80	3.41	5.55	2.22	1.2	1.7	2.2	1.9	3.4	3.6	3.5	1.15
-196 <sub>1</sub>	14.13	1.47	0.94	2.42	2.88	1.93	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	2.3	1.7	2.33
-196 <sub>2</sub>	14.13	1.47	1.39	3.19	3.92	2.67	1.9	1.8	1.2	1.6	3.1	3.4	3.3	1.28
-199	14.16	1.36	1.44	3.28	4.68	2.31	1.9	1.6	1.3	1.7	3.2	3.3	3.3	1.39
-200	14.22	1.15	1.22	2.84	3.56	2.25	1.5	1.4	1.2	1.3	2.7	2.7	2.7	2.15
-201	14.17	1.31	0.84	2.59	2.91	2.22	1.1	1.4	1.3	1.1	2.4	2.5	2.5	2.24
-253	14.19	1.23	0.86	2.76	3.38	2.03	1.2	1.3	1.4	1.3	2.6	2.6	2.6	2.17
-256	14.63	1.33	0.92	2.35	2.92	1.73	1.0	0.9	1.1	1.0	2.1	1.9	2.0	2.00
-258	14.20	1.21	1.00	3.19	3.81	2.57	1.7	1.8	1.4	1.6	3.1	3.4	3.3	1.54
-259	14.20	1.21	1.03	3.09	3.81	2.38	1.6	1.6	1.4	1.5	3.0	3.1	3.1	1.74
-260	14.19	1.26	1.65	3.57	5.43	2.45	1.4	1.8	2.2	2.0	3.6	3.8	3.7	1.04
-263	14.20	1.22	1.19	3.00	3.65	2.45	1.7	1.7	1.2	1.5	2.9	3.2	3.1	1.73
-266	14.17	1.30	1.08	2.48	2.96	2.03	1.2	1.3	1.0	1.1	2.2	2.4	2.3	2.40
-268	14.18	1.29	1.40	2.92	4.15	2.05	1.7	1.9	1.1	1.8	2.8	3.7	3.3	1.46





Şekil 3.29. Bazal pik oranlarına göre kloritlerin Fe içerikleri. Kesik çizgiler Fe'in talk, D ise Fe'in talk ve brusit tabakasındaki dağılımını göstermektedir (Chagnon ve Desjardins, 1991).

## 4. JEOKİMYA

### 4.1. Çözümleme Yöntemleri

Tüm kayaç fazında yapılan ana ve iz element çözümlenmeleri C.Ü. Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineraloji-Petrografi ve Jeokimya Araştırma Laboratuvarları'nda (MİPJAL) gerçekleştirilmiştir. Bu analizler için Rigaku marka 3270 model X-ışınları floresans spektrometresi (XRF) kullanılmıştır. XRF analizlerinde toz örnek Al-kapsüllere konulup, yaklaşık 10 tonluk yük altında preslenerek elde edilen pastiller üzerinde yapılmıştır. USGS (Flanagan, 1976), CRPG, GIT-IWG ve ANRT (Govindaraju, 1989) kayaç standartları eşliğinde yapılmış olup, doğruluk ana elementlerde  $\% \pm 2$ , eser/iz elementlerde  $\% \pm 5$  mertebesindedir.

Kimyasal çözümlenmelerde ana (major) elementler  $\%$  oksit cinsinden  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{Al}_2\text{O}_3$ ,  $\Sigma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$ ,  $\text{Na}_2\text{O}$ ,  $\text{K}_2\text{O}$ ,  $\text{P}_2\text{O}_5$ ; iz/eser element çözümlenmeleri ppm cinsinden Cr, Ni, Co, Cu, Pb, Zn, Rb, Ba, Sr, Ga, Nb, Zr, Y ve Th elementlerini kapsamaktadır. Ateşte kayıp (LOI) ise örneğin etüvde  $110\text{ }^\circ\text{C}$ ' de bir gece kurutulduktan sonra, fırında  $1000\text{ }^\circ\text{C}$ ' deki  $\text{H}_2\text{O}$  ve diğer uçucu bileşenlerin ağırlık cinsinden yüzdesi olarak ifade edilmiştir.

### 4.2. Çözümleme Sonuçları

Malatya metamorfileri metaklastitlerine çoğunlukla da metapelitlerine ait kimyasal çözümleme sonuçları Çizelge 4.1 de verilmiştir.

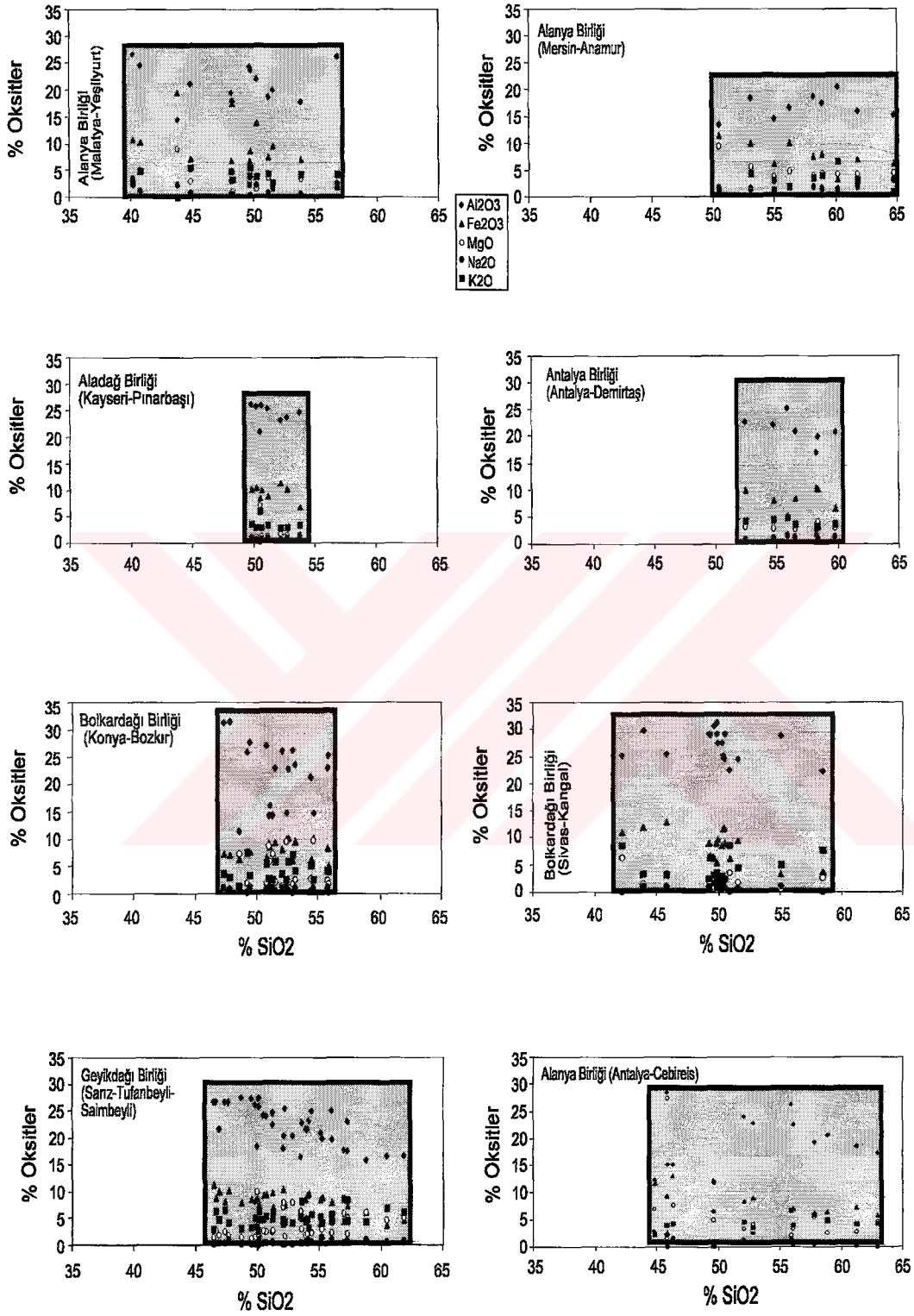
Elde edilen sonuçlar otokton (Geyikdağı Birliği-Sarız-Tufanbeyli-Saimbeyli yöresi: Bozkaya, 1995) ve diğer allohton birlikler (Bolkardağı Birliği-Sivas-Kangal yöresi: Yalçın ve Bozkaya, 1997 ve Konya Bozkır: Bozkaya ve Yalçın, 1997b; Aladağ Birliği-Kayseri-Pınarbaşı: Bozkaya ve Yalçın, 1997b; Alanya Birliği-Mersin Anamur: Bozkaya, 1999; Antalya Birliği-Antalya-Demirtaş: Bozkaya ve Yalçın, 2000) ile kimyasal açıdan karşılaştırılmıştır (Şekil 4.1, 4.2 ve 4.3). Burada  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  ve  $\text{P}_2\text{O}_5$  miktarları az olduğundan,  $\text{CaO}$  ise çoğunlukla kalsitlerden ileri geldiği için değerlendirme dışında tutulmuştur. Diğer oksitler çoğunlukla,  $\text{MgO}$  ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3$  ise hemen hemen bütünüyle fillosilikatlardan kaynaklanmaktadır.  $\text{SiO}_2$  ile diğer oksitlerin,  $\text{Na}_2\text{O-K}_2\text{O}$  ve  $\text{Fe}_2\text{O}_3\text{-MgO}$  değişim diyagramlarında Toros kuşağındaki birliklerin, genel jeolojik (yaş, litoloji, çökeltme ortamı) ve mineralojik-petrografik (mineral toplulukları, parajenez, kristalinite) özelliklerinin yanı sıra, kimyasal yolla da birbirinden ayrılabilceğini göstermektedir.

Çizelge 4.1. Malatya metamorfitlelerinin kimyasal çözümleme sonuçları.

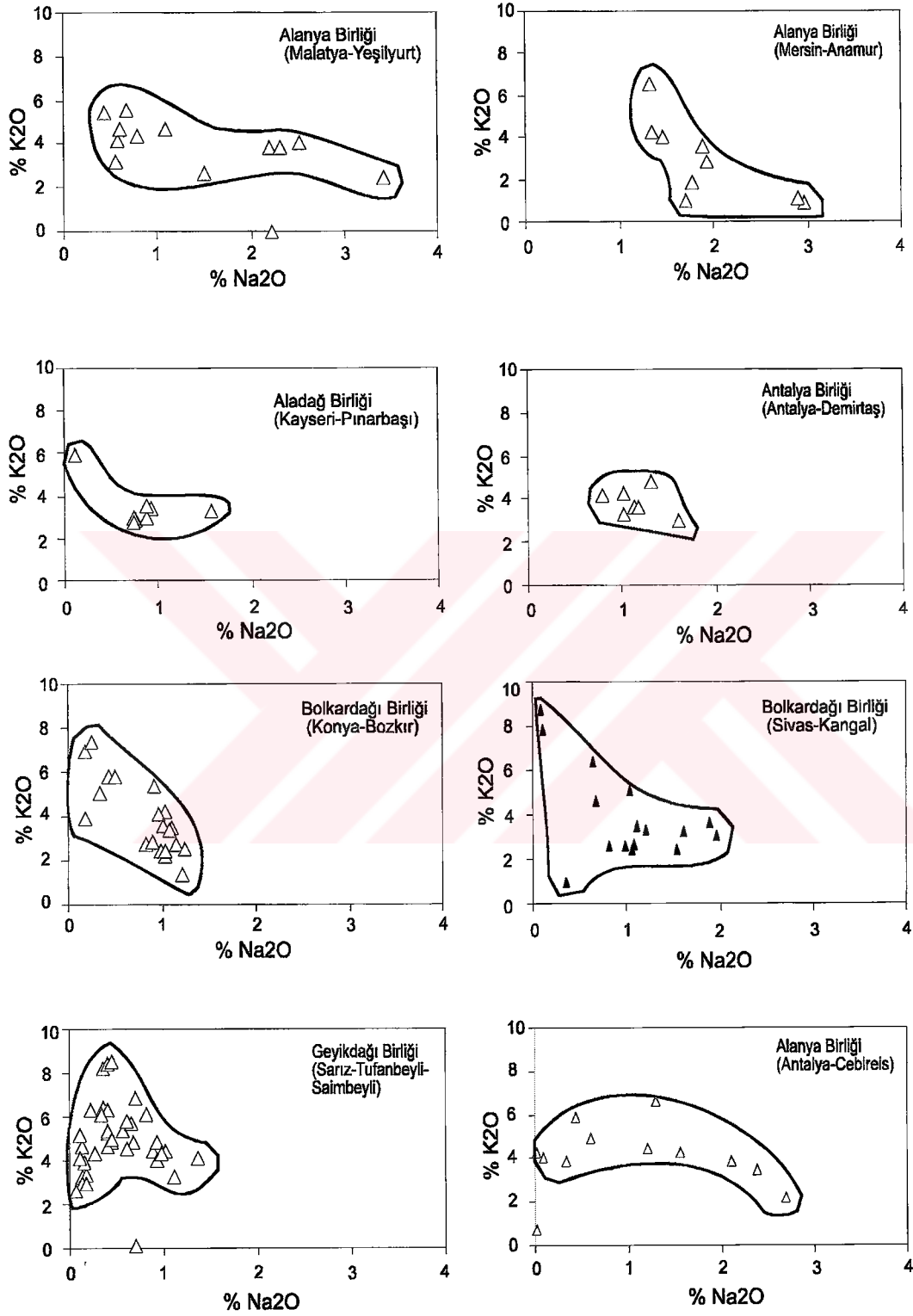
Kayaç	Meta-klastitler													Vol.
	Örnek % Oksit	ZB-11	ZB-35	ZB-43	ZB-64	ZB-79	ZB-86	ZB-97	ZB-117	ZB-138	ZB-196	ZB-200	ZB-236	
SiO <sub>2</sub>	40.14	53.87	51.17	50.25	48.28	31.17	51.55	48.15	56.78	49.74	40.78	49.66	44.91	43.80
TiO <sub>2</sub>	2.16	0.94	1.07	1.92	4.97	1.54	2.10	1.08	1.95	1.15	1.51	1.57	1.06	1.27
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	26.61	17.74	18.79	22.05	17.91	13.51	20.05	19.52	26.23	23.69	24.50	24.30	21.08	14.34
ΣFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10.63	6.93	7.42	13.92	17.33	34.50	9.52	6.69	1.84	8.57	10.22	6.71	7.15	19.53
MnO	0.04	0.06	0.07	0.01	0.01	0.03	0.03	0.08	0.01	0.04	0.05	0.02	0.06	0.14
MgO	2.33	3.45	3.57	1.43	0.90	2.02	1.87	2.94	1.63	3.76	4.82	2.70	2.93	8.92
CaO	3.72	4.54	4.59	0.50	1.19	7.85	3.83	6.65	0.32	1.48	3.62	2.80	4.94	2.73
Na <sub>2</sub> O	3.43	0.58	0.79	2.20	0.56	0.01	1.51	0.60	2.51	0.45	1.08	2.31	0.66	2.22
K <sub>2</sub> O	2.50	4.11	4.34	3.78	3.14	0.03	2.66	4.73	4.03	5.40	4.63	3.85	5.52	0.01
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0.12	0.12	0.13	0.04	0.05	0.03	0.11	0.14	0.04	0.13	0.07	0.52	0.12	0.16
LOI	7.66	6.67	7.25	3.43	5.53	8.64	6.54	8.94	3.81	5.46	7.32	4.14	11.38	5.42
Toplam	99.34	99.01	99.19	99.53	99.87	99.33	99.77	99.52	99.15	99.87	98.60	98.58	99.81	98.54
Cr	415	132	156	51	471	563	221	164	201	178	204	49	145	264
Ni	47	25	28	9	34	7	23	21	2	45	38	1	27	1
Co	41	24	26	53	65	117	34	23	6	30	36	23	25	67
Cu	30	38	30	1	2	1	18	7	7	35	34	8	36	1
Pb	46	21	18	6	7	5	42	11	34	24	19	15	28	3
Zn	84	106	105	93	51	87	64	91	52	142	144	53	114	115
Rb	80	132	126	78	62	17	86	124	102	155	140	80	126	16
Ba	138	429	455	167	594	26	258	382	240	568	465	314	335	18
Sr	724	128	220	28	48	45	311	63	70	117	169	60	252	42
Ga	33	27	25	27	23	27	26	26	50	29	34	48	27	18
Nb	44	15	14	87	124	19	34	15	128	15	21	129	15	3
Zr	311	161	155	423	601	274	252	148	664	164	191	910	148	87
Y	32	30	31	43	54	18	21	27	42	32	26	68	29	11
Th	15	7	7	15	17	11	8	9	17	13	13	22	10	1

Toros Kuşağı'ndaki birliklerin ortalama kimyasal bileşimleri, kondrit (Taylor ve McLennan, 1985) ve Kuzey Amerikan Şeyllere (NASC) göre normalize edilerek element bollukları karşılaştırılmıştır (Şekil 4.4 ve 4.5). NASC element konsantrasyonları Mn, Cs, Er için Gromet ve diğ. (1984); Pr, Dy, Ho, Tm için Haskin ve diğ. (1968); diğer elementler için Condie (1993) esas alınmıştır. Her iki diyagramın ortak özelliği, birliklere göre element konsantrasyonlarında belirgin farklılıklar olmasına karşın, yönelimlerin hep aynı kalmasıdır.

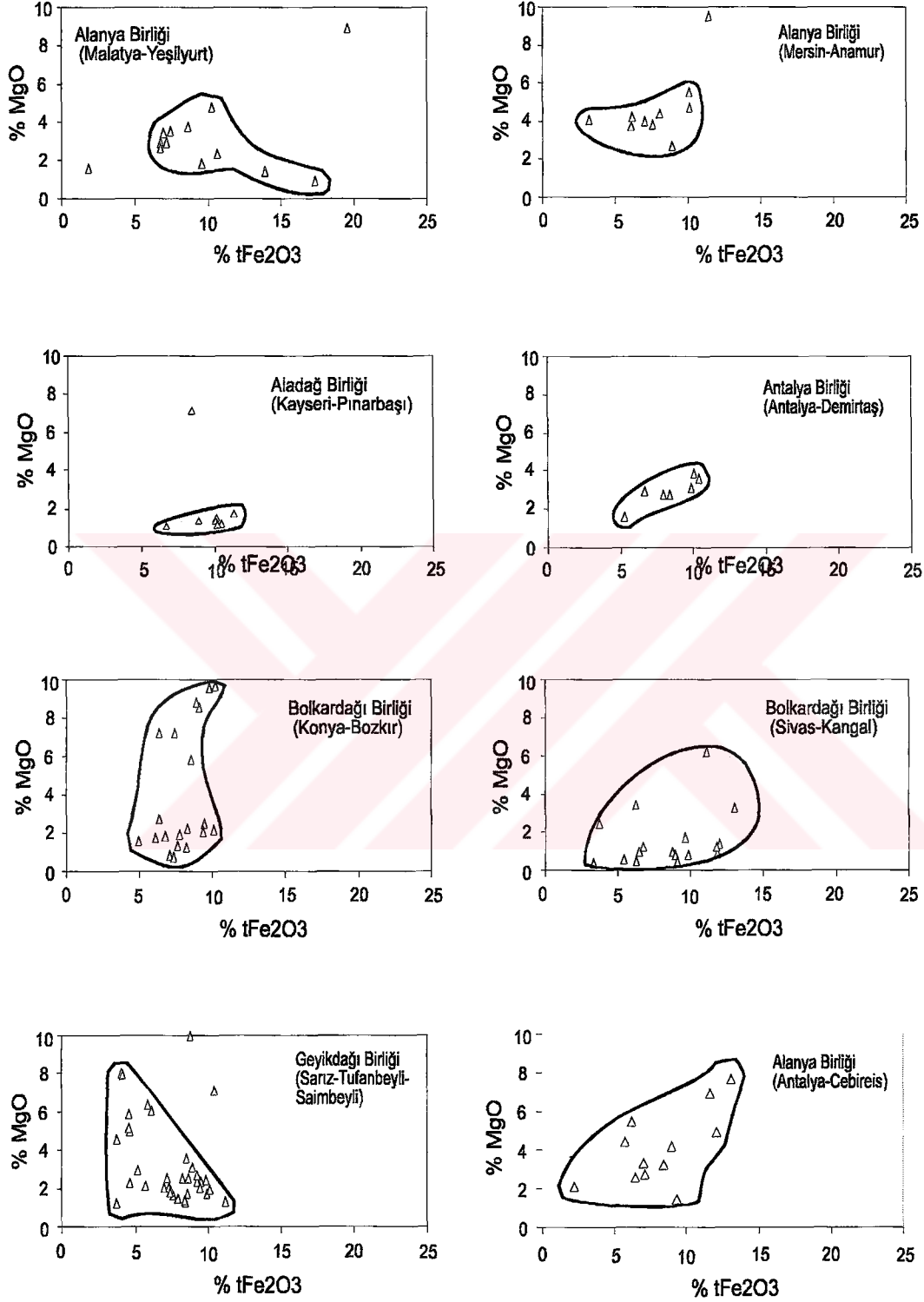
Kondrit normalize diyagramında (Şekil 4.4), K, Rb, Pb, Ba, Th, Nb, Sr, Zr, Ti ve Y'da bir zenginleşme; Zn, Cu, Vi ve Cr'da ise bir fakirleşme gözlenmektedir. Diğer taraftan, Th ve Zr pozitif; Pb, Sr ve Ni negatif anomali göstermektedir. NASC normalize diyagramında (Şekil 4.5), Y'da pozitif, Cr'da negatif anomali oldukça belirgindir.



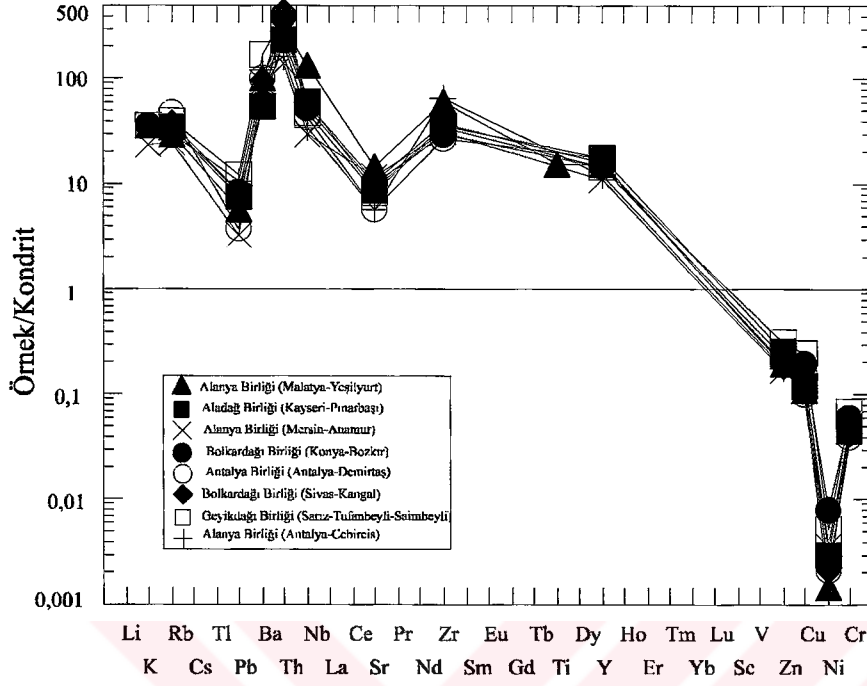
Şekil 4.1. Toros Kuşağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerdeki bazı oksitlerin değişim diyagramları.



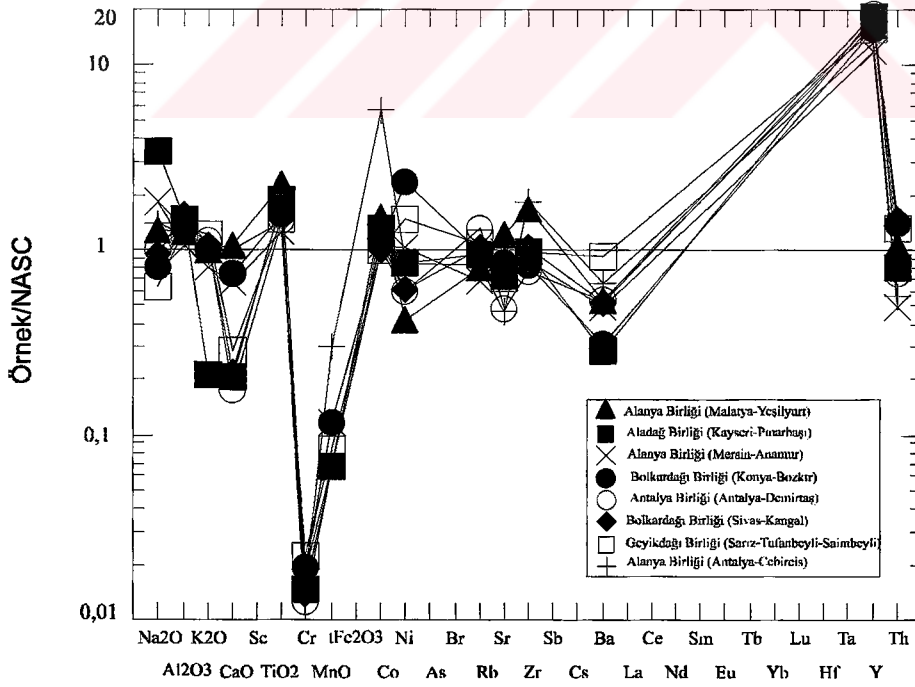
Şekil 4.2. Toros Kuşağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerdeki %K<sub>2</sub>O-%Na<sub>2</sub>O değişim diyagramları.



Şekil 4.3. Toros Kuşaağı'ndaki birliklere ait metaklastitlerdeki %tFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>-%MgO değişim diyagramları.



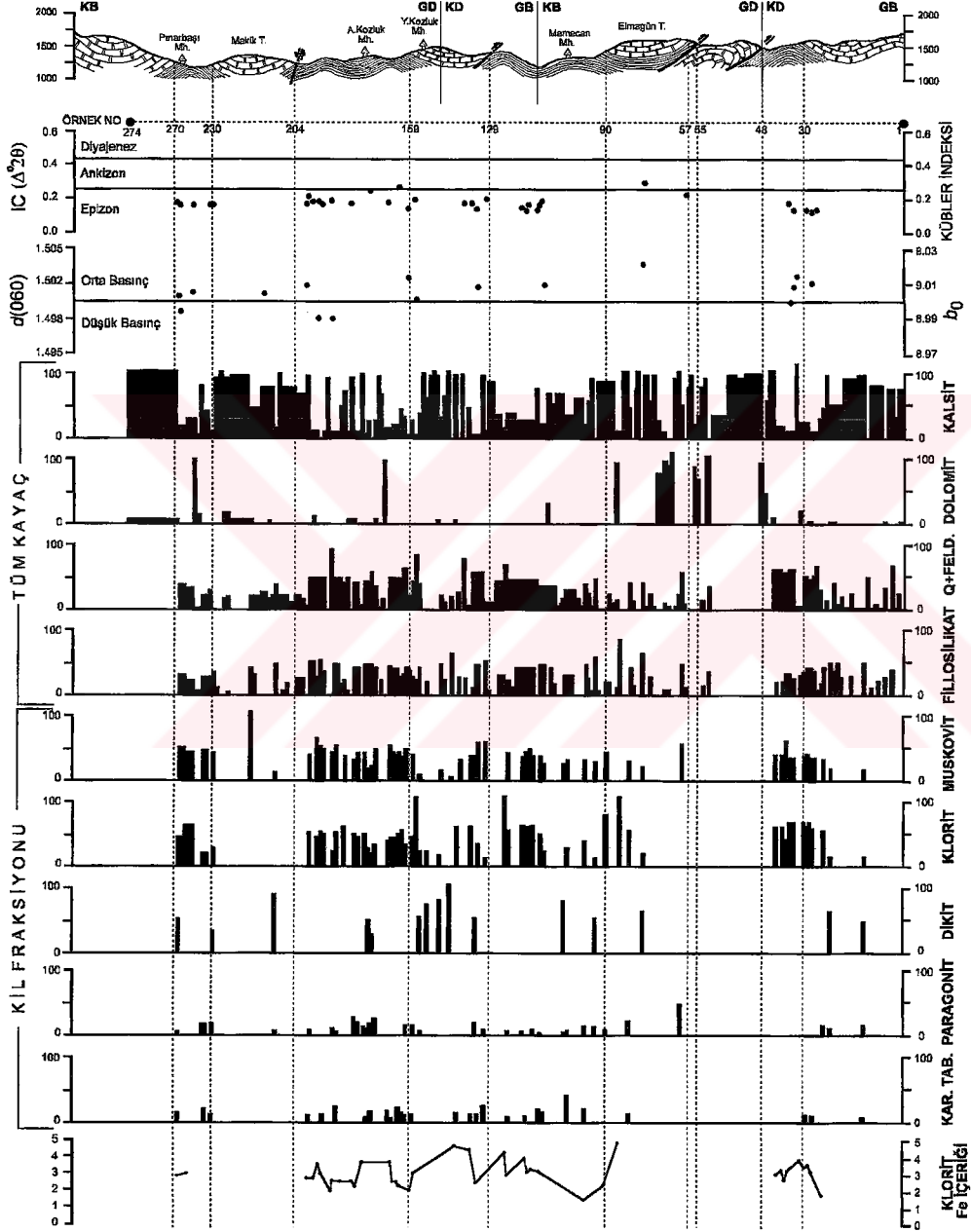
Şekil 4.4. Toros Kuşağı'ndaki birliğlere ait metaklastitlerin kondrit normalize çoklu element değişim diyagramı.



Şekil 4.5. Toros Kuşağı'ndaki birliğlere ait metaklastitlerin NASC normalize çoklu element değişim diyagramı.

## 5. SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Kantitatif XRD yöntemi ile elde edilen veriler jeolojik kesit üzerinde sunulmuş (Şekil 5.1) ve aşağıdaki gibi açıklanmıştır.



Şekil 5.1. Malatya metamorfitlelerine ait jeolojik kesitte mineralojik verilerin dağılımı.



Malatya metamorfizmaları dokusal ve mineralojik açıdan Toros kuşağındaki diğer allokton birliklere (Yalçın ve Bozkaya, 1997; Bozkaya ve Yalçın, 1997a ve 1997b) önemli ölçüde benzerlik sunmakla birlikte, metamorfizma derecesi biraz daha yüksektir (Çizelge 5.1). Özellikle oolitle/pizolitle kloritik sleytlere benzer litolojiler Aladağ Birliği'nin (Bozkaya ve Yalçın, 1997b) aynı yaşlı seviyelerinde de gözlenmektedir. Bu veriler, Malatya metamorfizmalarının Arap Platformuyla kökensel ilişkilerinin olmadığını ve tümüyle Toros karbonat platformundan türediklerini belirten araştırmacıların (Yazgan, 1984; Yılmaz ve Yiğitbaş, 1990; Yazgan ve Chessex, 1991; Yılmaz ve diğ., 1992) görüşünü destekler niteliktedir.

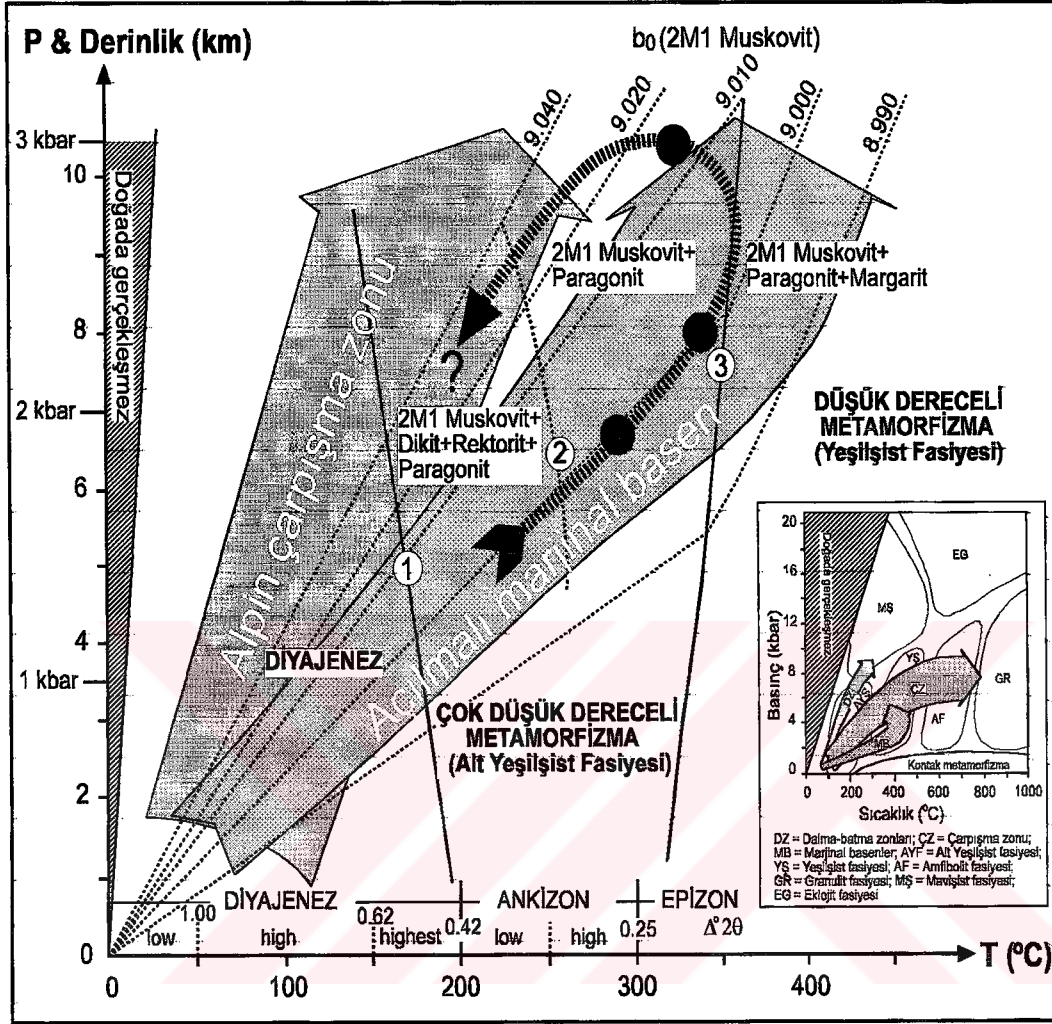
Çizelge 5.1. Toros Kuşağındaki birliklerin denestirilmesi.

Birlikler	Otokton	Allokton					
	Geyikdağı	Bolkardağı		Aladağ	Alanya		
	Kayseri-Adana	Sivas-Kangal	Konya-Bozkır	Kayseri-Pınarbaşı	Malatya-Yeşilyurt	Antalya-Cebireis	Mersin-Anamur
Stratigrafi	Kambriyen-Eosen	Devoniyen-Karbonifer	Devoniyen-Kretase	Ü.Devoniyen-Kretase	Karbonifer - Permiyen	Permiyen - Triyas	Permiyen - Triyas
Diyajenez-Metamorfizma Geçişi	Üst Ordovizyen	Üst Devoniyen	Üst Devoniyen	Karbonifer	Çok düşük dereceli metamorfizma	Düşük-orta dereceli metamorfizma	
Fillosilikatlar	illit/muskovit, klorit, C-V, C-S, I-S, kaolinit, smektit	illit/muskovit, klorit, kaolinit, paragonit, P-M, pirofillit, kloritoyid, C-V, C-S	illit/muskovit, klorit, kaolinit, paragonit, P-M, pirofillit, C-V, C-S, I-S	illit/muskovit, klorit, kaolinit, paragonit, P-M, pirofillit, C-V, C-S, I-S	illit/muskovit, klorit, kaolinit, paragonit, C-V, C-S, I-S	Muskovit, paragonit, klorit, biyotit, C-V, C-S	Muskovit, klorit, biyotit, C-V, C-S
Klorit-Mika Podları	Kambriyen-Ordovizyen {001} // S	Devoniyen {001} // S ve {001}^ S düzlemleri paralel ve değişik açılı					
Politipi	1Md-2M1	1Md-1M-2M1		1Md-2M1	2M1	2M1 Mu + 1M Bi	
	1a-Ib-IIb	IIb		1a-Ib-IIb	IIb		

Çok düşük dereceli metapelitler için metamorfizma koşullarını tahmin etmek oldukça zor olup, ancak birkaç parametre jeobarometre ve jeotermometre olarak kullanılabilir. Malatya metamorfizmalarında belirlenen dokusal zonlar, mineral birliktelikleri, IC, ChC, politipi, muskovitlerdeki paragonit içeriği (Chatterjee ve Flux, 1986), kloritlerin tetrahedral Al içeriği (Cathelineau, 1988),  $b_0$  (Guidotti ve Sassi, 1986), petrolojik denge diyagramları (Velde, 1977, Frey, 1987), yaklaşık 300-350 °C'lik bir sıcaklığa ve 2-3 kb'lık bir basınca işaret etmektedir. Bölgede Karbonifer-Geç Kretase döneminde çökme ile ilişkili sedimanter gömülme, Kampaniyen'de ofiyolit üzerlemesi ile ilişkili tektonik gömülme ve bunu izleyen yay magmatizması (Yazgan ve Chessex, 1991) sıcaklığın daha etkin olduğu bir metamorfizmaya yol açmıştır. Metamorfizma derecesinin üstten alta doğru artışı, K-mika + Na-mika + kaolinit beraberliği ve düşük  $b_0$  değerleri bağıl olarak yüksek ısıya işaret etmektedir. Bölgede Permiyen sonu veya Triyas başındaki volkanik aktivite bu görüşe ek bir kanıt oluşturmaktadır. Bütün bu veriler, birçok yazar (Bevins and Robinson, 1988; Robinson and Bevins, 1989) tarafından da vurgulandığı gibi, aktif volkanizmanın da eşlik ettiği açılmalı kenar veya yay-gerisi basenlerdeki bağıl olarak yüksek sıcaklık akışının varlığına işaret etmektedir.

Üst Kretase ve Orta Eosen dönemindeki naplaşma hareketleri ise yönlü basınçla ilgili deformasyonlara neden olmuştur (Özgül, 1997). S1 ve S2 düzlemlerinin bu evrelere karşılık geldiği, tektonik hareketlere bağlı olarak gelişen buruşma tipi sleyt dilinimi ve minerallerdeki deformasyon rekristalizasyonları ise daha önceki gömülme ile ilişkili patemi değiştirdiği düşünülmektedir. Ayrıca, Arab ve Avrasya levhalarının Neojen sırasında çarpışması da (Şengör and Yılmaz, 1981), bölgenin yeni bir tektonik deformasyona uğramasına yol açmıştır. Bu verilere dayanılarak, Malatya metamorfizmasının P-T-t 'nin tersi yönünde bir metamorfizma geçirdiği sonucuna varılmıştır (Şekil 5.2).

Elementlerin dağılımından elde edilen veriler, bunların diyajenetik/metamorfik tepkimeler ile denetlenmiş olduğunu ve ayrıca piroklastik ve epiklastik kayaların yanı sıra, metapelitik kayalarda da her zaman ayırtman olarak kullanılmayacağını ileri süren araştırmacıların (Milodowski ve Zalasiewicz, 1991; Gümüşer ve Yalçın, 1998; Marfil ve diğ., 1998; Yalçın ve Sezen, 1999) görüşlerini doğrulamaktadır. Diğer taraftan, iz elementlerin önemli ölçüde hareketli olabilecekleri ortamlarda, sedimanın kaynak bölgesinin karakteristiklerini belirlemede dikkatle kullanılması gerekmektedir (Awwiller ve Mack, 1991; Ohr vd., 1994).



Şekil 5.2. Malatya metamorfitlelerinin hipotetik P-T-t evrimi (Tektonik ortamlar: Robinson 1987; Ana fasiyes sınırları: Turner, 1981 ve Liou ve diğ. 1985; 1. Diyajenezin üst sınırı: Winkler, 1979; 2. Kaolinit/dikitin üst sınırı: Frey, 1987; 3. Çok düşük-düşük dereceli metamorfizma sınırı: Winkler, 1979; İllit/muskovitlerin  $b_0$  çizgileri: Guidotti ve Sassi, 1986 ve Rice ve diğ. 1989; Kristalinite ve politipi verileri: Frey, 1986 ve 1987; paragonitin alt sınırı: Frey, 1987).



**6. EK AÇIKLAMALAR**  
**A-OM İnceleme Sonuçları**

Ek Çizelge A.1. Pınarbaşı Formasyonu kayaa örneklerinin OM inceleme sonuçları.

Örnek	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Özellikler
ZB-31	Sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Buruşma klivajı, mikrolaminlanma
-32	Sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Meta-silttaşı yamacıklı, zayıf buruşma klivajı, D.Z.3-4
-33	Karbonatlı sleyt	Q+Ka+Fe+Se+Kl±Om	Metasilttaşı yamacıklı, zayıf buruşma klivajı, D.Z.3-4
-34	Karbonatlı sleyt	Q+Ka+Fe+Se+Kl±Om	Metakumtaşı laminasyonu, buruşma klivajı, mikrolaminlanma, D.Z.4
-35	Sleyt	Q+Fe+Se+Kl±Ka ±Om	Zayıf buruşma klivajı
-38	Mermer	Ka±Q±Om	Granoblastik doku
-39	Karbonatlı metakumtaşı/sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Buruşma klivajı, mikrolaminlanma
-40	Karbonatlı sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı D.Z.4
-41	Mermer laminasyonlu sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı D.Z.4
-42	Karbonatlı sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Metakumtaşı laminalı, tipik buruşma klivajı, D.Z.4
-43	Sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Meta-silttaşı laminalı, tipik buruşma klivajı, D.Z.4
-44	Mermer laminalı sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Kıvrım mermer seviyelerinde yer yer biyotitler, D.Z.4
-45	Sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Metakumtaşı laminalı, D.Z.4
-46	Sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Zr±Om±Bi±Tr	Metakumtaşı laminalı, organik maddeli ve göttili seviyeler
-47	Karbonatlı metakumtaşı	Ka±Fe+Q±Do ±Om	Arkozik, plajiyoklaz (polisentetik ikizlenme ve zonlu doku)
-48	Sleyt	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Buruşma klivajı, mikrovırılama
-56	Sleyt laminalı mermer	Q+Fe+Ka+Se+Kl±Om	Bükülmüş kloritleşmiş biyotit
-90	Mermer	Ka±Do±Q±Fe±Se±Kl±Om	İnce buruşma klivajlı sleyt laminaları
-91	Mermer	Ka±Do±Q±Fe±Se±Kl±Om	Çok ince organik maddeli ve fillosilikatlı zonlar
-92	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Se+Kl±Om	İnce organik maddeli sleyt laminaları
-93	Mermer	Ka±Mu±Q±Om±Kl	Granoblastik doku, ince organik maddeli ve fillosilikatlı seviyeler
-94	Sleyt laminalı mermer	Ka±Mu±Q±Om±Kl±Fel	Sleyt laminaları
-96	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Kl±Se±Om	Organik maddece zengin seviyeler
-98	Mermer	Ka±Mu±Q±Om±Kl	Mikrovırılama ve klivaj gelişimi, yer yer breşik
-99	Sleyt laminalı mermer	Ka+Mu+Q+Kl±Fel±Om	
-100	Sleyt laminalı mermer	Ka+Mu+Q+Kl±Fel±Om	Sleyt laminaları içinde klorit podları
-102	Mermer	Ka±Q±Om±Fel	
-103	Mermer	Ka±Q±Om±Fel	Optik engebesi yüksek karbonatlar
-104	Mermer	Ka±Mu±Q±Om±Kl	
-105	Sleyt laminalı mermer	Ka+Mu+Q+Kl±Fel±Om	İnce bükülmüş sleyt laminaları

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor).

-106	Sleyt laminalı mermer	Ka+Mu+Q+Kl+Fe±Om	Çok ince sleyt laminaları, klivaj gelişimi
-107	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	Mikrolaminalanma ve mikrokıvrımlanma
-109	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	So=Si klivajları, D.Z. 3-4
-110	Mermer laminalı sleyt	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	Sleyt ve mermer laminaları, buruşma tipi sleyt klivajı
-112	Mermer	Ka+Q±Om	Granoblastik doku
-113	Mermer	Ka±Q±Om	Granoblastik doku
-114	Sleyt laminalı mermer	Ka+Mu+Q+Fe±Kl±Om	Buruşma tipi klivajlı sleyt laminaları
-115	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Mu+Fe±Kl±Om	Mikrokıvrımlanma, D.Z. 3-4
-116	Dolomitli mermer	Ka±Do+Fe±Q ±Om	
-117	Sleyt	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	Arkozik laminalar
-119	Mermer	Ka±Q±Om	Organik maddece zengin seviyelerin oluşturduğu mikroyönllenme
-121	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	Buruşma klivajlı sleyt laminaları
-122	Mermer laminalı sleyt	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı
-123	Mermer laminalı sleyt	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	
-124	Sleyt	Ka±Q+Fe±Mu±Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı, kuvarsa zengin seviyeler, D.Z. 4
-125	Kuvars-mermer/metakireçtaşı	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	
-126	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	Bütkülmüş buruşma klivajlı sleyt mikrolaminasyonları
-128	Metakumtaşı	Ka+Fe±Kl±Q±Om	Vulkanik kökenli, kloritik çimento
-129	Sleyt laminalı mermer	Ka+Fe±Q±Mu±Kl±Om	Bütkülmüş buruşma klivajlı sleyt laminasyonu
-157	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	
-158	Metavulkanik	Fe±Kl ±Q±Om±Ka±Ap	Vitrofik doku, volkan camı tüpüyle kloritleşmiş
-159	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı
-160	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe±Mu±Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı, bütkülmüş sleyt laminaları
-161	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı, bütkülmüş sleyt laminaları
-162	Karbonatlı metasilttaşı	Q+Ka+Se/Mu±Om	
-164	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	D.Z. 4
-165	Sleyt	Q+Fe±Ka+Mu±Kl±Om	Metasilttaşı laminalı
-166	Metasilttaşı	Q+Fe±Ka+Mu±Kl±Om	Zayıf buruşma tipi sleyt klivajı, D.Z. 3-4
-167	Metakumtaşı	Q+Fe±Ka+Mu+Kl±Om	Zayıf klivaj gelişimi
-168	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	Buruşma klivajı yaygın
-169	Sleyt	Ka+Q+Fe±Mu+Kl±Om	Metasilttaşı laminalı

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor).

-170	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	
-172	Mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	İnce sleyt laminasyonu
-173	Mermer	Ka+Do+Q+Om	
-174	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Mermer laminaları
-176	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	
-177	Sleyt	Q+Fe+Mu+Kl+Ka+Om	Metasilttaş laminalı, buruşma tipi sleyt klivajı
-178	Mermer	Ka+Q+Do+Mu+Om	Granoblastik doku
-179	Mermer laminalı sleyt	Q+Ka+Fe+Mu+Kl+Om	Buruşma tipi sleyt klivajı
-180	Mermer	Ka+Fe+Q+Om	Opak bileşenlerce (organik madde) oluşturulan yönlü doku
-181	Sleyt	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Metasilttaş laminalı
-182	Metakumtaşı	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Sleyt laminasyonları
-183	Sleyt laminalı mermer	Ka+Fe+Mu+Kl+Q+Om	Sleyt laminasyonları (tipik buruşma)
-184	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Ka+Om	Buruşma tipi sleyt klivajı
-185	Mermer	Ka+Q+Do+Om	Granoblastik doku
-186	Kuvars-mermer	Ka+Q+Fe+Do+Mu+Om	Opak bileşenlerce (organik madde) zengin zonlar
-187	Mermer	Ka+Fe+Q+Mu+Kl+Om	Metasilttaş laminalı
-188	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Sleyt mikrolaminasyonları
-189	Sleyt	Q+Fe+Mu+Kl+Ka	Kuvars laminalı, tipik buruşma klivajı
-191	Metakumtaşı	Q+Fe+Mu+Kl+Ka+Om+Tr+Zr	Girifti sınır ilişkili kuvarslar
-192	Mermer	Ka+Q+Om	Organik maddece zengin zonlar
-193	Mermer laminalı sleyt	Q+Fe+Mu+Kl+Ka+Om	
-194	Mermer laminalı sleyt	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Metasilttaş laminasyonu
-197	Serisit-Mermer	Ka+Q+Fe+Se/Mu+Kl+Do+Om+Tr	
-199	Mermer laminalı sleyt	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Buruşma tipi sleyt klivajı, kuvars laminasyonu
-201	Metakumtaşı	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Sleyt laminalı
-229	Sleyt	Q+Fe+Mu+Kl+Ka+Om	So=Si klivajları
-231	Mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Granoblastik doku
-233	Mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Om	Optik engebesi yüksek demirli karbonat mineralleri
-234	Mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Om	Özşekilli plajiyoklazlar
-235	Mermer laminalı sleyt	Ka+Fe+Q+Mu+Kl+Om	
-237	Metakumtaşı	Q+Fe+Do+Ka+Mu+Kl+Om	Sleyt laminalı

Ek Çizelge A.1. (devam ediyor).

-238	Metakireçtaşı	Ka+Q+Om	Spartik , fosil
-239	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Buruşma tipi sleyt kivişajı
-240	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	
-241	Karbonatlı sleyt	Q+Fe+Ka+Mu+Kl+Om	So düzlemleri, zayıf kivişaj gelişimi
-242	Mermer	Ka+Do+Q+Mu+Om	Granoblastik doku
-243	Karbonatlı metasilttaşı	Ka+Q+Fe+Se+Mu+Kl	Arkozik, demirli sıvımalı karbonat mineralleri
-244	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	
-245	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	
-246	Karbonatlı sleyt	Ka+Q+Fe+Mu+Kl	Fosil
-247	Mermer	Ka+Fe+Q+Mu+Om	Granoblastik doku
-248	Mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Metasilttaşı yapacaklı
-249	Mermer	Ka+Fe+Q+Om	Organik maddece zengin seviyeler
-250	Mermer/metakireçtaşı	Ka+Do+Om	
-251	Dolomit-mermer/metadolomit	Do+Ka+Om	
-252	Mermer/metakireçtaşı	Ka+Q+Om	
-254	Serisit-mermer	Ka+Q+Mu+Fe+Kl+Om	İnce sleyt laminasyonları
-255	Serisit-mermer	Ka+Q+Mu+Fe+Kl+Om	
-256	Sleyt laminalı mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Sleyt laminaları
-257	Mermer/metakireçtaşı	Ka+Do+Q+Om	
-259	Metakumtaşı	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	Sleyt laminalı
-261	Mermer	Ka+Fe+Q+Mu+Kl+Om	İnce sleyt laminasyonları
-262	Sleyt	Q+Fe+Mu+Kl+Ka+Om	Metakumtaşı laminalı
-264	Sleyt	Q+Fe+Mu+Kl+Ka+Om	Metakumtaşı laminalı
-265	Mermer	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	
-267	Metasilttaşı	Q+Fe+Mu+Kl+Om	Sleyt laminalı
-268	Karbonatlı metakumtaşı	Ka+Q+Fe+Mu+Kl+Om	



Ek Çizelge A.2. Kalecik Formasyonu kayaç örneklerinin OM inceleme sonuçları.

Örnek	Kayaç Adı	Mineralojik Bileşim	Özellikler
ZB-1	Mermer	Ka+Do+Q+Om±Mu	Granoblastik-mozayik doku
-3	Mermer	Ka+Q±Mu±Om	Granoblastik-mozayik doku
-4	Metasilttaşı	Q+Fe+Mu+Kl±Om	Granoblastik-mozayik doku, organik maddeli
-5	Kuvars mermer	Ka+Q±Do±Fe±Mu±Om	Granoblastik doku ve seyrek klivaj zonları
-6	Karbonatlı sleyt	Ka+Q±Fe±Mu+Kl±Om	Mikroyönlü ve klivaj zonları
-7	Mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Granoblastik, yer yer deforme-rekristalize zonlar
-8	Mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Granoblastik, yer yer deforme-rekristalize zonlar, fosil izleri
-9	Mermer	Ka+Q±Fe±Mu±Kl±Om	Granoblastik, sık aralıklı klivaj (sleyt görünümlü)
-10	Mermer	Ka±Q±Mu±Om	Granoblastik doku
-12	Mermer	Ka±Q±Kl±Mu±Om	Granoblastik doku, klivaj gelişimi
-13	Mermer	Ka±Q±Om	Granoblastik doku, yer yer buruşma zonları
-14	Mermer	Ka±Q±Om	Granoblastik doku, stylolitik zonlar
-15	Mermer	Ka±Q±Fe±Kl±Mu±Om	Granoblastik doku
-16	Sleyt laminealı mermer	Ka+Q±Fe±Kl±Mu±Om	Fibrogranoblastik doku
-17	Mermer	Ka±Q±Mu±Om	Granoblastik doku
-18	Mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Om	Granoblastik doku, sleyt benzeri klivaj gelişimi
-19	Mermer	Ka±Q±Mu±Om	Granoblastik doku
-20	Mermer	Ka±Q±Mu±Om	Granoblastik, klivaj, ezilme/deformasyon zonları
-21	Klorit-mermer	Ka+Kl+Q ±Fe±Mu	Lepidogranoblastik doku
-22	Klorit-mermer	Ka+Kl+Q ±Fe±Mu	Granoblastik doku, küçük Kl potları, klivaj gelişimi
-23	Sleyt laminealı mermer	Ka+Kl+Q+Fe±Mu±Om	Lepidogranoblastik doku
-25	Mermer	Ka±Q±Kl±Mu±Om	Granoblastik doku
-26	Klorit-mermer	Ka+Fe±Q ±Kl±Mu±Om	Granoblastik doku
-27	Sleyt laminealı mermer	Ka+Q±Fe±Kl±Mu±Om	Granolepidoblastik doku, iri Kl oluşumları
-28	Mermer	Ka±Q±Fe±Kl±Mu±Om	Granoblastik doku, yer yer klivajlı sleyt laminaları
-29	Sleyt laminealı mermer	Ka+Q±Fe±Kl±Mu±Om	Granoblastik doku, sleyt laminaları
-30	Karbonatlı metakumtaşı	Ka+Q±Fe±Mu+Kl±Zr±Apt±Om	Arkozik, blastopsamitik doku
-49	Mermer	Ka±Om	Granoblastik doku
-50	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Om	Granoblastik doku
-51	Dolomitli metakireçtaşı	Ka+Do±Om±Q	Mikrogranoblastik doku

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor).

-52	Fosilli dolomikrosparit	Do±Ka±Om±Q	Mikrospartik, Mizzia sp.
-53	Mermer/metakireçtaşı	Ka+Q ±Om	Spartik
-54	Mermer	Ka+Do±Om	Mikroyönlüme
-55	Mermer	Ka+Q ±Om	Granoblastik doku
-57	Dolosparit	Do±Ka±Om	Spartik
-58	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Om	Mikroyönlüme
-59	Mermer	Ka±Q±Mu±Kl±Om	Mikroyönlüme, ince bütülmüş fillosilikatlı seviyeler
-60	Dolomitli kalsirudit	Do+Ka±Om	Demirli oksitli bağlayıcı malzeme
-61	Kalsitli dolomikrosparit	Do+Ka±Om	Mikrosparit
-62	Mermer	Ka±Om	Granoblastik doku
-63	Mermer	Ka+Q+Se+Kl±Fe±Om	Metasilttaşı yamacıklı
-64	Filitik sleyt	Q±Fe±Se±Kl±Om	Buruşma tipi sleyt kivişi, yönlenmeden bağimsız Kl oluşumları, grafitik seviyeler
-65	Klorit-mermer	Ka+Q+Kl +Fe±Se	Fillosilikatca zengin seviyelerde buruşma tipi kiviş
-66	Mermer	Ka±Q±Mu±Om	Granoblastik doku
-67	Kuvars-mermer	Ka+Q±Fe±Om	Optik engebesi yüksek kahverenkli demirli kalsitler
-68	Mermer/metakireçtaşı	Ka+Q±Om±Se±Kl	Granoblastik / spartik doku
-69	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Fe±Se±Kl±Om	Fillosilikatlı seviyelerce oluşturulan yönlü doku
-70	Dolosparit/dolomit mermer	Do±Ka±Om	Spartik doku
-71	Dolosparit/dolomit mermer	Do±Ka±Om	Spartik / granoblastik doku
-72	Fosilli dolomikrosparit	Do±Ka±Om	Mikrospartik-spartik doku, fosil
-73	Biyomikrit	Do+Ka±Om	Mikritik dokulu, fosil (mizza sp)
-74	Kalsitli dolosparit	Do+Ka±Se±Om	Spartik doku
-75	Kireçtaşı	Ka±Do±Q±Se±Kl±Om	Spartik doku, ender fosil
-76	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Q±Se±Kl	Litosparit, optik engebesi yüksek kahverengi karbonatlar
-77	Serisit-klorit mermer	Ka+Se+Kl±Q±Fe±Om	Laminasyon
-78	Mermer	Ka±Do±Q±Se±Om	Granoblastik doku
-79	Filit/filitik sleyt	Q±Fe±Se+Kl±Tr±Bi±Ap	Buruşma kivişi, organik maddece zengin seviyeler
-80	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku
-81	Metakireçtaşı/fosilli spartit	Ka±Om±Q	Fosil parçacıkları
-82	Mermer/metakireçtaşı	Ka+Q+Mu+Kl	
-84	Mermer	Ka±Om±Q	Granoblastik doku

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor).

-85	Mermer	Ka±Q±Se±Kl±Om	İnce buruşma, Se + Kl laminaları
-86	Pizoliti metakiretaşı	Ka±Kl±Q±G±Om	Kloritleşmiş oolit/pizolit ve fosil kavkıları (Kılavuz seviye: Aygörmöz AG-43 ile aynı)
-87	Mermer	Ka±Do±Q	Granoblastik doku, mikroyönlenme
-88	Dolosparit/dolomit mermer	Do±Ka±Om	Spartik / granoblastik doku
-89	Mermer/metakiretaşı	Ka±Do±Q±Om	
-130	Mermer	Ka±Q±Om	Granoblastik doku
-131	Mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Om	Granoblastik doku
-132	Sleyt laminalı mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Sleyt yamalı, organik maddece zengin seviyeler
-133	Mermer	Ka±Q±Fe±Om	Granoblastik doku
-134	Sleyt	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Buruşma tipi sleyt klivajı tipik
-135	Mermer	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku
-136	Mermer	Ka±Q±Mu±Kl±Om	Granoblastik doku
-137	Metakumtaşı	Q±Fe±Ka±Mu±Kl±Om	
-138	Sleyt	Q±Fe±Mu±Kl±Om	Metasilttaşı laminalı, buruşma tipi sleyt klivajı
-139	Metasilttaşı	Q±Fe±Mu±Kl±Om	Volkamik kökenli
-140	Kuvars-mermer/metakiretaşı	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	
-141	Mermer	Ka±Q±Om	Granoblastik doku
-142	Metakumtaşı	Q±Fe±Mu±Kl±Om	Volkamik kökenli
-143	Mermer	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku, organik maddeli seviyeler
-144	Metakumtaşı	Q±Fe±Mu±Kl±Om	Kataklastik doku
-145	Mermer	Ka±Om	Granoblastik doku
-146	Metakiretaşı	Ka±Q±Do±Mu±Kl±Om	Fosil izleri
-147	Sleyt	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Q-Fel mermer yanacıkları
-148	Mermer	Ka±Fe±Q±Om	Granoblastik doku
-149	Mermer	Ka±Om	Granoblastik doku
-150	Mermer	Ka±Q±Om	Granoblastik doku
-151	Metakiretaşı	Ka±Do±Q±Om	Fosil kavkıları
-152	Metakiretaşı /mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Sleyt laminalı
-153	Metakiretaşı	Ka±Do±Q±Om	Fosil
-154	Karbonatlı sleyt	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	
-155	Metakumtaşı	Q±Fe±Ka±Mu±Kl±Om	

Ek Çizelge A.2. (devam ediyor).

-156	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku
-202	Mermer	Ka±Q±Mu ±Om	Granoblastik doku
-203	Sleyt laminalı mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Granoblastik doku
-204	Klorit-mermer	Ka±Kl±Q±Fe±Mu ±Om	Yaygın Kl oluşumları
-205	Serisit-mermer/Metakireçtaşı	Ka±Q±Fe±Se±Mu±Kl±Om	
-206	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Mu ±Om	
-207	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Om	
-208	Sleyt laminalı mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Granoblastik doku
-209	Kuvars-mermer	Ka±Q±Mu±Kl±Om	Granoblastik doku
-210	Kuvars-mermer	Ka±Q±Fe±Om	Granoblastik doku
-211	Mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	İnce sleyt laminaları
-213	Mermer	Ka±Fe±Q ±Mu±Om	Granoblastik doku
-214	Mermer	Ka±Se/Mu±Do±Q±Fe±Kl±Om	
-215	Serisit-mermer	Ka±Se/Mu±Q±Fe±Kl±Om	
-216	Serisit-mermer	Ka±Do±Q±Om	
-217	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Om	
-218	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Q±Om	Laminasyon
-219	Kuvars mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Q ±Om	Fosil parçacıkları
-220	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Do±Om	
-221	Dolomitli mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Mu±Om	
-222	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Om	
-223	Metakireçtaşı	Ka±Q ±Do±Om	Organik maddece zengin seviyeler, mikroyönlene
-224	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Om	
-225	Mermer/Metakireçtaşı	Ka±Q±Fe±Mu	
-226	Mermer/metakireçtaşı	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	Zayıf klivaj gelişimi
-227	Sleyt laminalı mermer	Ka±Q±Fe±Mu±Kl±Om	İnce bükülmüş sleyt laminaları
-228	Sleyt laminalı mermer	Ka±Do±Om	Granoblastik doku
-270	Mermer	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku
-272	Mermer	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku
-273	Mermer	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku
-274	Mermer	Ka±Do±Q±Om	Granoblastik doku

## **B-XRD Çözümleme Sonuçları**



Ek Çizelge B1. Pınarbaşı Formasyonu kayaç örneklerinin XRD çözümü sonuçları (%).

Örnek	Tüm kayaç					Kil fraksiyonu						
	Ka	Do	Ku	Fm	Km	I/M	Ch	K	Pa	I-S	C-V	C-S
ZB-31	5		14	36	45	33	54				13	
ZB-32	10		19	27	44	32	57				11	
ZB-33	12		14	35	39	35	65					
ZB-34	14	3	19	26	36	28	60					12
ZB-35	6		27	18	49	44	56					
ZB-36	16		16	31	37	38	62					
ZB-37	44	18	6		32							
ZB-38	93		1	6								
ZB-39	12		14	48	26	34	66					
ZB-40	14		27	18	41	38	62					
ZB-41	15		19	21	45	38	62					
ZB-42	12		10	57	21	37	63					
ZB-43	4		19	35	42	61	39					
ZB-44	12		14	51	23							
ZB-45	6		14	45	35	43	57					
ZB-46	11		10	57	22	43	57					
ZB-47	28	9		64								
ZB-48	15		11	52	22	42	58					
ZB-56	43		18	16	23							
ZB-90	68	2	9	8	13							
ZB-91	87	3	7	3	±							
ZB-92	56		12	11	21	41	49		10			
ZB-93	98		2		±							
ZB-94	66		14	7	13							
ZB-95	100											
ZB-96	88	2	5		5							
ZB-97			23	21	56	27	8	51	14			
ZB-98	90		5	±	5							
ZB-99	51		7	14	28							
ZB-100	54		12	14	20							
ZB-101	17		16	20	47	31	34		14		10	11
ZB-102	97		3		±							
ZB-103	96		4									
ZB-104	97		3		±							
ZB-105	60		11	9	20							
ZB-106	50		11	10	29							
ZB-107	41		15	11	33							
ZB-108	32		18	16	34							
ZB-109	26		15	23	36	31	24		7			
ZB-110	32		11	14	43	22		74	4			
ZB-111	71		18	4	7							
ZB-112	91		9									
ZB-113	94		3	3	±							
ZB-114	59		11	14	16							
ZB-115	20		26	15	39							
ZB-116	39	31	4	24	2							
ZB-117	9		24	19	48	26	19	38			11	6
ZB-118	13		21	23	43	33	43		5			19

Ek Çizelge B1. (devam ediyor).

Örnek	Tüm kayaç					Kil fraksiyonu						
	Ka	Do	Ku	Fm	Km	I/M	Ch	K	Pa	I-S	C-V	C-S
ZB-119	97		3									
ZB-120	10		21	24	45	32	58		10			
ZB-121	66		7	9	18							
ZB-122	13		19	25	43	45	55					
ZB-123	9		18	33	40	38	53					9
ZB-124	7		21	29	43	33	60		7			
ZB-125	45		16	30	9							
ZB-126	51		15	13	21							
ZB-127	28		15	19	38	39	47		7			7
ZB-128	14		5	60	21		100					
ZB-129	47		6	38	9							
ZB-157	26		21	14	39	11	18	58	7		6	
ZB-158	1		3	77	19		100					
ZB-159	32		6	35	27							
ZB-160	60		8	12	20							
ZB-161	13		20	39	28	37	39		15		9	
ZB-162	24		61	±	15							
ZB-163	20		13	22	45	46	30		14		10	
ZB-164	13		23	12	52	37	51					12
ZB-165	18		19	16	47	40	46					14
ZB-166	11		28	24	37	38	39				11	12
ZB-167	11		33	30	26							
ZB-168	21		14	27	38	40	41		9		10	
ZB-169	8		21	20	51	51	33				16	
ZB-170	30		17	13	40							
ZB-171	5		3									
ZB-172	68		9	5	18							
ZB-173	91		5									
ZB-174	27		19	13	41	44	31		25			
ZB-175			26	29	45	21	17	31	17		14	
ZB-176	25		16	20	39	16	22	46	11		5	
ZB-177	6		26	21	47	39	45		16			
ZB-178	95	2	3	±								
ZB-179	31		15	16	38	40	42		18			
ZB-180	94		3	3	±							
ZB-181	13		21	22	44	31	45		24			
ZB-182	27		9	49	15							
ZB-183	43		4	29	24						13	
ZB-184	8		13	55	24	33	54					
ZB-185	94	4	2									
ZB-186	47	1	10	37	5							
ZB-187	28		8	40	24	46	48		6			
ZB-188	60		6	18	16							
ZB-189	4		21	26	49	51	26		13			10
ZB-190	8		18	28	46	41	22		12			25
ZB-191	13		87		±							
ZB-192	96		4	±								
ZB-193	6		14	47	33	45	45				10	

1:1 YÖNSELERİNİN  
KONULUĞU ALINMIŞTIR

Ek Çizelge B1. (devam ediyor).

Örnek	Tüm kayaç					Kil fraksiyonu						
	Ka	Do	Ku	Fm	Km	I/M	Ch	K	Pa	I-S	C-V	C-S
ZB-194	12		21	30	37							
ZB-195			26	23	51	50	50					
ZB-196	±		28	33	49	60	40					
ZB-197	37	9	20	11	23							
ZB-198	5		19	26	50	27	52		12			9
ZB-199	15		18	23	44	37	56		7			
ZB-200	5		8	39	48	36	47		11	6		
ZB-201	11		16	44	29	42	46				12	
ZB-229	13		18	37	32	34	30		23			13
ZB-230	7		12	44	37	33	16	29	13		4	5
ZB-231	79		6	8	7							
ZB-232	31		16	19	34	42	26		19			13
ZB-233	76		3	13	8							
ZB-234	88		4	8	±							
ZB-235	36	±	6	45	13							
ZB-236	2		4	47	47	32			12	17	11	28
ZB-237	13	3	31	49	4							
ZB-238	96		4									
ZB-239	22		14	26	38	54	17		14			15
ZB-240	23		15	22	40							
ZB-241	28		13	21	38	43	26		17			14
ZB-242	95	3	2		±							
ZB-243	43		21	12	24							
ZB-244	86		14	±	±							
ZB-245	66		4	7	23							
ZB-246	40		11	12	37							
ZB-247	81		9	3	7							
ZB-248	71		12	4	13							
ZB-249	42		13	12	33							
ZB-250	81	16	3									
ZB-251	5	95										
ZB-252	99		1	±	±							
ZB-253	9		34	14	43	46	54					
ZB-254	48		29	5	18							
ZB-255	42		18	24	16							
ZB-256	24		20	18	38	47	53					
ZB-257	95	3	2									
ZB-258	22		27	15	36	41	59					
ZB-259	37		27	9	27	28	57				15	
ZB-260	21		21	16	42	30	70					
ZB-261	72		4	10	14							
ZB-262	5		20	19	56	30	17	53				
ZB-263	8		14	15	63	39	61					
ZB-264	9		20	27	44							
ZB-265	97		3	±								
ZB-266	4		27	18	51	32	35		19		14	
ZB-267			12	28	60	60		40				
ZB-268	41		26	11	22	30	59				11	
ZB-269	18		15	31	36	72	28					



Ek Çizelge B2. Kalecik Formasyonu kayac örneklerinin XRD çözümü sonuçları (%).

Örnek	Tüm kayaç					Kil fraksiyonu						
	Ka	Do	Ku	Fm	Km	I/M	Ch	K	Pa	I-S	C-V	C-S
ZB-1	90	5	5									
ZB-2	33		26	±	41							
ZB-3	96		4									
ZB-4			48	19	33							
ZB-5	86	4	10	±								
ZB-6	40		20	15	25							
ZB-7	92		8	±								
ZB-8	98		2									
ZB-9	72		10	5	13							
ZB-10	96		4									
ZB-11			3	45	52	16	12	47	17			8
ZB-12	96		4									
ZB-13	100		±	±	±							
ZB-14	96		4	±								
ZB-15	96		4	±								
ZB-16	40		27	8	25							
ZB-17	98		2									
ZB-18	98		2	±								
ZB-19	95		5	±	±							
ZB-20	95		5		±							
ZB-21	47		14	7	32							
ZB-22	39		4	5	52							
ZB-23	30		22	19	29							
ZB-24	9	5	11	25	50	17	14	59	10			
ZB-25	93	4	3		±							
ZB-26	68		3	10	19							
ZB-27	14		23	18	45	33	52		15			
ZB-28	78	2	3	3	14							
ZB-29	45		19	9	27							
ZB-30	20	3	8	59	10							
ZB-49	100											
ZB-50	100		±									
ZB-51	54	46	±	±	±							
ZB-52	8	92										
ZB-53	93		7		±							
ZB-54	98	2	±									
ZB-55	94		6									
ZB-57	±	100										
ZB-58	83		7	3	7							
ZB-59	73	±	5	9	13							
ZB-60	34	66	±	±								
ZB-61	22	78										
ZB-62	100											
ZB-63	76		5	6	13							
ZB-64			20	34	46	53			47			
ZB-65	59		14	10	17							
ZB-66	97		3		±							

Ek Çizelge B2. (devam ediyor).

Örnek	Tüm kayaç					Kil fraksiyonu						
	Ka	Do	Ku	Fm	Km	I/M	Ch	K	Pa	I-S	C-V	C-S
ZB-67	89		11		±							
ZB-68	85	2	6	±	7							
ZB-69	82		2	9	7							
ZB-70	1	99										
ZB-71	3	85	12									
ZB-72	1	99										
ZB-73	10	90										
ZB-74	26	74										
ZB-75	96	2	2		±							
ZB-76	88	4	8		±							
ZB-77	52		8	13	27							
ZB-78	96	2	2		±							
ZB-79			22	16	62	22	17	61				
ZB-80	98	1	1									
ZB-81	96		4									
ZB-82	68		15		17							
ZB-83	28		20	15	37	28	38		22		12	
ZB-84	98		2		±							
ZB-85	99		1		±							
ZB-86	9		10		81		100					
ZB-87	90		2	±	8							
ZB-88	11	89										
ZB-89	97	2	1									
ZB-130	96		4									
ZB-131	88		2	3	7							
ZB-132	49		10	10	31							
ZB-133	97		3	±	±							
ZB-134	7		24	19	50	54	11		9			26
ZB-135	97	1	2									
ZB-136	80		13		7							
ZB-137	6		16	40	38	56	31				13	
ZB-138			15	22	63	33		48	19			
ZB-139	3		13	43	41	30	57			13		
ZB-140	46		11	34	9							
ZB-141	97		3		±							
ZB-142			11	65	24	28	58					
ZB-143	94	2	4									
ZB-144			29	9	62	2		98				
ZB-145	100											
ZB-146	59	3	17	±	21							
ZB-147	28		16	11	45	13	12	75				
ZB-148	91		1	8								
ZB-149	100											
ZB-150	90		5	5	±							
ZB-151	97		3		±							
ZB-152	60		13	7	20							
ZB-153	93	6	1									
ZB-154	35		12	15	38							

Ek Çizelge B2. (devam ediyor).

Örnek	Tüm kayaç					Kil fraksiyonu						
	Ka	Do	Ku	Fm	Km	I/M	Ch	K	Pa	I-S	C-V	C-S
ZB-155	3		7	64	26		17	69				
ZB-156	95	1	4									
ZB-202	95		5	±	±							
ZB-203	53		7	8	32							
ZB-204	55		11	10	20							
ZB-205	61		9	9	21							
ZB-206	87		11	2	±							
ZB-207	93		7									
ZB-208	58		13	8	21							
ZB-209	74		15	4	7							
ZB-210	69		16	8	7							
ZB-211	94		3	3								
ZB-212	16	5	18	19	42	8		86	6			
ZB-213	82	±	13	5	±							
ZB-214	84		2	14	±							
ZB-215	46	2	14	9	29							
ZB-216	41		11	11	37	100						
ZB-217	96	3	1									
ZB-218	93	7										
ZB-219	96	±	4									
ZB-220	94	3	3									
ZB-221	83	17										
ZB-222	98	±	2									
ZB-223	74		20		6							
ZB-224	85	±	15									
ZB-225	100		±									
ZB-226	84		5	3	8							
ZB-227	44		16	12	28							
ZB-228	88		2	±	10							
ZB-270	94	6										
ZB-271	46	±	6	5	43							
ZB-272	96	3	1									
ZB-273	95	2	3									
ZB-274	95	3	2									

Ka=Kalsit, Do=Dolomit, Ku=Kuvars, Fm=Feldispat, Km=Kil minerali, I/M=İllit/  
Muskovit, Ch=Klorit, K=Kaolinit, Pa=Paragonit, I-S=İllit-Smektit, C-V=Klorit-Vermikülit,  
C-S=Klorit-Smektit

## 7. KAYNAKLAR

- Arkai, P., 1991. Chlorite crystallinity: an empirical approach and correlation with the illite crystallinity, coal rank and mineral facies as exemplified by Paleozoic and Mesozoic rocks of northeast Hungary. *Journal of Metamorphic Geology*, 9, 723-734.
- Awwiller, D.N., Mack, L.E., 1991. Diagenetic modification of Sm-Nd model ages in Tertiary sandstones and shales, Texas Gulf Coast. *Geology*, 19, 311-314.
- Bailey, S.W., 1980. Structures of layer silicates. In : *Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identifications*, G.W.Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 2-123.
- Bailey, S.W., 1988. X-ray diffraction identification of the polytypes of mica, serpentine, and chlorite. *Clays and Clay Minerals*, 36, 193-213.
- Bingöl, E., 1989. 1/2.000.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritası. Maden Tetkik ve Arama Yayını, Ankara.
- Bozkaya, Ö., 1995. Doğu Toroslardaki (Sarız-Tufanbeyli-Saimbeyli yöreleri) sedimanter ve çok düşük dereceli metasedimanter kayaçların mineralojisi ve jeokimyası. Doktora Tezi, C.Ü. Fen Bil. Enst., 334 s (yayınlanmamış).
- Bozkaya, Ö., 1999. Mineralogy of eastern part of Alanya Metamorphites (North of Anamur, Central Taurus): Crystallinity,  $b_0$  and polytype: Abstracts of 11<sup>th</sup> Engineering Weeks, Symposium on Earthsciences, Isparta, Turkey, p. 58.
- Bozkaya, Ö., 2000. Alanya metamorfileri (Demirtaş-Alanya) metapelitik kayaçlarının fillosilikat parajenezi, illit kristalinite,  $b_0$  ve politipi özellikleri. 53. Türkiye Jeoloji Kurultayı, 21-25 Şubat, Ankara, Bildiriler (baskıda).
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 1995. Doğu Toros Otoktonu ve örtü kaya birimlerinin litoloji ve mineralojisi (Sarız-Tufanbeyli-Saimbeyli yöresi). C.Ü. Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A- Yerbilimleri, 12, 1-37.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 1996. Diyajenez-metamorfizma geçişinin belirlenmesinde kullanılan yöntemler. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 49, 1-22.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 1997a. Bolkardağı Birliği (Orta Toroslar, Bozkır-Konya) Üst Paleozoyik-Alt Mesozoyik yaşlı diyajenetik-çok düşük dereceli metamorfik kayaçların mineralojisi ve petrografisi. H.Ü. Yerbilimleri, Baysal Batman Özel Sayısı 19, 17-40.

- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 1997b. Aygörmez Dağı napı (Pınarbaşı-Kayseri) Devoniyen-Triyas yaşlı diyajenetik-çok düşük dereceli metasedimanter kayaçların mineralojik ve petrografik özellikleri. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Geosound, Özel Baskı, Cilt II, 30, 807-832.
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 1998. Diagenesis and very low-grade metamorphism related to sedimentary burial of Paleozoic rocks in the Eastern Taurus Autochthon: Turkish Association of Petroleum Geologists (in press).
- Bozkaya, Ö., Yalçın, H., 2000. Antalya Birliği'nin Gazipaşa-Demirtaş arasındaki çok düşük-dereceli metamorfik kayaçların mineralojik-petrografik özellikleri (hazırlanmakta).
- Brindley, G.W., 1961. Chlorite minerals. In : The X-ray Identification and Crystal Structures of Clay Minerals, G. Brown (ed.), Mineralogical Society, London, 242-296.
- Brindley, G.W., 1980. Quantitative x-ray mineral analysis of clays. In : Crystal Structures of Clay Minerals and Their X-ray Identification, G.W.Brindley and G.Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 411-438.
- Brown, G. and Brindley, G.W., 1980. X-ray diffraction procedures for clay mineral identification. In Crystal Structures of Clay Minerals and their X-ray Identification, G.W. Brindley and G. Brown (eds.), Mineralogical Society, London, 305-360.
- Caillere,S., Hénin,S.,1963. Minéralogie des Argiles. Masson et Cie, Paris, 355 pp.
- Cathelineau, M., 1988. Cation site occupancy in chlorites and illites as a function of temperature. Clay Minerals, 23, 471-485.
- Chagnon, A. and Desjardins,M., 1991. Détermination de la composition de la chlorite par diffraction et microanalyse aux rayons X. Canadian Mineralogist, 29, 245-254.
- Chatterjee, N.D., 1971. Phase equilibria in the Alpine metamorphic rocks of the environs of the Dora-Maira-Massif, Western Italian Alps. Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen, 114, 181-245.
- Chatterjee, N.D. and Flux, S., 1986. Thermodynamic mixing properties of muscovite-paragonite crystalline solutions at high temperatures and pressures, and their geological applications. Journal of Petrology, 27, 677-693.

- Condie, K.C., 1993. Chemical composition and evolution of the upper continental crust: contrasting results from surface samples and shales. *Chemical Geology*, 104, 1-37.
- Eberl, D.D., Velde, B., 1989. Beyond the Kübler index. *Clay Minerals*, 24, 571-577.
- Flanagan, F.J., 1976, Descriptions and analyses of eight new USGS rock standarts. In: Twenty-eight papers present analytical data on new and previously described whole rock standards: United States Geology Survey, Professional Paper, F.J.Flanagan (ed.), 840, 171-172.
- Frey, M., 1986, Very low-grade metamorphism of the Alps-An introduction: *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, v. 66, p. 13-27.
- Frey, M., 1987. Very low-grade metamorphism of clastic sedimentary rocks. In *Low Temperature Metamorphism*. M. Frey (ed.), Blackie&Son, Glasgow, 9-58.
- Govindaraju, K., 1989. 1989 compilation of working values and sample description for 272 geostandarts. *Geostandarts Newsletter*, 13, 1-113.
- Gözübol, A.M., Önal, M., 1986. Çat Barajı İsale Tünelinin Mühendislik Jeolojisi ve Kaya Mekaniği İncelemesi ve Malatya Çelikhan Alanının Jeolojisi. TÜBİTAK Projesi, TABG-647.
- Gray, D.R., 1977a. Some parameters which affect the morphology of crenulation cleavages. *Journal of Geology*, 85, 763-780.
- Gray, D.R., 1977b. Morphologic classification of crenulation cleavage. *Journal of Geology*, 85, 229-235.
- Grim, R. E., 1968, *Clay mineralogy*. McGraw Hill, New york, 596pp.
- Gromet, L.P., Dymek, R.F., Haskin, L.A., Korotev, R.L., 1984. The "North American shale composite": Its compilation, major and trace element characteristics. *Geoc.Cosmoc.Acta*, 48, 2469-2482.
- Guidotti, C.V., Sassi, F.P., 1976. Muscovite as a petrogenetic indicator mineral in pelitic schists. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 127, 97-142.
- Guidotti, C.V., Sassi, F.P., 1986. Classification and correlation of metamorphic facies series by means of muscovite b<sub>0</sub> data from low-grade metapelites. *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 153, 363-380.
- Gümüşer, G., Yalçın, H., 1998. Kelkit Vadisi kuzeyindeki (Reşadiye-Yazıcık-Bereketli/Tokat) bentonit yataklarının mineralojik ve jeokimyasal incelenmesi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri*, 20, 91-110.

- Haskin, L.A., Haskin, M.A., Frey, F.A., Wildeman, T.R., 1968. Relative and absolute terrestrial abundances of the rare earths. In: *Origin and Distribution of the Elements* (Ed. L.H. Ahrens). Pergamon press, p.889-912.
- Hunziker, J.C., Frey, M., Clauer, N., Dallmeyer, R.D., Friedrichsen, H., Flehmig, W., Hochstrasser, K., Roggviler, P., Schwander, H., 1986. The evolution of illite to muscovite: mineralogical and isotopic data from the Glarus Alps, Switzerland. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 92, 157-180.
- J.C.P.D.S., 1990. Powder Diffraction File. Alphabetical Indexes Inorganic Phases. Swarthmore, U.S.A., 871 pp.
- Karaman, T., Poyraz, N., Bakırhan, B., Alan, İ., Kadıncık, G., Yılmaz, H., Kılınc, F., 1993. Malatya-Doğuşehir-Çelikhan Dolayının Jeolojisi. MTA Rapor No 9587, 57 s (yayımlanmamış).
- Kisch, H.J., 1983. Mineralogy and petrology of burial diagenesis (burial metamorphism) in clastic rocks. In *Diagenesis in Sediments and Sedimentary Rocks*, 2, G. Larsen and G.V. Chilingar (eds.), Elsevier, Amsterdam, 289-493 and 513-541 (Appendix B- literature published since 1976).
- Kisch, H.J., 1991. Development of slaty cleavage and degree of very-low-grade metamorphism: a review. *Journal of Metamorphic Geology*, 9, 735-750.
- Kübler, B., 1984. Les indicateurs des transformations physiques et chimiques dans la diagenèse, température et calorimétrie. In : *Thermométrie et barométrie géologiques*, M. Lagache (ed.), Société Française de Minéralogie et de Cristallographie, Paris, 489-596.
- Liou, J.G., Maruyama, S., and Cho, M., 1985, Phase equilibria and mixed parageneses of metabasites in low-grade metamorphism: *Mineralogical Magazine*, 352, 321-333.
- Marfil, R., Hall, A., Garcia-Gil, S., Stamatakis, M.G., 1998. Petrology and geochemistry of diagenetically altered tuffaceous rocks from the middle Triassic of Central Spain. *Journal of Sedimentary Research*, 68, 391-403.
- Milodowski, A.E., Zalasiewicz, J.A., 1991. Redistribution of rare earth elements during diagenesis of turbidite/hemipelagite mudrock sequences of Llandovery age from Central Wales. In: *Developments in Sedimentary Provenance Studies*, A.C. Morton, S.P. Todd, and P.D.W. Haughton (eds.), Geological Society of London, Special Publication, 57, 101-124.

- Maxwell, D.T., Hower, J., 1967. High-grade diagenesis and low-grade metamorphism of illite in the Precambrian Belt Series. *American Mineralogist*, 52, 843-857.
- Michard, A., Whitechurch, H., Ricou, L.E., Montigny, R., Yazgan, E., 1984. Taurus subduction (Malatya-Elazığ provinces) and its bearing on tectonics of the Tethyan realm in Turkey. *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Special Publication Geological Society, London*, 17, 361-373.
- Moore, D.M., Reynolds, R.C.JR., 1997. X-ray diffraction and the identification and analysis of clay minerals. *Oxford University*, 378 pp.
- Mposkos, E., Perdikatzi, V., 1981. Die Paragonit-Chloritoid führenden Schiefer des südwestlichen Bereiches des Kerkis auf Samos (Griechenland). *Neues Jahrbuch für Mineralogie, Abhandlungen*, 142, 292-308.
- Ohr, M., Halliday, A.N., Peacor, D.R., 1994. Mobility and fractionation of rare earth elements in argillaceous sediments: implication for dating diagenesis and low-grade metamorphism. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 58, 289-312.
- Önal, M., Şahinci, A., Gözübol, A.M., 1986. Yeşilyurt-Çelikhan (Malatya-Adıyaman) dolayının hidrojeolojik incelemesi. *Jeoloji Mühendisliği*, 29,5-12.
- Özgül, N., 1976. Toroslarm bazı temel jeolojik özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 19, 1, 65-78.
- Perinçek, D., 1978. Çelikhan-Sincik-Koçali (Adıyaman) alanının jeolojik incelemesi. *Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi, Tatbiki Jeoloji Kürsüsü (yayımlanmamış)*.
- Perinçek, D., 1979. Geological investigation of the Çelikhan-Sincik-Koçali area (Adıyaman province). *İstanbul Üniversitesi Fen Fakültesi Mecmuası, Seri B*, 44, 127-147.
- Powell, C.McA., 1979. A morphological classification of rock cleavage. *Tectonophysics*, 58, 21-34.
- Rice, A.H.N., Bevins, R.E., Robinson, D., Roberts, D., 1989, Thrust-related metamorphic inversion in the Caledonides of Finnmark, north Norway, *in* Daly, J.S., Cliff, R.A., Yardley, B.W. Eds, *Evolution of Metamorphic Belts: Geological Society Special Publication*, no. 43, p. 413-421.
- Robinson, D., 1987. Transition from diagenesis to metamorphism in extensional and collision settings: *Geology*, v. 15, p. 866-869.



- Sassi, F.P., Krautner, H.G., Zirpoli, G., 1976. Recognition of the pressure character in greenschist facies metamorphism. *Schweizerische Mineralogische und Petrographische Mitteilungen*, 56, 427-434.
- Sassi, F.P., Scolari, A., 1974. The  $b_0$  value of the potassic white micas as a barometric indicator in low-grade metamorphism of pelitic schists. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 45, 143-152.
- Shirozu, H., 1958. X-ray powder patterns and cell dimensions of some chlorites in Japan with a note on their interference colors. *Mineralogical Journal*, 2, 209-223.
- Sirocko, F., Lange, H., 1991. Clay-mineral accumulation in the Arabian Sea during the late Quaternary. *Marine Geology*, 97, 105-119.
- Srodon, J., 1984. X-ray powder diffraction identification of illitic materials: Clays and Clay Minerals, v. 32, p. 337-349.
- Sungurlu, O., 1972. VI.Bölge Gölbaşı-Gerger arasındaki sahanın jeolojisi. TPAO rapor no.802, Ankara (yayımlanmamış).
- Sungurlu, O., 1974. Geology and petroleum possibilities of the northern part of petroleum district. *Proceedings, VI.Second Petrol Congress, Ankara, Turkey*.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach: *Tectonophysics*, v. 75, p. 181-241.
- Taylor, S.R., McLennan, S.M., 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford, 312 pp.
- Turner, F.J., 1981, *Metamorphic Petrology: Mineralogical, Field and Tectonic Aspects*: New York, McGraw-Hall, 524p.
- Velde, B., 1977. *Clays and Clay Minerals in Natural and Synthetic Systems. Developments in Sedimentology 21*, Elsevier, Amsterdam, 218 p.
- Warr, L.N., Rice, A.H.N., 1994. Interlaboratory standartization and calibration of clay mineral crystallinity and crystallite size data. *Journal of Metamorphic Geology*, 12, 141-152.
- Weaver, C.E., Pollard, L.D., 1973, *The Chemistry of Clay Minerals. Developments in Sedimentology 15*, Elsevier Sci. Publ. Co., Amsterdam, 213pp.
- Winkler, G.H.F., 1979, *Petrogenesis of Metamorphic Rocks: Firth Edition*, Springer-Verlag, NewYork, 348p.
- Yalçın, H., Bozkaya, Ö., 1997. Kangal-Alacahan yöresi (Sivas) Üst Paleozoyik yaşlı meta-sedimanter kayaçlarda gömülme ve bindirme ile ilişkili çok düşük dereceli metamorfizma. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 40, 1-16.

- Yalçın, H., Sezen, T.F., 1999. İznik Gölü güney kesiminde Üst Kretase yaşlı analsim türü zeolit oluşumları. 11.Mühendislik Haftası, Yerbilimleri Sempozyumu, Süleyman Demirel Üniversitesi, Isparta, 20-23 Ekim, Bildiriler Kitabı (baskıda).
- Yazgan, E., 1981. Doğu Toroslarda etkin bir paleo-kıta etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen) Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu. Yerbilimleri, 7, 83-104.
- Yazgan, E., 1984. Geodynamic evolution of the Eastern Taurus region. Proc. Int. Symp. on Geology of Taurus Belt, O. Tekeli and M.C. Göncüoğlu (eds.), MTA, Ankara, 199-208.
- Yazgan E., Chessex, R., 1991. Geology and Evolution of the Southeastern Taurides in the Region of Malatya. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 3/1, 1-42.
- Yazgan, E., Michard, A., Whitechurch, H. et Montigny, R., 1983. Le Taurus de Malatya (Turquie orientale), élément de la suture sud-téthysienne. Bulletin de la Société Géologique de France, 25, 59-63.
- Yılmaz, A., Bedi, Y., Uysal, Ş., Yusufoğlu, H., Aydın, N., 1993. Doğu Torodlar'da Uzunyayla ile Beritdağı arasının jeolojik yapısı. Türkiye Petrol Jeologları Derneği, 5, 69-87.
- Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. Geological Society of American Bulletin., 105, 251-271.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., 1990. SE Anadolu'nun farklı ofiyolitik-metamorfik birlikleri ve bunların jeolojik evrimdeki rolü. Türkiye 8. Petrol Kongresi Bildirileri, 128-140.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş.C., 1992. Güneydoğu Anadolu metamorfik masiflerinin kökeni. Türkiye 9. Petrol Kongresi Bildirileri, 296-306.
- Zen, E-AN., Albee, A.L., 1964. Coexistant muscovite and paragonite in pelitic schists. American Mineralogist, 49, 904-925.

## **ÖZGEÇMİŞ**

1976 yılında Arguvan'da (Malatya) doğmuşum. İlköğretim ve Liseyi 1981-1992 yılları arasında sırasıyla Arapkir ve Malatya Gazi Lisesi'nde tamamladım. 1992-1996 yılları arasında C.Ü.Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde okudum ve aynı yıl Jeoloji Mühendisi olarak mezun oldum. 1997 yılında C.Ü.Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans'a başladım.