

**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU PONTİD KUŞAĞINDA TOPÇAM, ÇAMBAŞI (ORDU-KD TÜRKİYE)  
YÖRESİ GEÇ MESOZOYİK YAŞLI GRANİTLERİN PETROJENEZİ: YİTİM  
ORTAMINDA GELİŞEN A TİPİ GRANİT OLUŞUMU**

**DOKTORA TEZİ  
Murat KETENCİ**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Jeoloji Mühendisliği Programı**

**TEMMUZ 2013**



**İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**DOĞU PONTİD KUŞAĞINDA TOPÇAM, ÇAMBAŞI (ORDU-KD TÜRKİYE)  
YÖRESİ GEÇ MESOZOYİK YAŞLI GRANİTLERİN PETROJENEZİ: YİTİM  
ORTAMINDA GELİŞEN A TİPİ GRANİT OLUŞUMU**

**DOKTORA TEZİ  
Murat KETENCİ  
(505092311)**

**Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı  
Jeoloji Mühendisliği Programı**

**Tez Danışmanı : Doç. Dr. Murat BUDAKOĞLU  
Eş Danışman : Prof. Dr. Orhan KARSLI**

**TEMMUZ 2013**



İTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü'nün 505092311 numaralı Doktora Öğrencisi **Murat KETENCİ**, ilgili yönetmeliklerin belirlediği gerekli tüm şartları yerine getirdikten sonra hazırladığı “**DOĞU PONTİD KUŞAĞINDA TOPÇAM, ÇAMBAŞI (ORDU-KD TÜRKİYE) YÖRESİ GEÇ MESOZOYİK YAŞLI GRANİTLERİN PETROJENEZİ: YİTİM ORTAMINDA GELİŞEN A TİPİ GRANİT OLUŞUMU**” başlıklı tezini aşağıda imzaları olan jüri önünde başarı ile sunmuştur

- Tez Danışmanı** : **Doç. Dr. Murat BUDAKOĞLU**  
İstanbul Teknik Üniversitesi
- Eş Danışman** : **Prof. Dr. Orhan KARSLI**  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
- Jüri Üyeleri** : **Prof. Dr. Ömer Işık ECE**  
Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi
- Jüri Üyeleri** : **Prof. Dr. Yusuf Kağan KADIOĞLU**  
Ankara Üniversitesi
- Jüri Üyeleri** : **Prof. Dr. Hakan ÇOBAN**  
Batman Üniversitesi
- Jüri Üyeleri** : **Doç. Dr. Sibel TATAR ERKÜL**  
Akdeniz Üniversitesi
- Jüri Üyeleri** : **Doç. Dr. Mustafa KUMRAL**  
İstanbul Teknik Üniversitesi

**Teslim Tarihi :** 17 Haziran 2013  
**Savunma Tarihi :** 25 Temmuz 2013



*Merhum Hacı Şükran ZARKAN' a,*





## ÖNSÖZ

Bu Doktora Tezi, Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi ve İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümleri katkılarıyla hazırlanmıştır.

Doktora öğrenimim ve tez çalışmam süresince değerli bilgi ve birikimlerinden yararlandığım doktora tez danışman hocalarım Prof. Dr. Orhan KARSLI ve Doç. Dr. Murat BUDAKOĞLU' na,

Doktora eğitimim süresince; tecrübe, görüş ve önerilerinden istifade ettiğim değerli hocam Prof. Dr. Fuat Yavuz' a, tezimin çalışmalarında desteğini esirgemeyen Doç. Dr. Mustafa KUMRAL'a, Yük. Mimar Cengiz BAYDAR' a

Bu tezin ortaya çıkışında maddi, manevi her türlü destek ve gösterdikleri anlayış için aileme, hayatımın her aşamasında en büyük dayanağım anneannem merhum Hacı Şükran ZARKAN' a minnet borçluyum.

Lisans, Yüksek Lisans ve Doktora eğitimim süresince maddi desteğini aldığım, bilimin ve bilim insanının destekçisi olan TÜBİTAK' a ve bu vesile ile bilim, kültür ve insanlığa yapmış olduğu hizmetlerinden dolayı lider ülke yolunda istikrarlı bir şekilde büyüyen Türkiye Cumhuriyeti Başbakanı Sayın Recep Tayyip ERDOĞAN'a en içten saygı ve teşekkürlerimi sunarım.

RİZE, 2013

Murat KETENCİ



## İÇİNDEKİLER

### Sayfa

ÖNSÖZ.....	vii
KISALTMALAR .....	xi
ÇİZELGE LİSTESİ .....	xiii
ŞEKİL LİSTESİ.....	xv
ÖZET.....	xix
SUMMARY .....	xxi
<b>1. GENEL BİLGİLER.....</b>	<b>1</b>
1.1 Giriş ve Amaç.....	1
1.2 İnceleme Alanının Coğrafik Konumu .....	1
1.3 Bölgesel Jeoloji .....	3
1.4 Önceki Çalışmalar .....	6
1.5 Çalışma Konusunun Gerekçesi ve Amacı .....	15
<b>2. YAPILAN ÇALIŞMALAR .....</b>	<b>19</b>
2.1 Amaç ve Yöntemler.....	19
2.1.1 Arazi çalışmaları .....	19
2.1.1.1 1/25000 Ölçekli jeoloji haritası ve jeolojik kesitlerin H- hazırlanması.....	19
2.1.1.2 Petrografik, kimyasal ve izotopik analizler için örnek alımı ....	19
2.1.2. Laboratuvar çalışmaları.....	20
2.1.2.1 Mikroskopik tayinler.....	20
2.1.2.2 Örneklerin kimyasal analiz için hazırlanması.....	20
2.1.3 Kimyasal analizler.....	21
2.1.3.1 Elektron mikroskop analizleri.....	21
2.1.3.2 Tüm Kayaç Analizleri.....	21
2.1.3.3 İzotop analizleri .....	22
2.1.4 Büro Çalışmaları .....	23
<b>3. BULGULAR.....</b>	<b>25</b>
3.1 İnceleme Alanının Stratigrafisi .....	25
3.1.1 Çağlayan Formasyonu.....	25
3.1.2 Topçam ve Çambaşı Plütonları .....	27
3.1.2.1 Mineraloji ve petroğrafi .....	27
3.2 Jeokrooloji.....	35
3.3 Mineral Kimyası.....	38
3.3.1 Mineral bileşimleri .....	38
3.3.1.1 K-Feldispat.....	38
3.3.1.2 Plajiyoklas.....	43
3.3.1.3 Amfibol.....	46
3.3.1.4 Biyotit .....	49
3.3.1.5 Piroksen .....	52
3.3.1.6 Fe-Ti oksit.....	53
3.4 Ana ve iz element jeokimyası .....	54
3.4.1 A-Tipi karakter .....	59

3.4.2 Zirkon doygunluk termometresi .....	59
3.5 Tartışma .....	66
3.5.1 Doğu pontid ultrapotassik ve şoşonitik A-Tipi plütonların petrojenezleri .....	66
3.5.2 Magma farklılaşması ve fraksiyonel kristallenme.....	66
3.5.3 Magma Karışımı .....	65
3.5.4 Magma Kaynağı .....	69
3.5.5 Jeodinamik Evrim.....	75
<b>4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER.....</b>	<b>81</b>
<b>KAYNAKLAR.....</b>	<b>83</b>
<b>ÖZGEÇMİŞ .....</b>	<b>125</b>

## KISALTMALAR

<b>Ab</b>	: Albit
<b>AFC</b>	: Asimilasyon ile eş zamanlı gelişen ayrımlaşma
<b>Amf</b>	: Amfibol
<b>An</b>	: Anortit
<b>ANTE</b>	: Ağır Nadir Toprak Elementler
<b>Ap</b>	: Apatit
<b>BİLE</b>	: Büyük İyon Yarıçaplı Litofil Elementler
<b>BSE</b>	: Toplam Silikat Yerküre
<b>CHUR</b>	: Kondritik tekdüze rezervuar
<b>DAF</b>	: Doğu Anadolu Fayı
<b>DBFK</b>	: Düşük Basınç Fraksiyonel Kristallenmesi
<b>EMG</b>	: Elektron Mikroskop Görüntüleri
<b>En</b>	: Enstatit
<b>E-OOSB</b>	: Zenginleşmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
<b>Hbl</b>	: Hornblend
<b>Hem</b>	: Hematit
<b>HNTE</b>	: Hafif Nadir Toprak Elementler
<b>İlm</b>	: İlmenit
<b>KAF</b>	: Kuzey Anadolu Fayı
<b>Kbar</b>	: Kilo bar cinsinden basınç
<b>Kd</b>	: Ayrımlanma katsayısı
<b>Kl</b>	: Klorit
<b>Km</b>	: Kilometre cinsinden uzunluk
<b>Ku</b>	: Kuvars
<b>M</b>	: Metre cinsinden uzunluk
<b>Mgt</b>	: Manyetit
<b>N-OOSB</b>	: Tüketilmiş Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
<b>NTE</b>	: Nadir Toprak Elementler
<b>OAB</b>	: Okyanus Adası Bazaltı
<b>OOSB</b>	: Okyanus Ortası Sırtı Bazaltı
<b>Op</b>	: Opak mineral
<b>P</b>	: Basınç (kbar cinsinden)
<b>Pl</b>	: Plajiyoklas
<b>Sa</b>	: Sanidin
<b>T</b>	: Sıcaklık (°C cinsinden)
<b>TDT</b>	: Trakidasit-Dasit Takımı
<b>Wo</b>	: Vollastonit
<b>XRF</b>	: X-Işınları Floresans
<b>YÇAE</b>	: Yüksek Çekim Alanlı Elementler
<b>YBFK</b>	: Yüksek Basınç Fraksiyonel Kristallenmesi
<b>YZM</b>	: Yitim Zonu Metazomatizması
<b>Mg#</b>	: Magnezyum numarası



## ÇİZELGE LİSTESİ

### Sayfa

<b>Çizelge 3.1</b>	: Çambaşı ve Topçam plütonlarındaki granitoyid kayaçları' nın ana ve iz element jeokimyası. ....	61
<b>Çizelge 3.2</b>	: Topçam ve Çambaşı plütonlarının Sr-Nd izotop jeokimyası. ....	71
<b>Çizelge A.1</b>	: Topçam Ve Çambaşı plotalarındaki gronitoyid kayaçlarada gözlenen amfibollerin mikroprob özellikleri .....	100
<b>Çizelge A.2</b>	: Topçam ve Çambaşı plotalarındaki gronitoyid kayaçlarada gözlenen biyotit mikroprob özellikleri .....	106
<b>Çizelge A.3</b>	: Topçam ve Çambaşı plotalarındaki gronitoyid kayaçlarada gözlenen Fe – Ti mikroprob özellikleri .....	109
<b>Çizelge B.1</b>	: Topçam ve Çambaşı plütonlarının LA-ICP-MS zirkon U-Pb analiz değerleri.....	123





## ŞEKİL LİSTESİ

	Sayfa
Şekil 1.1 :	İnceleme alanının yer bulduru haritası. .... 2
Şekil 1.2 :	Doğu Pontidler'deki Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik yaşlı magmatik kayaların dağılımı ve A-Tipi granitoidlerin konumları. .... 4
Şekil 1.3 :	Türkiyenin ana tektonik hatları ve çalışılan A-tipi granitoid kayaların bu birlikler üzerindeki konumları. .... 6
Şekil 3.1 :	Topçam ve Çambaşı (Ordu) yörelerinin ayrıntılı jeolojik haritası ve yöredeki A-tipi granitoid kayaların konumları. .... 29
Şekil 3.3 :	Topçam ve Çambaşı plütonlarından gözlenen A-tipi granitoidlerinin saha ve makroskobik görünüşleri. .... 31
Şekil 3.4 :	Topçam ve Çambaşı plütonlarından gözlenen A-tipi granitoidlerdeki ana kayaların dokusal görünüşleri. .... 32
Şekil 3.5 :	Topçam ve Çambaşı plütonlarında gözlenen A-tipi granitoidlerdeki ana kayaların dokusal görünüşleri. .... 33
Şekil 3.6 :	Topçam ve Çambaşı plütonlarından gözlenen A-tipi granitoidlerdeki mafik mikrogranular anklavların mikroskobik görünüşleri. .... 34
Şekil 3.6a :	Topçam plütonunun zirkon U-Pb konkordiya ve ortalama yaş diyagramı ..... 36
Şekil 3.6b :	Çambaşı plütonunun zirkon U-Pb konkordiya ve ortalama yaş diyagramı ..... 37
Şekil 3.7 :	Topçam (Ordu) Plütonu'na ait k-feldsapatlar kristalleri ve dokusal ilişkilerinin BSE görünüşleri. .... 39
Şekil 3.8 :	Çambaşı (Ordu) Plütonu'na ait k-feldsapatlar kristalleri ve dokusal ilişkilerinin BSE görünüşleri. .... 40
Şekil 3.9 :	Topçam plütonuna ait K-feldspat megakristatlerinin profil ana oksit değişimleri. .... 41
Şekil 3.10 :	Çambaşı (Ordu) Plütonu'na ait K-feldspat megakristatlerinin profil ana oksit değişimleri. .... 42
Şekil 3.11 :	İncelenen Plütonlar'a ait feldspatların Or-An-Ab diyagramındaki yerleri. Sıcaklık barları Fuhrman ve Lindsley (1988) den alınmıştır. .... 43
Şekil 3.12 :	Çambaşı plütonunda gözlenen plajiyoklasların dokusal BSE görünüşleri ve ana oksit profilleri. .... 44
Şekil 3.13 :	Topçam plütonunda gözlenen plajiyoklasların dokusal BSE görünüşleri ve ana oksit profilleri. .... 45
Şekil 3.14 :	Topçam ve Çambaşı plütonlarındaki amfibollerin a: Leake ve diğ. (1997) diyagramındaki yerleri; b: Mg# okarşın Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> değişim diyagramındaki yerleri. .... 46

<b>Şekil 3.15 :</b>	Çambaşı plütonunda gözlenen amfibollerin BSE görünüşleri ve a: SiO <sub>2</sub> ; b: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; c: MgO; d: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; e: TiO <sub>2</sub> ; f: Na <sub>2</sub> O değişim diyagramları. ....	47
<b>Şekil 3.16 :</b>	Topçam plütonunda gözlenen amfibollerin BSE görünüşleri ve a: SiO <sub>2</sub> ; b: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; c: MgO; d: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> ; e: TiO <sub>2</sub> ; f: Na <sub>2</sub> O değişim diyagramları. ....	48
<b>Şekil 3.17 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi Plütonlarına ait biyotitlerin mika sınıflama diyagramlarındaki yerleri. ....	49
<b>Şekil 3.18 :</b>	Topçam plütonunda gözlenen biyotitlerin BSE görünüşleri ve ana oksit profilleri. ....	50
<b>Şekil 3.19 :</b>	Çambaşı plütonunda gözlenen biyotitlerin BSE görünüşleri ve ana oksit profilleri. ....	51
<b>Şekil 3.20 :</b>	Topçam ve Çambaşı Plütonlarında gözlenen piroksen ve Fe-Ti oksitlerin BSE görünüşleri. ....	52
<b>Şekil 3.21 :</b>	Topçam ve Çambaşı plütonlarında gözlenen piroksenlerin a: Wo-En-Fs piroksen yamuğundaki yerleri, b: TiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> değişim diyagramlarındaki yerleri. ....	53
<b>Şekil 3.22 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi plütonlarında gözlenen Fe-Ti oksitlerin sınıflama diyagramındaki yerleri. ....	54
<b>Şekil 3.23 :</b>	Doğu Pontid A-tipi granitoidlerinin toplam alkali içeriklerine karşın SiO <sub>2</sub> diagramındaki (Middlemost, 1994) sınıflandırmaları. ....	55
<b>Şekil 3.24 :</b>	Doğu Pontid alkalin kayaçlarının; a: Alkali doygunluk indeksine karşın SiO <sub>2</sub> diyagramındaki, b: Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> /Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O (molar) değerine karşın alkali doygunluk indeksi diyagramındaki (Maniar ve Piccoli, 1989), c: K <sub>2</sub> O içeriklerine karşın SiO <sub>2</sub> değişim diyagramlarındaki (Peccerillo ve Taylor, 1976) dağılımları. ....	56
<b>Şekil 3.25 :</b>	Doğu Pontid alkalin kayaçlarının; a: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> içerikleri, b: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın Na <sub>2</sub> O içerikleri, c: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın MgO içerikleri, d: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın CaO içerikleri, e: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın K <sub>2</sub> O içerikleri, f: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın toplam demir oksit içerikleri, g: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın TiO <sub>2</sub> içerikleri, h: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> içerikleri, i: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın MnO içerikleri, k: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın Zr değerleri, l: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın La değerleri, m: SiO <sub>2</sub> içeriklerine karşın Ba değerleri değişim diyagramları. ....	57
<b>Şekil 3.26 :</b>	Doğu Pontid alkalin kayaçlarının N-MORB'a göre (Sun ve McDonough, 1989) normalize edilmiş çoklu element profilleri. ....	58
<b>Şekil 3.27 :</b>	Doğu Pontid alkalin kayaçlarının kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element modelleri. ....	59
<b>Şekil 3.28 :</b>	Doğu Pontid A-tipi granitoidlerinin; a: Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O vs. Zr + Nb + Ce + Y, b: Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>top</sup> /MgO vs. Zr + Nb + Ce + Y, c: Na <sub>2</sub> O + K <sub>2</sub> O vs. 10000Ga/Al ayırtman digramlarındaki (Whalen ve diğ., 1987) dağılımları. ....	60

<b>Şekil 3.29 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: log Ba değerine karşın log Eu/Eu*; b: log Sr değerine karşın log Eu/Eu* değerleri değişim diyagramları.....	67
<b>Şekil 3.30 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin Zr (ppm) içeriğine karşın $T_{Zr}(^{\circ}C)$ değişim diyagramındaki dağılımları ....	68
<b>Şekil 3.31 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: La/Yb oranına karşın La (ppm), b: Zr/Nb oranına karşın Zr (ppm) içeriği değişim diyagramlarındaki yerleri.....	68
<b>Şekil 3.32 :</b>	A-tipi Topçam ve Çambaşı plütonlarının basit Sr-Nd izotopik modelleme diyagramındaki konumları.....	70
<b>Şekil 3.33 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: CaO (% ag.) içeriğine karşın SiO <sub>2</sub> (% ag.); b: K <sub>2</sub> O/Na <sub>2</sub> O oranına karşın SiO <sub>2</sub> (% ağı.) içeriği diyagramlarındaki yerleri. 4 kbar'daki deneysel TTG ergiyikleri, (Patiño Douce, 1997)'dan alınmıştır.....	74
<b>Şekil 3.34 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin deneysel üretilmiş metapelitik, metagrovak ve amfibolit ergiyik alanları ile karşılaştırılması. Deneysel veriler (Patiño Douce, 1999)'dan alınmıştır.....	74
<b>Şekil 3.35 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: Nb-Y-3Ga ve b: Nb-Y-Ce diyagramlarındaki yerleri. A-tipi granitoidler için oluşturulan A <sub>1</sub> ve A <sub>2</sub> alt ayırtman grupları Eby (1992)'den alınmıştır.....	76
<b>Şekil 3.36 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerin R1– R2 diyagramındaki (Batchelor ve Bowden, 1985) yerleri. $R1 = \frac{4Si}{2(Fe + Ti)}$ – $\frac{11(Na + K)}{6Ca + 2Mg + Al}$ .....	77
<b>Şekil 3.37 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerin; a: Rb'a karşın Y+Nb, b: Y'a karşın Nb diyagramlarındaki (Pearce, 1996; Pearce ve diğ., 1984) yerleri. VYG: Volkanik yay granitoidleri, LİG: Levha içi granitoidleri, ÇG: Çarpışma granitoidleri, OSG: Okyanus sırtı granitoidleri, ÇSG: Çarpışma sonrası granitoidleri.....	79
<b>Şekil 3.38 :</b>	Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerin oluşumu ve evrimi süresince; Doğu Pontidlerin jeodinamik evrimi için şematik bir gösterim [Karslı ve diğ. (2012)'den değiştirilerek], (a-b) ~ 90-85 My and (c) at ~ 75-81 My. Kampaniyende, slab rollback hareketine bağlı olarak kıtasal yay gerisi ekstansiyonu gelişirki bud a astenosferik manto yükselimine neden olur. Bu yükselimle sağlanan ısı litosferik manto kaynaklı bazik magmayı oluşturur. Bazik magma daha sonra alt kabuki altına sokularak alt kabuğu hem ertir hemde metazomatize eder. Buna bağlı olarak, bölgede yaygın gözlenen I-tipi magmaların aksine yüksek ergime sıcaklığına bağlı olarak A-tipi Topçam ve Çambaşı plütonları gelişmiştir. ..	80



**DOĞU PONTİD KUŞAĞINDA TOPÇAM, ÇAMBAŞI (ORDU-KD TÜRKİYE)  
YÖRESİ GEÇ MESOZOYİK YAŞLI GRANİTLERİN PETROJENEZİ: YİTİM  
ORTAMINDA GELİŞEN A TİPİ GRANİT OLUŞUMU**

**ÖZET**

Doğu Pontidler, özellikle Geç Mesozoyik ve Erken Senozoyik boyunca çok yoğun bir magmatik aktivite ile karakteristiktirler. Bu plütonik kütlelerin çoğu I-tipi granitoid karakteri sunmaktadırlar. Bu çalışma ile, bölgede, I-tipi granitoidler ile varlığı belirlenen A-tipi karakterli Çambaşı ve Topçam plütonlarının kaynak karakteristikleri ve jeodinamik evrimleri ortaya konulmaya çalışılmıştır. Geç Kretase (Kampaniyen) yaşlı plütonlar, granit, siyenit, kuvars monzonit ve monzonit bileşimlidirler. Yaygın olmamakla birlikte kayak kapanımları içerirler. Genellikle yüksek Ga/Al oranları ile düşük Mg# (<42) değerleri ile karakteristiktirler. Plütonlar, baskın olarak metalumin karakterli olmakla birlikte, (A/CNK=0.88 to 1.00) peralumin karaktere doğru değişim sunmaktadırlar. Şeşonitik ve ultrapotassik seri özelliği sunarlar. Kayaçlar, çoklukla örümcek diyagramlarında, HNTE'lerce zenginleşme sunarken önemi derecede negative Eu (Eu/Eu\*=0.33 to 0.92), Ba, Nb, Sr ve Ti anomalileri göstermektedirler. Bu değerler, alt kabuk ve litosferik manto kaynağı ergiyikleri ile uyumludur. Tüm bulgular ile, plütonların oluşum ve evrimleri için, astenosferin yükselimi ve kısmi ergimeden önce zenginleşmiş kıta altı litosferinin ergimesiyle birlikte bazik magma oluşumu modelini önerebiliriz. Oluşan bazik magma, alt kabuğun altına sokularak, kabuğun bu kesiminin ergimesine neden olur. Kıta altı derinliklerinde, oluşan her iki ergiyik bir miktar etkileşerek hibrit bir ergiyik meydana getirmişlerdir. Oluşan hibrit ergiyik fraksiyonel kristallenme ve bir miktar kirlenme ile evrimleşip, kabuğun sığ derinliklerine yükselerek A-tipi karakterli Çambaşı ve Topçam plütonlarını oluştururlar. Bu çalışma ile elde edilen tüm bulgular, söz konusu plütonların, Geç Kretase boyunca var olan yay gerisi ekstansiyonuna bağlı olarak kabuğa sokulum yapabildiklerine işaret etmektedir. Doğu Pontidlerde bu zaman dilimindeki yay gerisi ekstansiyon, Pontidlerin daha kuzeyinde bir yay gerisi havza olarak Karadenizin açılmasına imkan sağlamıştır.

**Anahtar Kelimeler:** Hibrit A-Tipi Granitoid, Alt Kabuki Ergimesi, Yitim, Yay-Gerisi Ekstansiyon, Doğu Pontidler, KD Türkiye



# **PETROGENESIS OF LATE CRETACEOUS TOPÇAM AND ÇAMBAŞI GRANITOIDS (ORDU-KD TÜRKİYE): A-TYPE GRANITOIDS FORMING IN SUBDUCTION SETTING**

## **SUMMARY**

Anatolia is considered a geologically complex domain in the Alpine-Himalayan fold-thrust belt. It is a continental block migrating westward in response to the continuing north-south convergence between Eurasia and Africa-Arabia during the late Cenozoic. This convergence is accommodated by two major strike-slip faults: the North Anatolian Fault (NAF) and the East Anatolian Fault (EAF). Turkey is formed by four major tectonic blocks that are separated by three main high pressure (HP) belts. The basement rocks beneath the Eastern Pontides of Sakarya zone are early Carboniferous metamorphic terranes and late Carboniferous granitoid and late Carboniferous to early Permian shallow marine to terrigenous sedimentary rocks. The basement rocks beneath the Eastern Pontides of Sakarya zone are early Carboniferous metamorphic terranes and late Carboniferous granitoid and late Carboniferous to early Permian shallow marine to terrigenous sedimentary rocks. Late Triassic lamprophyre dykes and stocks are rarely observed in the Eastern Pontides. The basement rocks are overlain by early to middle Jurassic clastic and carbonate sedimentary rocks intercalated with basalts and pyroclastic rocks. This time interval is attributed to the subduction-related rifting in the region and mantle-derived basic volcanic rocks. Late Jurassic granitoids and their volcanic equivalents emplaced into the volcano-sedimentary rocks of Şenköy Formation during middle-late Jurassic. These granitoids are regarded as the products of an arc-continent collision event, in response to closure of Paleotethys during middle Jurassic and the accretion of the Pontides to Laurasia in the north. In the late Cretaceous, the region was a south facing magmatic arc due to northward subduction of Neotethys along the southern border of Sakarya Zone. The magmatic arc is characterized by a more than 2 km-thick volcano-sedimentary sequence with local granitoid intrusions in the northern part of the Eastern Pontides. The southern part represents a fore-arc phase where flyschoid sedimentary rocks with limestone olistoliths were accumulated. The early Paleocene plagioclinites was referred to last products of the northward subduction. Paleocene time in the region is attributed to continent-continent collision between the Pontides and the Tauride-Anatolide block due to the complete closure of Neotethys. Propose a Paleocene to early Eocene (ca. 55 Ma) collision, causing crustal thickening. The Eastern Pontides have a quiescent period during the Paleocene. Early Cenozoic adakitic rocks, pointing syn- to post-collision phase have been determined in the region. Middle Cenozoic times are recorded by volcanic and granitoid rocks. These granitoid bodies formed in a post-collisional setting. Post Eocene terrigenous units are observed in the area. Neogene alkaline volcanics are referred to post-collision extensional tectonic setting.

The Eastern Pontides is characterized by the many of intrusive bodies formed throughout the late Mesozoic-early Cenozoic. Most of these show I-type granitoid

character. A number of petrogenetic models have been proposed for their generation: 1) generation from basaltic magma through fractionation, 2) partial fusion of refractory lower crustal granulites, 3) partial fusion of intracrustal tonalitic I-type granitic rocks at high temperature and 4) partial fusion of a non-melt depleted, anhydrous, alkali-feldspar rich granulitic rocks. Recently, mixing source model has gained considerable favor. Late Cretaceous and middle Eocene granitoids around the Eastern Pontide region are mostly I-type, accompanied by A-type plutons.

Granitoids are regarded as one of the key elements to understand petrogenetic evolution and geodynamic processes and they are divided into S-, I-, M-, and A-types based on their chemical and mineralogical features. It was originally considered A-type granitoids formed in anorogenic setting, recent studies have clearly pointed out that A-type granitoids could occur in various geodynamic setting ranging from within-plate setting to plate boundaries). A-type granitoids have a unique compositional features such as higher  $K_2O+Na_2O$  than typical I-type rocks in the granitoid family and they have been extensively worked due to their unusual composition and tectonic settings. Although they offer useful information on their tectonic environments, petrogenetic processes responsible for their genesis is still debated. Fundamentally, it is not known what type of tectonic process controls alkalinity in felsic systems and enrichment in the protolith prior to partial fusion. It appears that the generation of A-type granitoids may involve multiple processes, tectonic settings and mantle/crust proportions. The plutons in the area of the Eastern Pontides has an A-type composition and was emplaced in a magmatic arc. Therefore, study of the plutons can provide important clues for understanding the petrogenetic processes caused by regional extension and mantle upwelling. Also, it provides an early geological record of back-arc extensional events in the Eastern Pontides. we compare the plutons with similar outcrops across the world and present new SHRIMP zircon U-Pb ages, whole-rock geochemical results and Sr and Nd isotopic data for these rocks. (Zircon grains were extracted by standard magnetic and heavy liquid techniques. U-Pb dating was performed at the Beijing SHRIMP Laboratory, Electron microprobe analyses of mineral phases were conducted on polished thin sections of representative samples using a JEOL 8600 electron microprobe at the University of Georgia, USA. Major, trace and rare earth element contents were determined at the commercial ACME Laboratories Ltd in Vancouver, Canada. Sr and Nd isotopic analyses were carried out at the Institute of Geology and Geophysics, Chinese Academy of Sciences, Beijing).

Finally, we propose a tectonomagmatic model for the generation of the A-type granitoids in the Eastern Pontides, NE Turkey. The Çambaşı and Toçam plutons are located in the southern part of the eastern Pontides and surrounded by a wide contact aureole of Cenomanian-Turonian andesitic rocks of the Çağlayan Formation and of early-middle Jurassic volcano-sedimentary rocks of the Şenköy Formation. The pluton forms outcrops with a length of less than 17 km and a maximum width of 8 km. It is a part of the composite Kaçkar Batholith, which yielded various radiometric ages to constrain the emplacement of granitoid bodies along an E-W trend in the Eastern Pontides. The plutons are made of a variety of rock types, including granite, syenite, quartzmonzonite and monzonite. All of the rock units share several common petrographic and textural features and are therefore described together. All of the contact relations between rock types are transitional.



This study explains source characteristics and geodynamic setting of Çambaşı and Topçam A-type plutons showing spatial relationships with I-type granitoid from the region. Late Cretaceous plutons are composed of granite, syenite and quartz monzonite and monzonite with rarely mafic microgranular enclaves. The rocks have elevated Ga/Al ratios and low Mg# (<42). The plutons are dominantly metaluminous (A/CNK=0.88 to 1.00) to peraluminous. They belong to shoshonitic and ultra-potassic series. In spidergrams the rocks are enriched in LREE and exhibit significant negative Eu (Eu/Eu\*=0.33 to 0.92), Ba, Nb, Sr and Ti anomalies, suggesting to lower crustal parental magma with a contribution of lithospheric mantle. We hypothesize that upwelling of asthenosphere triggers melting of chemically enriched mantle and basic magma formed. Melting of lower crust was provided by the underplated magma. Mixing between lower crust- and mantle-derived melts appears to be most reasonable petrogenetic process responsible for generation of the pluton. Sr-Nd isotope modeling suggests mixing of 82-90% of the lower crustal-derived melt with ~ 10-18% of the mantle-derived melt at depths of lower crust.

Then the hybrid melt ascended to shallower crustal level and underwent a limited fractionation process to generate a variety of rock types. Our data suggest that the A-type pluton likely formed at an extensional environment of active continental margin throughout the late Cretaceous. Such an extensional event led to opening of Black Sea as a back-arc basin further north of the Eastern Pontides. We performed U-Pb age, mineral chemical analyses, major-trace elements, and Sr-Nd isotopic determinations in order to assess the origin of A-type pluton from the Eastern Pontides and the tectonic setting in which it formed.

Based on the all data existed, we suggest that upwelling of asthenosphere triggers melting of chemically enriched mantle and basic magma formed. Melting of lower crust was provided by the underplated magma. Mixing between lower crust- and mantle-derived melts appears to be most reasonable petrogenetic process responsible for generation of the pluton. Sr-Nd isotope modeling suggests mixing of 82-90% of the lower crustal-derived melt with ~ 10-18% of the mantle-derived melt at depths of lower crust. Then the hybrid melt ascended to shallower crustal level and underwent a limited fractionation process to generate a variety of rock types.

Our data suggest that the A-type Çambaşı ve Topçam pluton likely formed at an extensional environment of active continental margin throughout the late Cretaceous. Such an extensional event led to opening of Black Sea as a back-arc basin further north of the Eastern Pontides.

**Keywords:** Hybrid A-Type Granitoid, Lower Crustal Melting, Subduction, Back-Arc Extension, Eastern Pontides, NE Turkey



## **1. GENEL BİLGİLER**

### **1.1 Giriş ve Amaç**

Bu tez çalışması, Doğu Pontidlerin kuzey kesiminde Topçam, Çambaşı (Ordu-KD Türkiye) yöresinde yüzeyleme veren Geç Mesozoyik yaşlı granitoidlerin petrojenezlerini ve A-tipi granitoidlerin tektonomagmatik gelişimlerinin irdelenmesini amaçlamıştır. A-tipi granitoidler, doğu-batı uzanlı Pontid magmatik kuşağı içinde çok yaygın olmamakla birlikte diğer I-tipi granitoidler ile birliktelik arz eden bu kayaçlar bölgenin tamamında hem Turoniyen-Santoniyen yaşlı yitim ilişkili volkanik kayaçları, hemde Liyas yaşlı volkano tortul birimleri keserek, birbirinden bağımsız küçük kütleler (<15 km) halinde yüzeyleyirler. Diğer I-tipi granitoidler ile mekânsal yakınlık içindedirler.

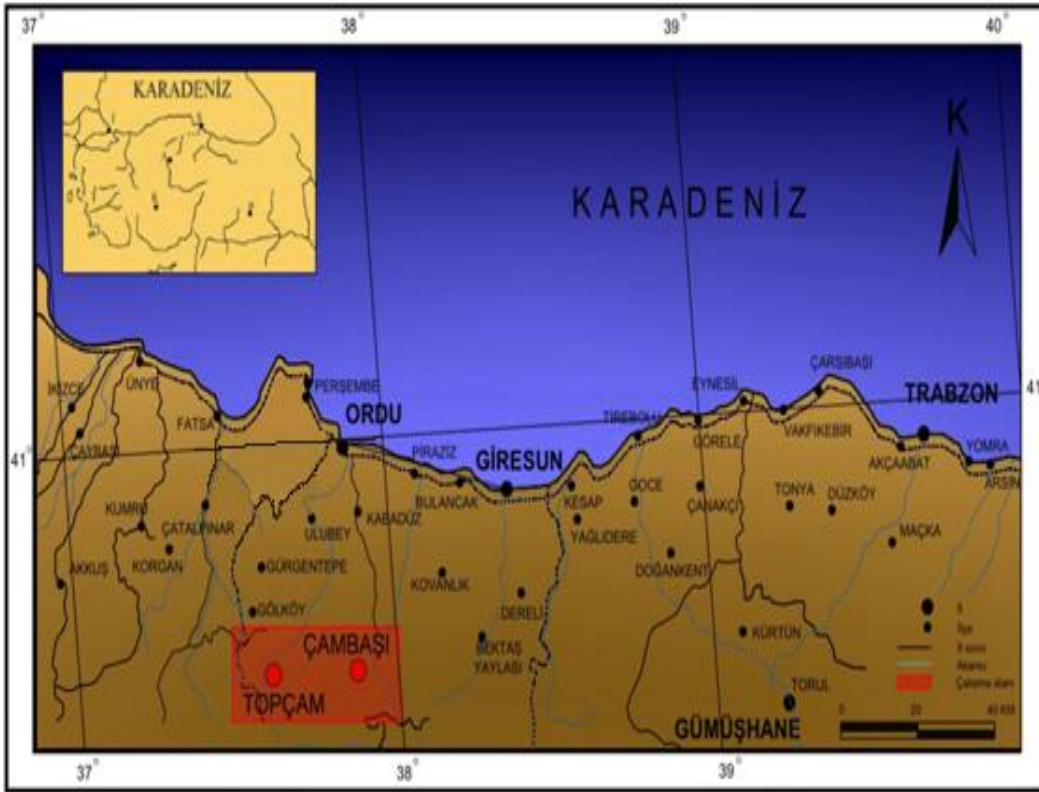
Bu çalışma ile Doğu Pontidler'de Geç Kretase ve sonrasında gelişmiş ve bu dönemde temsiliyet sunan A-tipi granitoidlerin petrolojik özellikleri; ana oksit, iz element, nadir toprak element, mineral kimyası ve Rb-Sr, Sm-Nd kullanılarak açıklanmaya çalışılmaktadır. Bu bilgi ve tartışmaların da ışığı altında; kayaçları oluşturan magmanın kaynağı, protolitin ergime modeli, derecesi, mineralojisi, zenginleşme kaynağı ve yeri, bu ergimeye sebep olan ısı kaynağı, ergiyiğin oluşumundan itibaren evrimi ve mümkün jeodinamik ortamı açıklanmıştır. Elde edilen tüm bu bulgularla, bölge jeolojisine Geç Kretase ve sonrası jeodinamik model için önemli katkılar sağlanarak tartışılan konular, daha kuvvetli veriler ile desteklenmiştir. Bu kapsamda, A-tipi granitoidlerin jeokimyasal, petrolojik, jeokronolojik, izotopik özelliklerinin ortaya konulması; bölgenin jeodinamik gelişiminin aydınlatılması ve bundan sonra yapılacak olan araştırmalara ve çalışmalara ışık tutması düşünülmektedir.

### **1.2 İnceleme Alanının Coğrafik Konumu**

Çalışma alanı, Kuzeydoğu Türkiye'de Doğu Pontidlerin Kuzey kesimindeki Çambaşı, Topçam, (Ordu) yörelerinde 1/25.000 ölçekli d1 Giresun G39-d2-d3, G39, c1-c4 ve Ordu G39- a1-a4 pafta sınırları içerisinde yer almakta olup, ilçe merkezleri ve bunlara bağlı köy ve yaylaları kapsamaktadır (Şekil 1.1.).

İnceleme alanının bulunduğu yörelerde dağınık yerleşme şekli hâkim olup en önemli yerleşim yerleri Ordu'ya bağlı Elmaköy, Keçili, Saitler, Tayalı, Söken, Muratlar, Örencik, Giresun ilinin bulancak ilçesinin Melikli, Kurttepe, Alçakbel mahalleleridir. Ulaşım için Karadeniz sahil yolu boyunca, Ordu-Topçam asfalt yolu ve Giresun Bektaş stabilize yolu kullanılmaktadır. Bunun dışında kullanılan köy yolları ise stabilize yoldur.

İnceleme alanlarında sarp vadi ve tepelerin oluşturduğu engebeli bir topografya hâkim olup, Ordu-Topçam ve Çambaşı yöreleri coğrafik bakımdan dağlık ve engebeli bir bölgede yer almaktadır. Bölgenin kuzeyinde denize paralel konumlanan Canik Dağları sahile kademeli olarak uzanmaktadır. Çambaşı Seyit Tepesi ve Gündeliç Tepe (2930 m), Ordu-Çambaşı bölgesinin önemli yükseltileri arasında yer alır.



Şekil 1.1 : İnceleme alanının yer bulduru haritası.

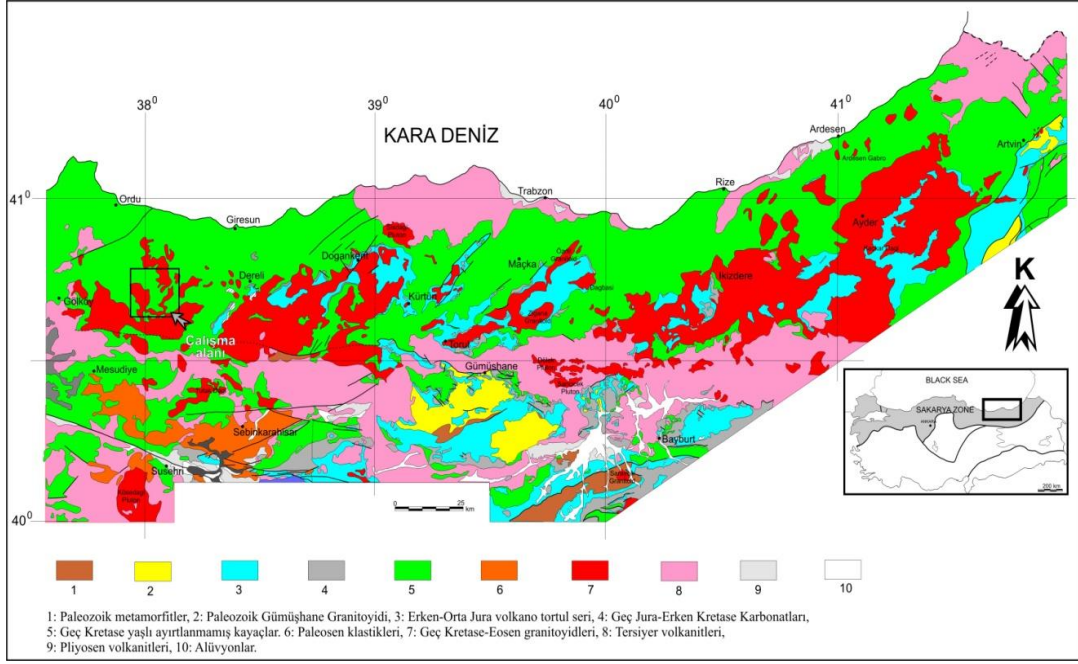
Doğu Karadeniz Bölgesinde genelde ılıman iklim ve karasal iklimin etkileri görülür. Bölge bitki örtüsü yönünden çok zengindir. Bölgenin yüksek kesimlerinde meşe, gürgen, kayın gibi geniş yapraklı ağaçlar yer tutarken; iğne yapraklı çam, ladin, göknar gibi ağaçlar ise daha çok bölgenin orta ve sahil kesimlerine yakın

civarlarında bulunmaktadır. am ormanları yanında dağınık ve engebeli arazi yapısına sahip olan bölge, dağlar kıyıya paralel uzandığından, dağların gerisinde kalan i kesimleri deniz etkisi altına alamamış ve iklim böylece karasallaşmış ve kuraklaşmıştır. Çalışma alanı ve çevresinde kışlar ılık, yazlar sıcak ve nemli olup bütün mevsimler yağışlıdır. En soğuk ay, ortalama 6.2  C İle Ocak, en sıcak ay ise 22.3  C ile Temmuz ayıdır. En fazla yağış ortalama 134.8 mm ile Aralık ayında iken en az yağış ise ortalama 56.8 mm ile Mayıs ayında görülmektedir.

### **1.3 Bölgesel Jeoloji**

Çalışma alanınında içine alan bölgeye tektonik birim olarak ‘‘Pontidler’’ismi ilk kez tarafından verilmiştir. Pontidler, Samsun’un batısında ve doğusunda, Batı Pontidler ve Doğu Pontidler olmak üzere ikiye ayrılmaktadır. Doğu Pontidler, birçok araştırmacı tarafından bölgesel ve litolojik farklılıklar, magmatik, tektonik ve sedimantolojik değişikliklere göre farklı zonlara ayrılmıştır. Doğu Pontidler, ilk olarak tarafından yaklaşık olarak Ardanuç-İspir-Kemaliye-Reşadiye sınırı ile ‘‘Kuzey’’ ve ‘‘Güney’’ olarak iki zona ayrılmıştır. Doğu Pontidlerin kuzeyinde magmatik ve volkano-tortul kayaçlar egemen iken, güneyinde ise tortul kayaçlar egemen olarak bulunmaktadır (şekil 1.2).

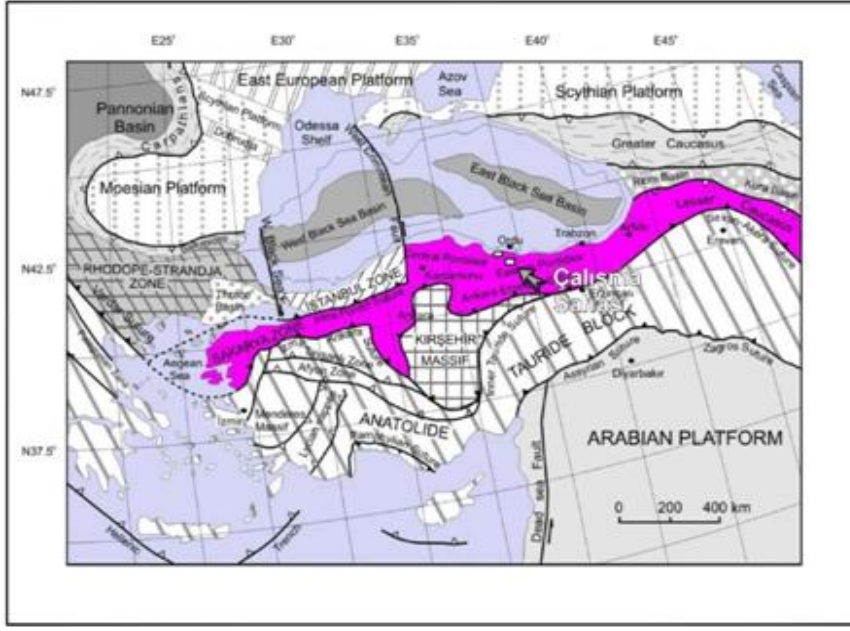
Bu tektonik birlikleri yeniden düzenleyerek, Pontidler (Karadeniz Dağları) ‘Doğu Karadeniz-Doğu Pontid’ ve ‘Batı Karadeniz-Batı Pontid’ olmak üzere ikiye ayırmışlardır. Doğu Karadeniz Bölümü’nde Geç Kretase yaşlı kayaçlar, kuzey ve güney bölgelerinde farklılıklar gösterdiklerinden dolayı güney (i) ve kuzey (dış) bölümlere ayrılmıştır. Doğu Pontid’lerde temel teşkil ettikleri kabul edilen Paleozoyik yaşlı kayaçlar kristalen şistler ve granitlerden oluşmaktadır. Doğu Pontid güney kesiminde egemen olan bu kayaçlar; kuzey kesimde seyrek olarak grlrlere.



**Şekil 1.2 :** Doğu Pontidler’deki Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik yaşlı magmatik kayaçlarının dağılımı ve A-Tipi granitoidlerin konumları.

Doğu Pontidlerin temel kayaçları Geç Karbonifer yaşlı magmatik ve metamorfik kayaçlardan oluşmakla birlikte Permo-Karbonifer klastik sedimanter kayaçlar yer yer eşlik etmişlerdir (Yılmaz, 1972; Okay and Leven, 1996; Çapkınoğlu, 2003; Topuz ve diğ., 2007; Dokuz, 2011; Topuz ve diğ., 2010; Kandemir ve Loresey-Aubril, 2011). Son çalışmalarla, Beyçam (Gümüşhane) ve Pulus (Bayburt) yörelerinde, boyutları 300m<sup>2</sup> ye kadar ulaşabilen ve Doğu Pontidlerde Variscan temeli temsil ettiği düşünülen üst manto serpantinize lertzolit ve harzburjit blokları belirlenmiştir (Dokuz ve diğ., 2011). Sakarya bloğunun batısındaki Geç Triyas olayları, Karakaya Kompleksindeki mavişist ve eklojitlere dayanılarak yitimle ilişkili hareketler olarak tanımlanırken (Okay ve diğ., 2002; Okay ve Göncüoğlu, 2004), Doğu Pontidlerde bu zaman dilimi, Triyas yaşlı kayaçların olmayışından dolayı iyi tanımlanamamıştır. Variscan metamorfik-magmatik temel, Triyas sonrası volkano-tortul kayaçlar tarafından uyumsuz olarak örtülmüşlerdir (Dokuz ve Tanyolu, 2006; Şen, 2007; Kandemir ve Yılmaz, 2009). Erke Jura zamanı, Paleotetis okyanusunun güney yönlü yitimi dolayısıyla volkanik ve intruzif kayaçların jeokimyasal özelliklerine dayanarak, Gondwananın kuzey kenarından ayrılmış bir kıtasal magmatik yay olarak nitelendirilmiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997; Koçyiğit ve Altiner, 2002; Dokuz ve diğ., 2006; Dokuz ve diğ., 2010; Dokuz ve diğ., 2006; Şen, 2007; Ustaömer ve Robertson, 2010). Paleotetis okyanusunun bu tip yitimi, Sakarya

Zonunun güneyindeki Neotetis okyanusunun kuzey kolunun oluşumuna sebebiyet vermiştir (Şengör ve Yılmaz, 1981). Orta ve Geç Jura granitoid ve dasitik kayaçları, Şenköy Formasyonu içine yerleşmişlerdir (Dokuz ve diğ., 2006; Dokuz ve diğ., 2010). Bu kayaçlar yer yer molas tipi sedimanlar ile birliktelik sunmaktadır larki bu birliktelik, kuzeyde Lavrazya ya Sakarya bloğundan eklenmeyi ve Orta Jura boyunca Paleotetisin kapanmasına karşın yay-kıta çarpışmasının ürünleri olarak tanımlanmışlardır (Şengör ve diğ., 1980; Şengör ve Yılmaz, 1981; Yılmaz ve diğ., 1997; Dokuz ve diğ., 2010). Üst Jura-Alt Kretase zamanı, Berdiga Formasyonu' nun platform karbonatları ile karakteristiktirler (Görür, 1997; Tüysüz, 1999). Geç Kretase boyunca, Doğu Pontidlerin kuzeyinde Karadenizin açılması, Neotetisin Pontidlerin altına doğru kuzey yönlü yitimi ile tetiklendiği düşünülmektedir (Okay ve diğ., 1994; Robinson ve diğ., 1995; Şengör ve diğ., 2003). Dolayısı ile, bu yitim, bir denizaltı magmatik yayın ortaya çıkmasına neden olmuştur (Okay ve Şahintürk, 1997; Yılmaz ve diğ., 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Boztuğ ve diğ., 2004; Altherr ve diğ., 2008; Boztuğ ve Harlavan, 2008; Kaygusuz ve diğ., 2008; Çinku ve diğ., 2010; Ustaömer ve Robertson, 2010; Karsli ve diğ., 2010a, 2012a). Erken Paleosen plajiyolojitler söz konusu yitimin son ürünleri olarak tanımlanmışlardır (Altherr ve diğ., 2008). Doğu Pontidlerde Paleosen-Erken Eosen zaman aralığı, Neotetis okyanusunun tamamıyla kapanması yüzünden bir kıta-kıta çarpışması olarak bilinmektedir (Okay ve Şahintürk, 1997; Boztuğ ve diğ., 2004; Hisarlı, 2010; Karsli ve diğ., 2010b, 2011; Topuz ve diğ., 2011; Rolland ve diğ., 2012). Orta Eosen yüksek-K kalk-alkalin intruzif kayaçları intrusives (Arslan ve Aslan, 2006; Boztuğ ve diğ., 2004, 2006; Karsli ve diğ., 2007, 2012b) ve Neojen alkaline volkanikleri (Aydi ve diğ., 2008, 2009), bölgede çarpışma sonrası genişleme rejimini temsil etmektedir.



**Şekil 1.3 :** Türkiye'nin ana tektonik hatları ve çalışılan A-tipi granitoyid kayaçların bu birlikler üzerindeki konumları.

#### 1.4 Önceki Çalışmalar

İnceleme alanını kapsayan bölgede genel jeolojik, mineralojik-petrografik ve maden yatakları-jeokimya amaçlı birçok çalışma yapılmıştır. İnceleme alanı ve yakın çevresinde gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda özetlenmiştir.

Orta Anadolu suture zonunu Paleotetis'in kalıntısı olarak benimsemişler ve Doğu Pontidler'de yitim etkinliğinin Paleozoyik'ten Eosen sonlarına kadar güneyden kuzeye doğru olduğunu ileri sürmüşlerdir. İlk ada yayının Karbonifer'de su yüzüne çıktığını ve Geç Kretase'de ada yayının olgunlaştığını belirtmişler ve Eosen sonlarından itibaren de Kuzey Anadolu Tetisi'nin kapandığını söylemişlerdir. Bu görüşe göre Karadeniz, Doğu Pontidler'in kuzeyinde Geç Kretase süresince açılan yay gerisi bir havzanın kalıntısı olduğunu ortaya koymuştur (Adamia vd. 1977).

Doğu Pontid yay ve yay gerisi bölgelerinde paleostres dağılımlarını irdeleyerek Liyas, Üst Kretase ve Eosen dönemlerinde hakim olan gerilmeli yay sisteminde en büyük basınç gerilmelerinin güneye doğru azaldığını buna bağlı olarak da yay bölgelerinde doğrultu-atım, yay gerisi bölgelerinde ise doğrultu-normal atımlı fay tektoniğinin hüküm sürdüğünü belirtmiş, Alt-Üst Kretase geçişi, Üst Kretase ve Eosen sonlarında ise sıkışmalı yay sistemine bağlı olarak tüm Pontidler'de doğrultu-atımlı ve ters fayların geliştiğini savunmuştur. (Bektaş, 1987)



Ulubey-Perşembe-Fatsa Ordu yörelerinin jeolojisine ve cevherleşmelerine yönelik olarak yapmış oldukları çalışmada, Üst Kretase-Eosen aralığında değişen yaşlarda intrüzif, volkanik ve tortul birimler ayırtlamışlardır. Ayrıca ekonomik olabileceği düşünülen bakır, kurşun, çinko cevherleşmeleri ile seramik ve kâğıt sanayisinde kullanılabilir kil yatakları (illit) tespit etmişlerdir. Bu çalışmacılara göre yöredeki volkanizma ve sedimantasyon ardışıklı olup, Üst Kretase-Eosen zaman aralığında gelişmiştir. Volkanizma andezit, bazalt ve dasit karakterlidir. Volkanik ve tortul kayaların Geç Kretase ve Tersiyer yaşlı genç intrüzifler tarafından kesildiğini belirtmişlerdir (Çınar vd., 1987).

Ordu İli güney yöresinin maden potansiyelini araştırmak amacıyla 1/25000 ölçekli 11 paftayı içeren yaklaşık 1350 km<sup>2</sup> lik alanın jeolojik etüdüyle, 450 km<sup>2</sup> lik bir alanın genel jeokimyasal etüdünü yapmışlardır. Çalışmacılar, yörede ekonomik olabilecek Cu-Pb-Zn, Sb ve Mn cevherleşmeleriyle, kil yataklarını belirlemişlerdir. Bu çalışmacılara göre bölgede volkanizma ve sedimantasyon ardışıklı olup, Üst Kretase- Eosen zaman aralığında gelişmiş volkanizma andezit, bazalt ve dasit karakterli olup, lav akıntıları, tüfler ve aglomeralar şeklindedir. Volkanik ve tortul kayalar Üst Kretase ve Tersiyer yaşlı genç intrüzyonlar tarafından kesilmektedir (Çınar vd., 1988).

Doğu Pontidler'in Kuzey Zonu'ndaki Mesozoyik yaşlı volkanitlerin hidrotermal alterasyondan etkilenmiş ada yayı toleyitleri olduklarını ve üst mantodan türeyen magmalardan itibaren oluştuklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca, Sr izotoplarına ve yüksek Ba içeriklerine dayanarak, hidrotermal alterasyona neden olan sıvıların deniz suyu ile ilişkili olabileceklerini belirtmişlerdir (Akıncı vd., 1991).

Karadeniz Bölgesi'nin 1/25.000 ölçekli metallojeni haritasını hazırlamış, çalışmaları yeniden derleyerek, Doğu Karadeniz Dağları'nın (Pontidler) kuzey ve güney zonlarına ait iki farklı stratigrafik kolon kesit önermiştir (Güven vd., 1993).

Pontider'in Kuzey Zonu'nda yaptıkları çalışmada volkanik kayaları oluştuğu zaman dilimine göre sınıflandırmış ve bu sınıflandırmaya göre kayaların magmatizmasını ortaya koymuştur (Çamur vd., 1996).

Doğu Pontidleri Erken Jura'da Avrasya'dan kopan mikro bir plakacık olarak düşünen yazarlar, Avrasya' dan kopan bu mikroplakacığın bu kopma hareketinin; tektonik, stratigrafik ve sedimantolojik verilere dayalı olarak ortogonal bir riftleşme

şeklinde değil, transtensiyonal bir açılma şeklinde olduğunu belirtmişlerdir. Yazarlar elde ettikleri verilerin ışığı altında Doğu Pontidler’deki Erken Jura havzalarının uzaklaşan (divergent) bir transform fay sisteminin ürünü olduklarını öne sürmüşlerdir (Gedik vd., 1996).

Doğu Pontidler’i Liyas, Üst Kretase ve Eosen’de olmak üzere üç ana volkanik evreye ayırmışlardır. Her bir evreyi jeokimyasal ve petrolojik olarak ayrı ayrı incelemişler ve birbiriyle karşılaştırmalarını yapmışlardır. Liyas volkanizmasının ekstansiyonel rejim altında riftleşmeye bağlı olarak, Üst Kretase volkanizmasının yitim sonucu, Eosen volkanizmasının ise yitim sonunda alt kabuk ve/veya üst mantodan kısmi ergime sonucu oluştuklarını belirtmişlerdir. Tüm bu jeokimyasal ve petrolojik verilerin Doğu Pontid volkanik kayaçlarının ada yayında oluşuklarına işaret ettiklerini vurgulamışlardır (Arslan vd., 1997).

“Ünye-Fatsa-Korgan (Ordu) dolayının Jeolojisi” isimli çalışmada, yörede yüzeylenen kayaçları üye mertebesinde ayırtlamışlar ve potansiyel cevherleşmeler açısından incelemişlerdir. İnceleme alanının tabanını Senoniyen (Santoniyen-Kampaniyen) yaşlı bazalt, andezit ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı, kireçtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn, tüffit ara seviyelerinden oluşan Mesudiye Formasyonu’nun oluşturduğunu; bu formasyonun üzerine uyumlu olarak kireçtaşı, killi-kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, tüffit, marn, silttaşı, kumtaşı araldanmasından oluşan Maestrichtiyen-Paleosen (Tanesiyen) yaşlı Akveren Formasyonu’nun geldiğini belirtmişlerdir. Akveren Formasyonu’nu da üyelere ayırarak, alttan üste doğru Tekkiraz Üyesi, Kaleköy Üyesi ve Kozmandağı Kireçtaşı olarak tanımlamışlardır. Bu formasyonun üzerine açısız uyumsuzlukla kumtaşı, kumlu kireçtaşı, çamurtaşı, silttaşı, marn araldanması ile yer yer çakıltaşı ara seviyeleri içeren Alt-Orta Eosen (İpreziyen-Alt Lütesiyen) yaşlı Kumru Formasyonu’nun geldiğini, bu formasyonun üzerine andezit, bazalt ve piroklastitleri ile kumtaşı, silttaşı, marn ve çakıltaşı ara seviyelerinden oluşan Orta-Üst Eosen yaşlı Tekkeköy Formasyonu’nun geldiğini vurgulamışlardır. Ayrıca Kümbet mikrodiyorit ve andeziti ile İkizce andezitinin Tersiyer yaşlı volkanitler olduklarını ifade etmişlerdir. Tekkeköy Formasyonu’nun üzerine açısız uyumsuzlukla bazalt, tuf ve andezitlerde oluşan Miyo-Pliyosen yaşlı Canik Volkanitleri’nin geldiğini ve tüm bu birimlerin Kuvaterner yaşlı taraça ve alüvyonlarla örtüldüğünü belirtmişlerdir (Keskin vd., 1998).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kuzey Zonu'ndaki Üst Kretase yaşlı volkanitlerin, bimodal (toleyitik-kalkalkali) özellikte ada yayı kayaçları olduğunu ve Güney Zon'daki Üst Kretase yaşlı kayaçlarına göre daha erken bir zamanda oluştuğunu belirtmişlerdir. Araştırmacılar bu veriyi yitim zonu üzerinde oluşan Geç Kretase volkanizmasının güneye doğru göç ettiği şeklinde yorumlamışlardır (Bektaş vd.,1999).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyindeki Tersiyer volkanitlerinin petrolojisi ve petrojenezi üzerine yaptıkları çalışmada, birbiriyle ilişkili iki farklı volkanik kayaç grubunun var olduğunu ve bu kayaçların kökenleri üzerinde iki farklı görüş olabileceğini belirtmişlerdir. Dolayısıyla; söz konusu volkanitlerin ya heterojen bir manto kaynağından türemiş olabileceklerini ya da aynı kaynağın farklı kısmî ergime dereceleriyle oluşabileceklerini ifade etmiştir. Ayrıca yazarlar, manto kaynağının tüketilmiş okyanus ortası sırtı bazaltlarına (N-OOSB) göre zenginleşmiş bir kaynak olduğunu ve bu zenginleşmenin muhtemelen Kretase sürecindeki yitime bağlı olarak geliştiğini söylemektedirler (Arslan vd.,2000a).

Özellikle Doğu Karadeniz Bölgesi'nin Kuzey zonu'ndaki Senozoyik yaşlı volkanitlerin K/Ar radyometrik yaşlarını ve Sr izotop oranlarının tayin etmiştir. Elde edilen çoğu kayaç yaşlarının özellikle 26 My etrafında kümелendiğini belirten yazarlar bu olayı, Doğu Pontidlerdeki magmatik aktivitenin son aşamasıyla ilişkili olan hidrotermal alterasyonun neden olduğu, Ar kaybına bağlarlar. Ancak Trabzon güneyinden alınan silise doymamış alkali örneğin 26,5–27 My yaşında olmasını, yöredeki Senozoyik volkanitlerinin en son ürünü olarak yorumlamışlardır. Ayrıca araştırmacılar söz konusu kayaçların Sr izotop oranlarının alterasyondan etkilenmediklerini ve bu oranların 0,70415 ila 0,70686 arasında değiştiğini ifade eder (Barbieri vd., 2000).

Doğu Karadeniz Bölgesi'nin kuzeyindeki Eosen sonrası kayaçlar içerisinde ilk olarak "ultramafik nodüllerin" varlığını keşfetmiş ve bunların mineralojisini ve kimyasını incelemiştir. Söz konusu bu nodüllerin manto kalıntısı olmadığını, ancak nodüllerin magmanın değişik derinliklerinde kristallenen mineral birikimleri olduğunu ortaya koymuştur (Şen 2000).

“Trabzon ve Gümüşhane Yörelerinde (KD, Türkiye) Yüzeyleyen Eosen (?) Volkanitlerinin Karşılaştırmalı Jeolojisi, Mineralojisi ve Petrolojisi” isimli

çalışmada; Pontid'lerin Güney Zon'unda yüzeylenen Tersiyer volkanizmasının Paleosen mikritik kireçtaşlarıyla geçişli Nummulitli seviyeler içeren tortul kayaçların hemen üzerine uyumlu olarak geldiğini, buna karşın Kuzey zondaki Tersiyer volkanizmasının çoğu yerde Üst Kretase tortulları üzerine uyumsuz olarak, bazen de Üst Kretase volkanitleri üzerine uyumsuzluk konglomerası ile oturduğunu belirtmişlerdir. Güneydeki volkanitlerin bazaltik andezit, andezit, az oranda bazalt ve piroklastitlerinden oluşmuş, kalkalkalen karakterli bir seri oluşturduklarını; kuzeydeki volkanitlerin ise alkalen bazalt, tefrit, bazanit, fonolitik tefrit ve piroklastitlerden oluşan bir alkalen seri özelliğinde olduklarını ifade etmişlerdir. Ayrıca kuzeydeki alkalen seride iz elementleri farklı iki grup kayacın (Trabzon ve Tonya grupları) varlığından söz etmişler ve kuzey zonu volkanitlerinin gelişiminde, esasen yüksek basınçlarda gerçekleşen differansiyasyon ve değişen oranda kısmi ergimenin etkili olduğunu vurgulamışlardır. Bunların yanısıra, Paleosen sonundan itibaren oluşan Güney zonu volkanitlerinin, güneye doğru dalan bir plakanın metazomatizmaya uğrattığı mantodan itibaren; Kuzey zonu volkanitlerinin ise sıkışmadan dolayı eğim açısının dikleşmesi sonucu daha derin kökenli bir mantodan itibaren oluştuklarını belirtmişlerdir (Arslan vd., 2001).

Doğu Karadeniz Bölgesinin kuzeyinde, Kretase sürecinde meydana gelen en erken aktif volkanizmanın, paleontolojik verilere göre. Geç Koniasiyen- Santoniyen'de başladığını ve Tersiyer sonuna kadar devam ettiğini belirtmiştir (Yılmaz vd., 2001).

İkizce (Ünye-Ordu) yöresinde yer alan Tersiyer yaşlı volkanik kayaçların petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özelliklerini incelediği çalışmada, volkanizmanın gelişimi ortaya koyarak, kökeni belirlemeye çalışmıştır. İncelenen volkanik kayaçların; genellikle andezit, andezit porfir ve piroklastitlerinden daha az oranda ise bazalt ve bazaltik andezitten oluştuğunu, genelde porfirik, mikrolitik porfirik, hyalomikrolitik porfirik, hyalopilitik yer yer de intersertal, intergranüler, akıntı ve glomeroporfirik doku gösterdiklerini belirtmiştir. Volkanitlerin, genel olarak kalkalkali ve toleyitik-alkali geçişli olup, orta derecede K içerdiklerini, ana ve iz element değişimlerinin, kayaçların gelişiminde klinopiroksen, olivin, hornblend, plajiyoklas, manyetit ve apatit ayrımlaşmasının etkili olduğuna işaret ettiklerini vurgulamıştır. Yüksek BILE (Sr, K<sub>2</sub>O, Rb, Ba) ve HNTE (La, Ce) ile düşük Nb, Zr, Y ve TiO<sub>2</sub> içerikleri kayaçların; yitim ve astenosferik ergiyiklerin karıştığı zenginleşmiş bir köken magmadan türediğine, Koçevyanı Bazaltı'nın yüksek

basınçta (~2 kbar) olivin + ojit kontrollü ayrılaşmayla, andezitik kayaçların ise daha sığ derinliklerde düşük basınçta (~1 bar) ojit + hornblend ± plajiyoklas kontrollü ayrılaşma ve özümleme ± magma karışımıyla oluştuğunu ifade etmiştir (Temizel, 2002).

“Doğu Pontidlerde Yüzeyleyen Jura Volkanitlerinin Jeokimyasal Özellikleri” isimli çalışmada, Doğu Pontid Kuzey ve Güney Zonlarında yer alan beş lokasyonda yüzeyleyen Jura yaşlı volkanik kayaçların jeokimyasal özelliklerini karşılaştırmıştır. Dağbaşı (Çankaya) civarındaki Jura volkanitlerinin bazalt, andezit, spilitik bazalt, tüf ve aglomeralardan oluştuklarını, volkanitlerin jeokimyasal olarak yitimle ilişkili olabileceklerini belirtmiştir (Gümrükçüoğlu, 2002).

“İkizce (Ünye-Ordu) Yöresi Tersiyer Volkanitlerinin Gelişiminde Etkili Olan Magmatik Olayların Jeokimyasal Modellenmesi” adlı çalışmalarında incelenen kayaçlara ait petrokimyasal veriler kullanılarak kayaçların gelişiminde etkili olan magmatik olayları modellemeye çalışmışlardır. Rayleigh Fraksiyonel Ergimesi’ne göre volkanitlerin ana magmasının manto kaynağından ~%20- 30’luk bir kısmı ergimeyle türediğini, iz elementlere dayalı Rayleigh Fraksiyonlaşması’na göre kayaçların gelişiminde klinopiroksen, plajiyoklas ve manyetit ayrılaşmasının etkili olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca XLFRAC modelleme programı yardımıyla Koçevyanı Bazaltından Kale Bazaltik Breşlerine (% 42 klinopiroksen + % 24 olivin + % 25 plajiyoklas + % 9 magnetit), Kale Bazaltik Breşlerinden İkizce andezitine (% 46 klinopiroksen + % 41 plajiyoklas + % 13 magnetit) ve Teknecik andezit porfirine (% 90 klinopiroksen + % 10 magnetit) ayrılaşması test edilmiş ve bu kayaçların gelişiminde ayrılaşmasının yanısıra özümleme ile birlikte gelişen ayrılaşma olayının (AFC) ne kadar etkili olduğunu modellemişlerdir. Ancak bu kayaçların gelişimi esnasında AFC’nin çok etkili olmadığı (asimilasyon oranı / fraksiyonel kristallenme oranı  $r < 0.2$ ), fraksiyonel kristallenmenin daha baskın olduğunu söylemişlerdir (Temizel ve Arslan, 2003).

Güre (Giresun) yöresinde yaptıkları çalışmada; Güre granitoyidi’nin genellikle özşekilsiz taneli, ince taneli porfirik, yer yer yazı ve mikropegmatitik dokulu olup, kuvars, ortoklas, plajiyoklas, hornblend, biyotit, apatit ve sfen minerallerinden oluştuğunu ifade etmişlerdir. Güre granitoyidi’nin jeokimyasal olarak, I-tipi, kalkalkalin, metalümin-peralümin ( $A/CNK=0.9-1.2$ ) karakterli, fraksiyonlaşmış ve

alümino-kafemik (ALCAF) özellikte olduğunu, ana ve iz element değişimlerinin kayaçların gelişiminde ayrılaşmanın önemli olduğuna işaret ettiğini vurgulamışlardır. Ayrıca, Güre granitoidi'nin hibrid bir ana magmadan itibaren gelişmiş olduğunu, bu ana magmanın da muhtemelen yay kabuğu ve manto kaynaklarını kapsadığını belirtmişlerdir. Granitik magmanın kristallenmesinin, yay kabuğunun nispeten derin kesimlerinde (~6 km) başlamış olduğunu ve magma yükselmesi ile sığ derinliklerde (~3 km) tamamlamış olduğunu söylemişlerdir (Arslan vd., 2004).

Değirmendere vadisi (Trabzon) volkanitlerinin mineralojik, kimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelediği çalışmada, volkanitlerin gelişim süreçlerinde etkili olan magmatik olaylar modellenmiş ve kökenlerini tartışmıştır. Mineral ve kayaç kimyası verilerine göre, Üst Kretase yaşlı toleyitik-kalkalkali volkanitlerin ada yayı ürünler olup, bazaltik ve andezitik kayaçlardan oluştuğu, buna karşın Neojen yaşlı alkali-şoşonitik Trabzon volkanitlerinin çarpışma sonrası yay özelliği gösteren bazanit, tefrit ve tefritik fonolitlerden (I.grup) ve alkali bazalt, trakibazalt, trakiandezit, trakit ve riyolitten (II.grup) oluşan iki farklılaşmış seriden meydana geldiği belirtilmiştir. Farklılaşma modellerine göre, Üst Kretase volkanitlerinin gelişiminde Kpir + Pl ± Fe-Ti oksit ayrılaşmasının baskın olduğu, buna karşın Neojen volkanitlerinin I. grup serisinde Kpir + Foid + Fe-Ti oksit + Ap, II. grubun ise K-Feld + Kpir + Pl + Bio + Fe-Ti oksit ayrılaşmalarının etkili olduğunu söylemiştir. Ayrıca jeokimyasal verilerin, Üst Kretase volkanitlerinin ana magmasının yitim ilişkili zenginleşmiş litosferik bir kaynaktan itibaren orta derecedeki (% 15-20) kısmi ergimeyle, Neojen volkanitlerinin ise ana magma kaynağının muhtemelen metazomatize olmuş bir manto kaynağından düşük dereceli (<%15) kısmi ergimeyle oluştuğunu ifade etmiştir (Aydın, 2003).

Karlı ve diğ. (2002), Zigana granitoid' inde yaptığı çalışma ile Eosen granitoidlerinin sığ sokulum ve düşük sıcaklık kayaçları olduğunu ortaya koymuştur.

Eosen yaşlı Dölek ve Sariçiçek (Gümüşhane) plütonlarının jeokimyası ve Sr-Nd-Pb izotopik bileşimleri; çarpışma sonrası ekstansiyonel ortamdaki yüksek-K'lı kalkalkalen granitoidlerin oluşumundaki magma etkileşimi adlı çalışmalarında, bu plütonların hesaplanan hornblend jeobarometresine göre sığ derinliklerde (~5-9km)

yerleştiğini söylemişlerdir. Petrografik olarak mafik mikrogranüler anklav (MME) içeren anakayacın diyoritten granite kadar değişen kayaç türlerinden oluştuğunu vurgulamışlardır. Kayaçların kondrite normalize edilmiş nadir toprak element dağılımlarının düzgün bir şekil sunduğunu ve az da olsa negatif Eu anomalisi gösterdiğini belirtmişlerdir. Ana kayaç için ilksel Nd-Sr izotopik bileşimlerin  $s_{Nd}(43Ma)=-0.6-0.8$ ,  $/Sr=0.70482-0.70548$  olduğunu söylemişlerdir. Pb izotopik oranlarının ise  $(^{206}Pb/^{204}Pb)=18.60-18.65$ ,  $(^{207}Pb/^{204}Pb)=15.61-15.66$  ve  $(^{208}Pb/^{204}Pb)=38.69-38.85$  olduğunu ifade etmişlerdir. Ana kayaç ile karşılaştırıldığında, MME'lerin izotopik bileşimlerinde göreceli bir homojenlik olduğunu ve Nd-Sr izotopik bileşimlerin  $s_{Nd}(43Ma)=-0.1-0.8$ ,  $/Sr=0.70485-0.70517$ , Pb izotopik oranlarının ise  $(^{206}Pb/^{204}Pb)=18.58-18.64$ ,  $(^{207}Pb/^{204}Pb)=15.60-15.66$  ve  $(^{208}Pb/^{204}Pb)=38.64-38.77$  arasında değiştiğini belirtmişlerdir. MME'ler ile içerisinde bulunduğu kayaçlar arasındaki jeokimyasal ve izotopik benzerliklerin, anklavların büyük olasılıkla alt kabuk ve mantodan türemiş magmalar arasındaki etkileşimle oluşmuş karışık bir kökene işaret ettiğini söylemişlerdir (Karlı vd., 2007).

İkizce (Ordu) yöresindeki Tersiyer volkanizmasının bazaltik ve andezitik kayaçlarla ilişkili olduklarını ortaya koymuşlardır. Bazaltik kayaçların plajiyoklas ( $An_{58-80}$ ), olivin ( $Fe_{82-84}$ ), klinopiroksen ( $Wo_{44-48}En_{35-42}Fs_{7-17}$ ), hornblend ( $Mg\#=0.68-0.76$ ) ve magnetit minerallerinden, andezitik kayaçların ise plajiyoklas ( $An_{25-61}$ ), klinopiroksen ( $Wo_{46-49}En_{38-43}Fs_{11-13}$ ), hornblend ( $Mg\#=0.48-0.81$ ), biyotit ( $Mg\#=0.48-0.60$ ), titanomagnetit, apatit ve zirkon minerallerinden oluştuğunu, jeokimyasal verilere göre orta derecede K içeren bu kayaçların toleyitik-alkalen geçişliden kalkalkalen karaktere kadar değişen afiniteye sahip olduklarını, ana ve iz elementlerdeki jeokimyasal değişimlerin ise kayaçların gelişiminde klinopiroksen, olivin, hornblend, plajiyoklas, manyetit ve apatit ayrılaşmasının önemli olduğunu ifade etmişlerdir. Volkanitlerin E-tipi OOSB'ye göre normalize edilmiş iz element dağılımları; özellikle büyük iyon yarıçaplı litofil element ve daha az oranda hafif nadir toprak element konsantrasyonları bakımından zenginleşme ve yüksek çekim alanlı element konsantrasyonları bakımından tüketilme ile tipik olarak yitim ile ilişkili tektonik ortamları temsil eden kayaçlarınkine benzer jeokimyasal özellikler sunduklarını belirtmişlerdir (Temizel ve Arslan, 2008).

Trabzon yöresi Neojen alkalin volkanitlerinde yaptığı araştırma ile bu kayaçların, zenginleşmiş bir litosferik manto kaynağından düşük dereceli kısmi ergime ile kıtasal ekstansiyonel bir ortamda gelişmiş olabileceklerine işaret ederek, Doğu Pontidlerde Neojen döneminde ekstansiyonel fazın hakim olduğunu ileri sürmüştür (Aydın ve diğ., 2008).

Ulubey (Ordu) yöresindeki Tersiyer yaşlı volkanik kayaçları Yeniseyaca bazaltı, Çatal Tepe ve Elekçioğlu Tepe takımı, Işık Tepe takımı ve andezit/trakiandezit takımı olarak dört takıma ayırmışlardır. Petrokimyasal verilere göre, kayaçların toleyitik-alkalenden kalk-alkalene kadar değişen karaktere sahip olduklarını, orta-yüksek K içerdiklerini belirtmişlerdir. Volkanitlerin N-tipi OOSB göre normalize edilmiş iz element dağılımları, özellikle büyük iyon yarıçaplı litofil element ve daha az oranda Th ve Ce konsantrasyonları bakımından zenginleşme, fakat Zr, Y ve TiO<sub>2</sub> konsantrasyonları bakımından tüketilme gösterdiğini belirtmişlerdir. Buna ilaveten, kayaçların büyük iyon yarıçaplı litofil elementlere kıyasla azalan Nb ve Ta içerikleri, orta derecede HNTE/ANTE oranları ve yüksek Th/Yb oranları; volkanitlerin köken magmasının muhtemelen daha önceden akışkanlar tarafından metazomatizmaya uğratılmış zenginleşmiş bir kaynak bölgeden türeyebileceklerini ifade etmektedirler (Temizel ve Arslan 2009).

Harşit plütoununda yaptığı jeokimyasal amaçlı çalışma ile, söz konusu plütounun, alt kıta kabuğu ve litosferik manto kaynaklı magmaların karışımı neticesi oluşmuş hibrit bir magmadan evrimleşerek geliştiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, hibrid magmanın oransal olarak %85 kabuksal kökenden katkı aldığını ve bu kayaçları yay gerisi açılmalara bağlı olarak, yitimle ilişkili ekstansiyonel bir fazda geliştiğini savunmuştur (Karslı ve diğ., 2010).

Bölgede Orta Jura granitoid kayaçlarında yaptığı çalışma ile kayaçların jeokimyasal karakterlerine dayanarak, bu kayaçların çarpışma ortamında gelişmiş kayaçlar olduğunu ve bilinenin aksine Doğu Pontidler'de Orta Jura zamanının yitim olaylarının geliştiği ortam değilde kıta-kıta çarpışmasını temsil eden bir ortam olduğunu savunmuştur (Dokuz ve diğ., 2010).

Erken Eosen granitoid porfirlerini incelediği çalışmasında bu kayaçların adakit benzeri jeokimyasal karaktere sahip olduğunu, ancak bu kayaçlar modern adakitler gibi yitimle ilişkili ve okyanus kabuğu ürünleri olmadığını, bu kayaçların kıta-kıta



çarpışma ve sonrası dönemde gelişmiş alt kabuk kaynaklı ürünler olduğunu savunmuştur (Karlı ve diğ., 2011).

Doğu Pontidlerin doğusunda, Artvin yöresi Geç Kretase yaşlı Pırnalli plütonunda yaptığı çalışmada bu kayaçların bilinen aksine I-tipi karakterli kayaçlar olmayıp, A-tipi granitoid kayaç oldukları ve yitim ortamında alt kabuk kaynaklı magmaların ürünleri olduklarını ortaya koymuştur (Karlı ve diğ., 2012a).

Karlı ve diğ. (2012b), Orta Eosen yaşlı Sisdağı plütonunun şoşonitik karakterli kayaçlar olduğunu önceki çalışmalar ile savunulana aksine A-tipi granitoid karakter göstermediği ve I-tipi granitoid karakterli olduğunu ortaya koymuştur. Bu kayaçların litosferik manto türevli granitoidler olduğunu ve kıtasal incelemeye bağlı olarak ektansiyonel bir ortamda sığ derinliklere sokulmuş olduklarını savunmuştur.

### **1.5 Çalışma Konusunun Gereçesi ve Amacı**

Artvin ilinden Samsun ili' nin doğusuna kadar geniş bir alanı içine alan ve tektonik anlamda Doğu Pontidler olarak bilinen sahada Orta Eosen ve Geç Kretase süreçlerinde yüzeleme veren çok sayıda birbiri ile bağlantılı ya da bağlantısız sokulum bulunmaktadır. Daha önce yapılan çalışmalar ile, bu kayaçların tamamına yakını I-tipi karakterli yüksek-K kalk-alkalin ya da kalk-alkalin kayaçlar olarak tanımlanmıştır.

Doğu Pontidler'de tez konusu kapsamındaki ilk A-tipi granitoid bulgusu olan sokulumlar üzerinde yapılan ön çalışmalar, bu kayaçların elemental içerikleri bakımından yaygın bilinen A-tipi granitoidlere benzemekle birlikte, yüksek Zr (>300 ppm) ve Nb (18-25 ppm) içeriklerine, yüksek Ga/Al ve  $FeO^{top}/(FeO^{top}+MgO)$  oranlarına sahip olduğunu göstermiştir. Yüksek  $K_2O$  (7.20-5.40 ağırlık %) içerikleri ile karakteristiktirler. Yüksek  $SiO_2$  (64-67 % ağırlık) değerlerinin yanı sıra Ba (<150 ppm) ve Sr (<230 ppm) değerleri düşüktür. Mg# (<33) değerleri ile alt kabuk türevli kayaçlara benzemektedirler.

İlk olarak, A-tipi granitler, rift ya da anorojenik ortamlarda, alkalin magmalardan oluşan kayaçlar olarak tanımlanmakla birlikte, magmalarının düşük su ve oksijen fugasitesi, yüksek F1, Cl içerikli şartlarda kristallenmiş derinlik kayaçları olarak gruplanmışlardı (Loiselle ve Wones, 1979; Eby, 1990). Dolayısıyla, A-tipi granitlerin, söz konusu dinamik ortamda alkali bazaltik magmaların fraksiyonlaşması ile oluştuğu düşünülmekteydi (Loiselle ve Wones, 1979; Turner ve diğ., 1992).

Daha sonraki zamanlarda, bu kayaçların; (1) Fl ve Cl'ca zengin göreceli olarak refraktör alt kabuk granülitlerinin kısmi ergimesiyle (Collins ve diğ., 1982; Clemens ve diğ., 1986; Whalen ve diğ., 1987; King ve diğ., 1997), (2) kabuksal tonalitik I-tipi granitoyid kayaçların düşük dereceli kısmi ergimesiyle (Creaser ve diğ., 1991; King ve diğ., 1997; Patiño Douce, 1997; Jiang ve diğ., 2009) ve (3) anhidrus, alkali feldispatca zengin şarnokit bileşimli kabuksal kaynağın kısmi ergimesiyle (Kilpatrick ve Ellis, 1992; Landenberger ve Collins, 1996; Zhao ve diğ., 2008) oluştukları savunulmuştur. Savunulan bu oluşum modelleriyle birlikte, A-tipi granitlerin kabuksal ve manto türevli ergiyiklerin hibridizasyonu ile oluşan bir ergiyikten gelişebilecekleri de ortaya atılmıştır (Wickham ve diğ., 1996; Mingram ve diğ., 2000; Schmitt ve diğ., 2000; Trumbull ve diğ., 2004; Goodge ve Vervoort, 2006; Yang ve diğ., 2006; Boztuğ ve diğ., 2007; Wei ve diğ., 2008). Tüm modellerdeki ergiyiklerin, kayaçların ilk tanımlandığı rift ortamının aksine, çarpışma sonrası ekstansiyon rejiminin hakim olduğu safhada yada aktif yitim ortamlarında gelişebildikleri ortaya atılmış (Eby, 1992; Zhou ve diğ., 2002; Wang ve diğ., 2006; Shellnut ve Zhou, 2007; Zhao ve diğ., 2008; Manga ve diğ., 2010) ve böylece bu kayaçların anhidrous olarak tanımlanan kimyalarındaki su içeriği tartışılmaya başlanmıştır.

Doğu Pontidlerde Geç Kretase ve sonrası jeodinamik olayların aydınlatılmasına imkan sağlayacak olan A-tipi granitoyidler, daha önce bu bölgede tanımlanmamış yada çok az bilinmektedir. Bu kayaçların petrolojik özellikleri ve oluşum yaşlarını içeren tüm bilgiler eksiktir. Bununla birlikte, söz konusu bölgede Kretase boyunca devam eden yitimin ne zaman sonlandığı ve Pontid levhası ile Torid-Anatolit platformu arasındaki çarpışmanın ne zaman başladığı, çarpışmayı takip eden genişleme rejiminin ne zaman geliştiği, bu sırada gelişen magma dinamiği ve manto-kabuk prosesleri halen tartışmalıdır (Robinson ve diğ., 1995; Okay ve Şahintürk, 1997; Şen ve diğ., 1998; Şengör ve diğ., 2003; Boztuğ ve diğ., 2006; Topuz ve diğ., 2005; Karlı ve diğ., 2007; Altherr ve diğ., 2008; Rolland ve diğ., 2008; Karlı ve diğ., 2010a).

Bu çalışma ile; Doğu Pontidlerde Geç Kretase ve sonrasında gelişmiş, bu dönemde temsiliyet sunan A-tipi granitoyidlerin petrolojik özellikleri, ana oksit, iz element, nadir toprak element ve mineral kimyası ve Rb-Sr ve Sm-Nd izotop analizleri ile açıklanacaktır. Bu bilgilere dayalı olarak, yukarıdaki tartışmalar göz önünde

bulundurularak, kayaçları oluşturan magmanın kaynağı, ilksel kayacın ergime modeli, derecesi, mineralojisi, zenginleşme kaynağı ve yeri, bu ergimeye sebep olan ısı kaynağı, ergiyiğin oluşumundan itibaren evrimi ve mümkün jeodinamik ortam açıklanıp, elde edilecek tüm bu bulgularla, bölge jeolojisine Geç Kretase ve sonrası jeodinamik model için önemli katkılar sağlanarak tartışılan konular, daha kuvvetli veriler ile desteklenecektir. A-tipi granitoid kayaçları oluşturan magmalar, özellikle Cu-Ni, Zr-Hf ve geniş ölçekli REE (nadir toprak element) cevherleşmesi ve bu cevherleşmeyi oluşturan sıvıların taşınması mekanizmaları ile yakın ilişkilidir ve dünyanın birçok yerinde A-tipi magmaların sokulum yaşları ile civarlarındaki Cu-Ni ve REE yatakları yaşları arasında benzerlikler belirlenmiştir (Hua ve diğ., 2003; Xu ve diğ., 2007). Metalik maden yatağı aranması çalışmalarının, birçok ulusal ve uluslararası şirket tarafından yürütüldüğü ve önemli potansiyelin bulunduğu bu bölgede, sağlam jeodinamik modellerin kurulabileceği petrolojik bulgular sunabilen bu tür A-tipi kayaçların detay incelenmesiyle ülke ekonomisine dolaylı katkılar sağlanmış olacaktır. Söz konusu bulgular ile kurulacak jeodinamik model yukarıda belirtilen amaç doğrultusunda çalışan yatırımcı şirketler için önemli ipuçları sağlayacaktır. Ayrıca elde edilecek bulgular ile uluslararası literatürde tartışılan benzer jeolojik olayların daha iyi anlaşılması için katkılar sağlanacağı şüphesizdir.



## **2.YAPILAN ÇALIŞMALAR**

### **2.1 Amaç ve Yöntemler**

İnceleme alanı Türkiyenin kuzeydoğusunda, Doğu Karadeniz Dağları'nın (Doğu Pontidler) kuzey kesiminde yer almaktadır. Bu çalışmada, Doğu Pontid kuşağında Topçam ve Çambaşı (Ordu KD Türkiye) yöresi Geç Meozoyik-Erken Senozoyik yaşlı granitlerin petrojenezinin incelenmesini amalayan bu çalışma; kaynak taraması, arazi, laborauar ve büro çalışmaları olmak üzere dört aşamada gerçekleşmiştir.

#### **2.1.1 Arazi çalışmaları**

##### **2.1.1.1 1/25000 Ölçekli jeoloji haritası ve jeolojik kesitlerin hazırlanması**

Arazi çalışmaları, Ordu ilinin, Çambaşı ve Topçam yörelerini içine alan yaklaşık 50 km<sup>2</sup> lik bir alanı kapsamaktadır. Çalışma sahasının morfolojisini ve coğrafik (yerleşim yeri, ulaşım, kayaç ve bitki örtüsü) durumunu incelemek için bölgenin 1/100000 ve 1/25000 ölçekli topografik haritaları derlenmiştir. Daha sonra bölgede daha önce yapılmış olan çalışmalarda göz önünde tutularak, bölgenin 1/25000 ölçekli jeoloji haritası hazırlanmıştır. Çalışma alanından farklı hatlar boyunca farklı amaçlar için toplam 175 adet kayaç (120 ana kayaç + 55 mafik mikrogranular anklav) örneği toplanmıştır.

##### **2.1.1.2 Petrografik, kimyasal ve izotopik analizler için örnek alımı**

İnceleme alanındaki birimlerin yayılımlarını, yatay ve düşey yöndeki değişimlerini, oluşum ortamları dikkate alınarak, içerdikleri kayaçların petrografik, mineralojik ve kimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla sistematik bir şekilde 175 adet kayaç örneği alınmıştır. Örnek alımında, sınırları belirlenen birimin tüm özelliklerini en iyi şekilde yansıtacak taze örneklerin alınmasına özen gösterilmiş ve kökensele (tüm kayak, Sr, Nd) detayların ortaya konulmasını amaçlayan kayaç örneklerinin taze ve minerallerce zengin olmasına özen gösterilmiştir.

## **2.1.2 Laboratuvar alışmaları**

Laboratuvar çalışmalarını, mikroskopik (mineralojik ve petrografik) tayinler ve mineral kimyası için kayaç ince kesitlerinin hazırlanması, kimyasal analizler (mikroprob ve ana, iz ve nadir toprak element) ve izotopik analizler gibi uç ana başlık altında gerçekleştirilmiştir.

### **2.1.2.1 Mikoskopik tayinler**

İnce kesit hazırlama laboratuvarında, mineralojik ve petrografik incelemeler için 125 adet ince kesit hazırlanmıştır. Mineralojik ve petrografik incelemeler için, seçilen kayaç örneklerinden kayaç kesme makinesinde yaklaşık 0.5x2x3.5 cm boyutunda plakalar kesilmiş ve bu plakalar 0.1x2.5x4.6 cm boyutundaki ince kesit camları uzerine Kanada Balzamu ile yapıştırılmıştır. Daha sonra, ince kesitler 0.035 mm kalınlığa kadar aşındırılmıştır.

Kayaçların mineralojik ve petrografik ozelliklerinin belirlenmesi ve adlamalarının yapılabilmesi için Recep Tayyip Erdoğan Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Araştırma Laboratuvarı'ndaki Olympus marka alttan aydınlatmalı binokuler ince kesitler ayrıntılı olarak incelenmiş ve önem arz eden kesimlerden mikrofotografılar çekilmiştir.

### **2.1.2.2 Örneklerin kimyasal analiz için hazırlanması**

Petrografik incelemeler sonunda alterasyondan minimum etkilenmiş olan 35 adet örnek, kayaçların jeokimyasal ozelliklerinin ortaya çıkarılması amacıyla, çeşitli kimyasal analizlere tabi tutulmuştur. Analize gönderilen örneklerin seçimi ve hazırlanması Karadeniz Teknik Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde gerçekleştirilmiştir. Ana, iz ve nadir toprak element analizleri için seçilen 1–3 kg'lık el örnekleri çeneli kırıcı yardımıyla birkaç cm boyutuna kadar küçültüldükten sonra halkalı öğütücü yardımıyla numune 200 mesh elekten geçecek şekilde öğütülmüştür. eyrekleme yöntemi ile ayrılan 30 gr kadar örnek, ana, iz ve nadir toprak element analizleri için gönderilmiştir. Ana ve İz elementler ICP (Inductively Coupled Plasma) yöntemiyle, Nadir Toprak elementler ise (ICP-MS Inductively Coupled Plasma-Mass Spectrometry) yöntemiyle analiz edilmiştir. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ve nadir toprak elementler ppm olarak ölçülmüştür.

## **2.1.3 Kimyasal analizler**

### **2.1.3.1 Elektron mikroskop analizleri**

K.T.Ü Jeoloji Mühendisliği Bölümü ince kesit hazırlama laboratuvarında elektron mikroprob analizleri için 14 adet parlak ince kesit hazırlanmıştır. Kayaçlardan, mineral kimyası incelemeleri için kayaç kesme makinesinde yaklaşık 0.5x2x3.5 cm boyutunda plakalar çıkartılmış, daha sonra bu plakalar 0.1x2.5x4.6 cm boyutundaki ince kesit camları üzerine Kanada Balzamu ile yapıştırılmıştır. Kesitler 0.035 mm kalınlığa kadar aşındırılmış ve daha sonra alüminyum tozda iyice parlatılmıştır. Hazırlanan bu parlatılmış ince kesitler polarizan mikroskopta detaylı bir şekilde incelenerek, elektron mikroprob analizi yapılacak mineraller belirlenmiştir. Belirlenen bu mineraller parlatılmış kesitin arka yüzeyinde cam kalemiyle daire içine alınarak işaretlenmiştir.

Elektron mikroprob analizleri Ludwig Maximillians Üniversitesi Mikroprop Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Elektron mikroprob analizleri CAMECA SX-100 marka mikroprob cihazı ile yapılmıştır. Bu çalışma sırasında plajiyoklas, K-feldispat, amfibol, biyotit, piroksen, Fe-Ti oksit mineralleri analiz edilmiştir.

### **2.1.3.2 Tüm kayaç analizleri**

#### **Analitiksel yöntem**

Bu doktora tez çalışmasının materyali, Doğu Pontidler'in batı kesimlerinde bir hat boyunca yüzeylen A-tipi özellikli plütonlardan derlenen siyenit, granit, kuvarslı monzonit ve monzonit bileşimli kayaç örnekleridir. Yaklaşık 35 örnek üzerinde ana, iz ve nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir. Petrografik tayinlerden sonra ayrışmamış ve taze olduğuna karar verilen örnekler, çelik kırıcılarla öncelikle kırılmış, daha sonra dane büyüklüğü 200 mesh den daha küçük olacak biçimde bir havan içinde öğütülmüştür. Analiz edilecek kısımlar yaklaşık 1-2 kg ağırlığındaki örneklerden çeyrekleme yöntemi ile hazırlanmıştır. Ana, iz ve nadir toprak element ACME Laboratuvarı'nda (Kanada) gerçekleştirilmiştir. Ana element analizleri, ICP atomik emisyon spektrometresinde, örnek, LiBO<sub>2</sub> ile ergitilip tablet hazırlandıktan sonra bu tablet üzerinde gerçekleştirilmiştir. Ana element dedeksiyon limitleri yaklaşık %0.001 ila %0.04 arasındadır. İz element ve nadir toprak element analizleri %5' lik HNO<sub>3</sub> asitte çözüldükten sonra kütle spektrometresinde belirlenmiştir. Dedeksiyon limitleri 0.01 ila 0.5 ppm arasındadır. Bu analizlerin doğrulukları, ana

elementler için %2-5 aralığında, iz elementler için %10-15, nadir toprak elementleri için %1-5 den daha iyidir.

Topçam ve Çambaşı plütonlarından toplanan alkelen karakterli granitoid kayaçlarındaki mineral bileşimlerinin tayinine yönelik ölçümler, Ludwig Maximillians Üniversitesi (Almanya), Mineraloji ve Petroloji Enstitüsü'nde CAMECA-SX-100 marka bir elektron mikroprob aleti ile gerçekleştirilmiştir. Kalibrasyonlar için doğal ve sentetik oksit ve silikatlar kullanılmıştır. Mineral analizlerindeki doğruluk düzenlemeleri Pouchou ve Pichoir (1985) tarafından üretilen CAMECA PAP algoritması kullanılarak gerçekleştirilmiştir. Analiz şartları, 15 kV voltaj ve 20 nA dir. Si, Al, Fe, Ca, Na ve K elementleri için sayılma zamanı 10 s dir. Analizler sırasında feldispatlar için elektron bomba çapı 1µm olmakla birlikte diğer mineraller için 10µm dir. Bu analizler sırasındaki dedeksiyon limitleri, 0.03 %SiO<sub>2</sub>, 0.06 %TiO<sub>2</sub>, 0.06 %Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.07 %Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, 0.10 %FeO, 0.08 %MnO, 0.07 %MgO, 0.04 %CaO, 0.04 %Na<sub>2</sub>O ve 0.03 %K<sub>2</sub>O dur.

### **Nem kaybı ve ateşte su kaybı**

Ana, iz ve nadir toprak element analizi yapılan örneklerin içerdikleri bünye ve öz kristal suyunu hesaplamada, her bir örneğin daha önceden hazırlanan toz örnekleri kullanılmıştır. Bünye ve öz kristal suyunu belirlemek için örnekler, fırında 105°C'de, 24 saat bekletilmiştir. Örnekler platin kaba konmadan önce kabın ağırlığı ölçülmüş ve sonra her bir örnekten yaklaşık 1 gr tartılarak platin kaplara konmuştur. Daha sonra bu platin kaplar sıcaklığı yaklaşık 2–2,5 saatte 1000°C'ye ulaşan fırında 1 saat bekletilmiştir. Tamamen ergimiş hale gelen örnekler dışarı alınarak 10–15 dakika soğutulmuş ve hemen peşinde tartılmıştır. Sonunda, ısıtılmadan önceki örnek ağırlığı ile soğuduktan sonraki örnek ağırlığı arasındaki fark belirlenerek, ateşteki uçucu kaybı ölçülmüştür.

### **2.1.3.3 İzotop analizleri**

Rb-Sr ve Sm-Nd izotopik analizleri, Orta Doğu Teknik Üniversitesi (Ankara), Merkezi Laboratuvarında gerçekleştirilmiştir. Örnekler bir hafta süre ile HF + HClO<sub>4</sub> asit karışımında bekletilerek çözülmüştür. Kütle analizleri VG354 çoklu kolektörlü bir kütle spektrometresi yardımıyla yapılmıştır. Rb, Sr, Sm ve Nd bollukları izotopik dilutasyon yöntemi kullanılarak yapılmıştır. İzotopik oranlar VG354 kütle spektrometresi yardımıyla sözü edilen laboratuvarında gerçekleştirilmiştir.



#### **2.1.4 Büro alışmaları**

Araziden başlayarak laboratuvara kadar devam eden tüm çalışmalarda birçok veri elde edilmiş ve bu veriler büro çalışmaları ile bir araya getirilerek değerlendirilmiştir. Bu süreç içinde yapılan çalışmalar kısaca řu şekilde özetlenebilir. Arazide topografik harita üzerine çizilen jeolojik harita ile birlikte stratigrafik kolon kesit, bilgisayar ortamında çizim programları yardımıyla temize geçirilerek yeniden çizilmiştir. Böylece inceleme alanının 1/25000 ölçekli jeolojik haritası hazırlanmıştır.

Petrografik, mineralojik, kayaç analizleri sonucunda elde edilen verilerde, yine jeolojiye uygun çeşitli hazır paket programlarda değerlendirilerek grafik ve tablo haline getirilmiştir.

Arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları sonucunda ortaya çıkan tüm veriler birleştirilip, yorumlanmış ve sonuçta “İ.T.. Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Klavuzu” kurallarına göre tez yazımı gerçekleştirilmiştir.



### 3. BULGULAR

#### 3.1 İnceleme Alanının Stratigrafisi

Türkiye'nin kuzeydoğusunda, Doğu Karadeniz dağları'nın (Doğu Pontidler) kuzey kesiminde yer alan çalışma sahasındaki en yaşlı birim ilk kez Güven (1993) tarafından tanımlanan Çağlayan Formasyonu'dur. Söz konusu kayalar, bu doktora çalışmasına konu seçilen A-tipi Kampaniyen yaşlı granitoid kayalar tarafından kesilmişlerdir (Güven, 1993).

##### 3.1.1 Çağlayan formasyonu

Bazik karakterli volkanit, volkanoklastik ve tortul kayalardan oluşan ve genel olarak Çağlayan Köyü (Trabzon) çevresinde ve Arsin güneyinde (Trabzon) yüzeylenme veren birim, ilk olarak Güven (1993) tarafından Çağlayan Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Doğu Pontidlerin kuzey kesiminde çalışmaya söz konusu olan Tonya Formasyonu altında yaygın olarak D-B hattında izlenebilen yaygın bir formasyondur.

**Litoloji:** Birim genellikle kumtaşı, bordo-kırmızı renkli mikritik kireçtaşı, marn ve killi kireçtaşı ara seviyeleri içeren bazalt, andezit ve bunların piroklastitlerinden oluşan volcano-tortul bir seridir. Genellikle koyu renkli olan, kırıklı ve çatlaklı yapı gösteren volkanik birimler orta derecede ayrılmıştır. Yer yer prizmatik ve yastık debi gösteren bu kayalarda kloritleşme ve epidotlaşma yaygın olarak görülen alterasyon ürünleridir. Kayalarda gelişen boşluklar ikincil kalsit ve klorit ile dolguludur. Volkanik breşler ve iyi tabakalanma gösteren tüfitler içinde volkanik parçaların yanında kırmızı kireçtaşı ve killi kireçtaşı parçaları da gözlenmektedir. Söz konusu formasyona ait kayalar inceleme alanında genellikle tortul arakatkılarından yoksun olup, massif lavlar halinde gözlenirler. Masif lavlar; bazalt, andezit ve bunların piroklastitlerinden meydana gelirler. Hidrotermal ayrışma nedeniyle renklerinde farklılıklar gözlemlenir. Makroskobik olarak açık gri-beyaz, yeşilimsi gri renkte gözlenmektedir. Kayalar genellikle felsik mineral olarak, plajiyoklas, kuvars ve mafik mineral olarak da amfibol, piroksen ve az miktarda biyotit içerirler. Fe-Ti oksitler çoklukla ikincil oluşuklar olarak oluşmuştur. Ayrışma

ürünleri daha çok serizitleşme, piritleşme ve kloritleşme'dir. Bazaltlar yer yer kalsit ve zeolit dolguları içermektedir. Kayaçların radyometrik yaş verileri henüz literatürde olmamakla birlikte, Geç Kretase yaşlı volkano tortul biim üzerine uyumlu olarak gelirler. Bu bulguya dayanarak söz konusu volkanik kayaçların yaşı Üst Kretase olarak kabul edilmiştir.

**Alt-Üst Sınırlar ve Kalınlık:** Çağlayan Formasyonu, Kızılkaya Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelir. Çağlayan Formasyonu üzerine ise Tonya Formasyonu uyumlu gelir ve beyaz-gri-sarımsı renkli kireçtaşı, marn ve kıltaşı ardalanmasından oluşur.

**Fosil Topluluğu ve Yaş:** Formasyonu tanımlayan Güven (1993), birim içerisindeki kırmızı-bordo renkli biyomikritik kireçtaşlarından derlediği *Globotruncana cf. arca* (Chusman), *Globotruncana lapparentitricarinata* (Quereau), *Globotruncana cf. bulloides* (Vogler), *Globotruncana coronata* (Bolli), *Globigerina sp.* faunasına bağlı olarak formasyonun yaşının Kampaniyen-Maastrichtiyen olduğunu belirtmiştir.

Aynı bölgede son yıllarda çalışma yapan Özer vd. (2009) stratigrafik olarak aynı seviyeden derledikleri örneklerde belirledikleri faunaya bağlı olarak birimin yaşının Erken Geç Kampaniyen olduğunu vurgulamışlardır.

Bu çalışma kapsamında Çağlayan Formasyonu'nun üst seviyelerinde bulunan kırmızı-bordo renkli mikritik kireçtaşlarından (Şekil 4.3 ve 4.4) yapılan gözlemler sonucunda; *Globotruncana linneiana*, *Globotruncana bulloides*, *Globotruncana arca*, *Globotruncanita elevata*, *Globotruncanita stuartiformis*, *Globotruncanita ventricosa*, *Globotruncana hillii*, *Globotruncana rosetta*, *Contusotruncana fornicata*, *Macroglobigerinelloides bollii*, *Archaeoglobigerina blowi*, *Rugoglobigerina rugosa*, *Heterohelix reussi*, *Heterohelix globulosa* ve *Globotruncana sp.*, faunası Kampaniyen yaşını desteklemektedir (Şekil 4.4 ve 12).

**Çökme Ortamı:** Çağlayan Formasyonu göstermiş olduğu bu özellikleriyle Güven (1993) tarafından bazaltik andezitik volkanizmanın egemen olduğu, volkanizmanın dönem dönem duraksamasıyla tortul kayaçların çöklediği denizel ortamları yansıttığını vurgulamıştır. Çağlayan Formasyonu içerisinde ara seviyeler halinde gözlenen planktik foraminiferler içeren kireçtaşlarının varlığı pelajik bir ortamın geliştiğini göstermektedir. Pontidler'in kuzey zonunda çalışmalarda kırmızı renkli kireçtaşları Geç Kretase volkanizmasının baskın olduğu alanlarda kılavuz düzey olarak kabul edilmektedir (Özsayar vd., 1981; Gedik vd., 1996). Çağlayan Formasyonu içerisindeki volkaniklastik ve volkanik kayaçlar, pelajik kireçtaşlarına

göre baskındırlar. Bu durum da derin denizel koşullar gelişirken diğer yandan yay volkanizmasının etkisini sürdürdüğünü gösterir. Pelajik fasiyeste çökelmiş olan mikritik kireçtaşları içerisindeki karenli planktonik foraminiferlerin varlığı, Çağlayan Formasyonu çökelirken, derin denizel koşulların etkin olduğunu gösterir (Robaszynska ve Caron, 1995). Kumtaşlarının yer alması ve tortul kayaçların piroklastiklerle aralanmalı olması, çökme ortamının zaman zaman sığlaştığının ve ani değişimlerin olduğunu düşündürmektedir. Özer vd. (2009) Çağlayan Formasyonu içerisindeki volkaniklerle aralanmalı bu istifin havzayı zamanla doldurduğunu ve denizin gittikçe sığlaştığını bu şartlara bağlı olarak da Tonya Formasyonu'ndaki çökellere malzeme sağlayan sığ alanların oluştuğunu belirtmişlerdir.

### **3.1.2 Topçam ve Çambaşı plütonları**

#### **3.1.2.1 Mineraloji ve petrografi**

Topçam ve Çambaşı plütonları, arazide Üst Kretase yaşlı andezit, bazalt ve piroklastiklerini net bir dokanak ile kesmişlerdir. Arazi çalışmaları sırasında A-tipi granitoidleri oldukça çatlaklı ve kırıklı oldukları ve blok vermeyen kütlelere sahip oldukları gözlenmiştir (Şekil 3.3.a-b). Geç Kretase yaşlı volkanik kayaçlar ile olan dokanakları arazide yoğun örtü nedeniyle birçok kesimde gözlenememiştir. Ancak, kesme dokanağının takip edildiği kısımlarda metamorfik izlere rastlanmamıştır. Bu yönleriyle, Doğu Pontidlerde yaygın olarak bulunan I-tipi granitoid kayaçlar ile benzerlik sunarlar. Kayaçlardan toplanan el örnekleri üzerinde yapılan çalışmalarda; kayaçların genellikle iri ve orta taneli dokusal özellikler gösterdikleri ve çoklukla çok iri alkali feldispat mineralleri içerdikleri gözlenmiştir (Şekil 3.3.c-f).

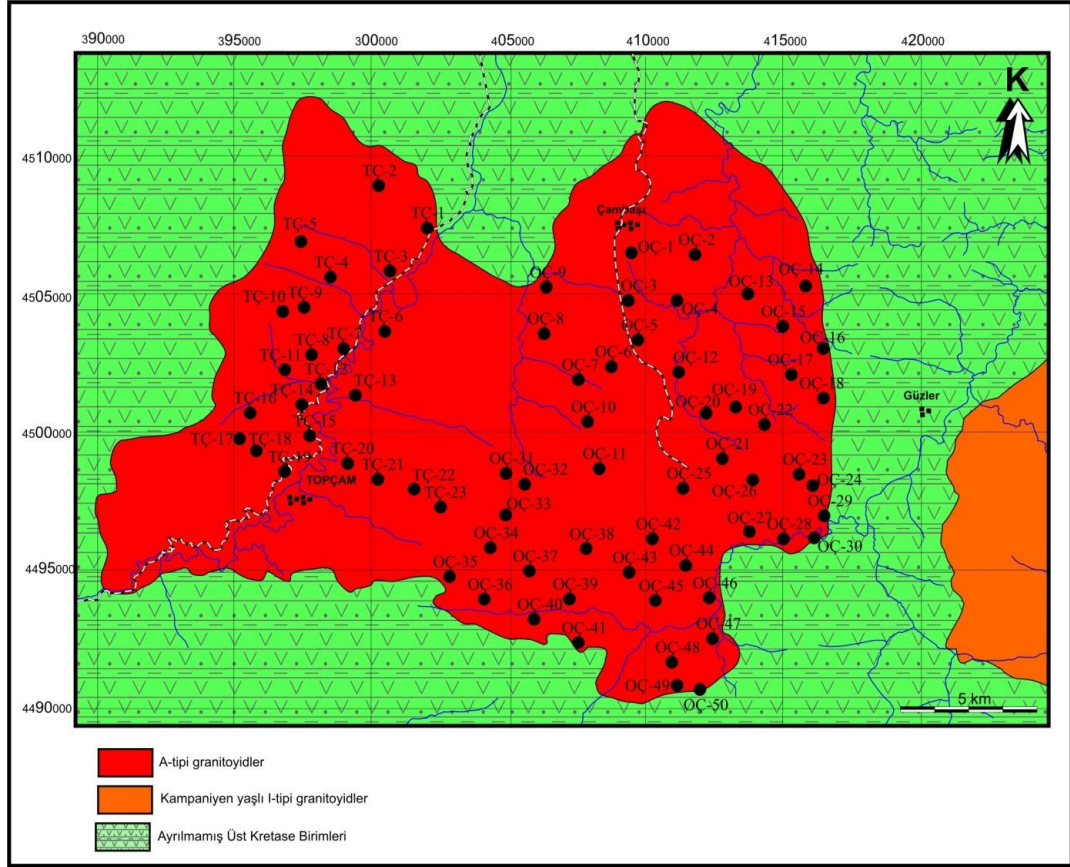
Bu özellikleri ile bölgede yaygın yüzeyleme veren yüksek potassik kalk-alkalen ve kalk-alkalen I-tipi granitoid kayaçlardan (Şekil 3.3.h) çok kolayca ayırt edilebilirler. Bazen orta-ince taneli ve baskın ortoklaz nedeni ile oldukça pembe renklere görünürler (Şekil 6g). Oldukça ayrışmamış yüzeylemelere ilave olarak arenalaşmış yüzeylemeler şeklinde de gözlenmektedirler (Şekil 3.3.a,b).

Mikroskobik incelemeler neticesinde, kayaçların genellikle siyenit ve monzonit bileşimli oldukları belirlenmiştir. A-tipi granitoid kayaçlar, son yıllara kadar anorojenik ve susuz özellikleri ile tanımlanmış kayaçlar olup, genellikle tek bir kaynağa ait ergiyikten türeyen kayaçlar olarak tanımlanmışlardır.

Oysa bölgede tanımlanan ve tanımlanacak olan A-tipi granitoyidler 1-2 cm boyutundan 25-30 cm boyutuna kadar değişen elipsoidal şekilli çok sayıda anklav içermektedirler (Şekil 3.3e).

Bu sebeple, yukarıda da belirtildiği üzere, ana kayaç lokasyonlarından ayrılmamış ve jeokimyasal analizlerde kullanabilecek 55 adet anklav örneği toplanmıştır. Alkalen karakterli ve magma karışım olaylarının etkin olduğu granitoyid kayaçların en karakteristik özellikleri olan rapakivi dokusu bu kayaçlarda yaygın olarak gözlenmiştir (Şekil 3.3.g). Kayaçların en tipik dokusal özelliklerinden biri olan iri K-feldspatlar, yer yer felsik minerallerden kuvars ve plajiyoklas, mafik minerallerden ise amfibol ve biyotit kapanımları içerirler (Şekil 3.4.a,e,g ve Şekil 3.5.a,b,c,d). Söz konusu bu poikilitik dokularında hibritleşme sürecinde gelişmiş olabileceği düşünülmektedir. Alkali feldispat ve kuvars birliktelikleri, yer yer tipik yazı dokusu görünümünde olup, plütonların sığ sokulum karakterli olduklarına işaret etmektedir (Şekil 3.5.e,f). Sulu silikatlardan amfiboller baskın mafik mineral olarak göze çarpmaktadır. Biyotitler amfibollere nazaran kayaçlarda daha az gözlenmektedir. Genellikle latamsı tıknaz ve yarı öz şekilli kristaller halinde gözlenirler (Şekil 3.4.e,g). Yer yer monzonitik kayaçlar içerisinde magma karışımlarına işaret eden bıçağımsı biyotitler şeklinde gözlenmektedirler (Şekil 3.4.f). Klinopiroksenler, lokasyonlara bağlı olarak çok az gözlenmektedir. Fe-Ti oksitler birçok kayaçada diğer mafik ve felsik silikatlar içerisinde öz şekilsiz kapanımlar olarak gözlenirler (Şekiller 3.4.f ve 3.5.h).

Anklavlar ile ana kayaçların mineral birliktelikleri hemen hemen aynıdır. Dokusal özellikler çok benzer olmakla birlikte, bariz fark kristal büyüklükleridir (Şekil 3.6.a-d). Anklavlar, genellikle hızlı soğuma ürünü iğnemsî mineraller ile karakteristiktir. Yan kayaç dokanaları hiçbir suretle metamorfik izler taşımazlar ve sınırlar net dokanaklar ile gözlenir (Şekil 3.6.a). İçlerinde alkali feldispat iri kristalleri sık gözlenir ki, bu daha çok hibrit magma ürünü granitoyid kayaçların dokusal özellikleri olarak tanımlanmaktadır (Şekil 3.6.c).

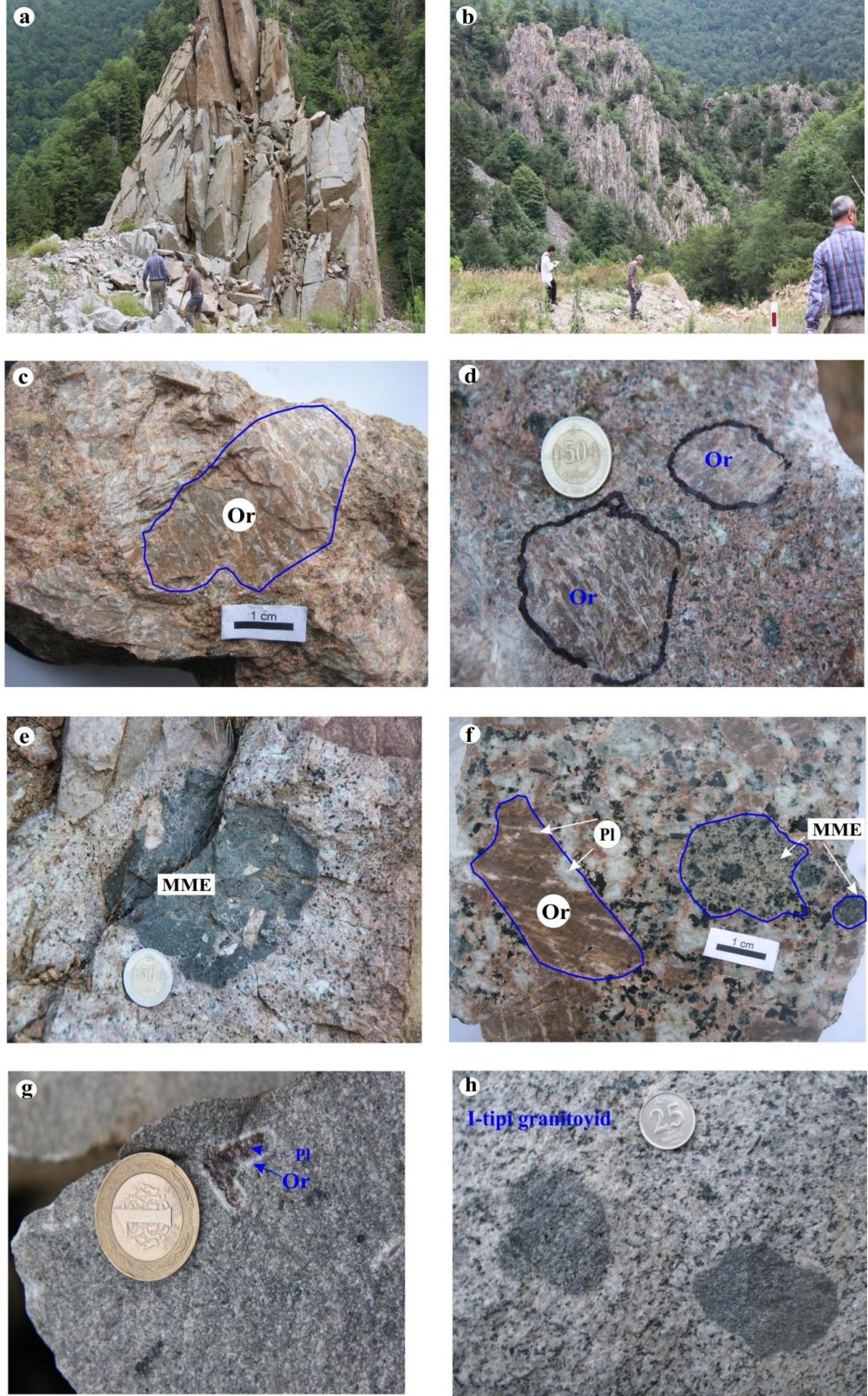


**Şekil 3.1 :** Topçam ve Çambaşı (Ordu) yörelerinin ayrıntılı jeolojik haritası ve yöredeki A-tipi granitoid kayaçların konumları.

ÜST SİSTEM	SİSTEM	SERİ	FORMASYON	KALINLIK (m)	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR
MESOZOYİK	Kretase	Kampaniyen	Topçam ve Çambaşı Granitoidleri			Siyenit, kuvars monzonit, monzonit
		Turoniyen-Santoniyen	Çağlayan Formasyonu	~1000		Kırmızı renkli, mikritik kireçtaşı, volkanik kumtaşı, kıltaşı, marn ara seviyeleri içeren, andezit, bazalt ve piroklastları.

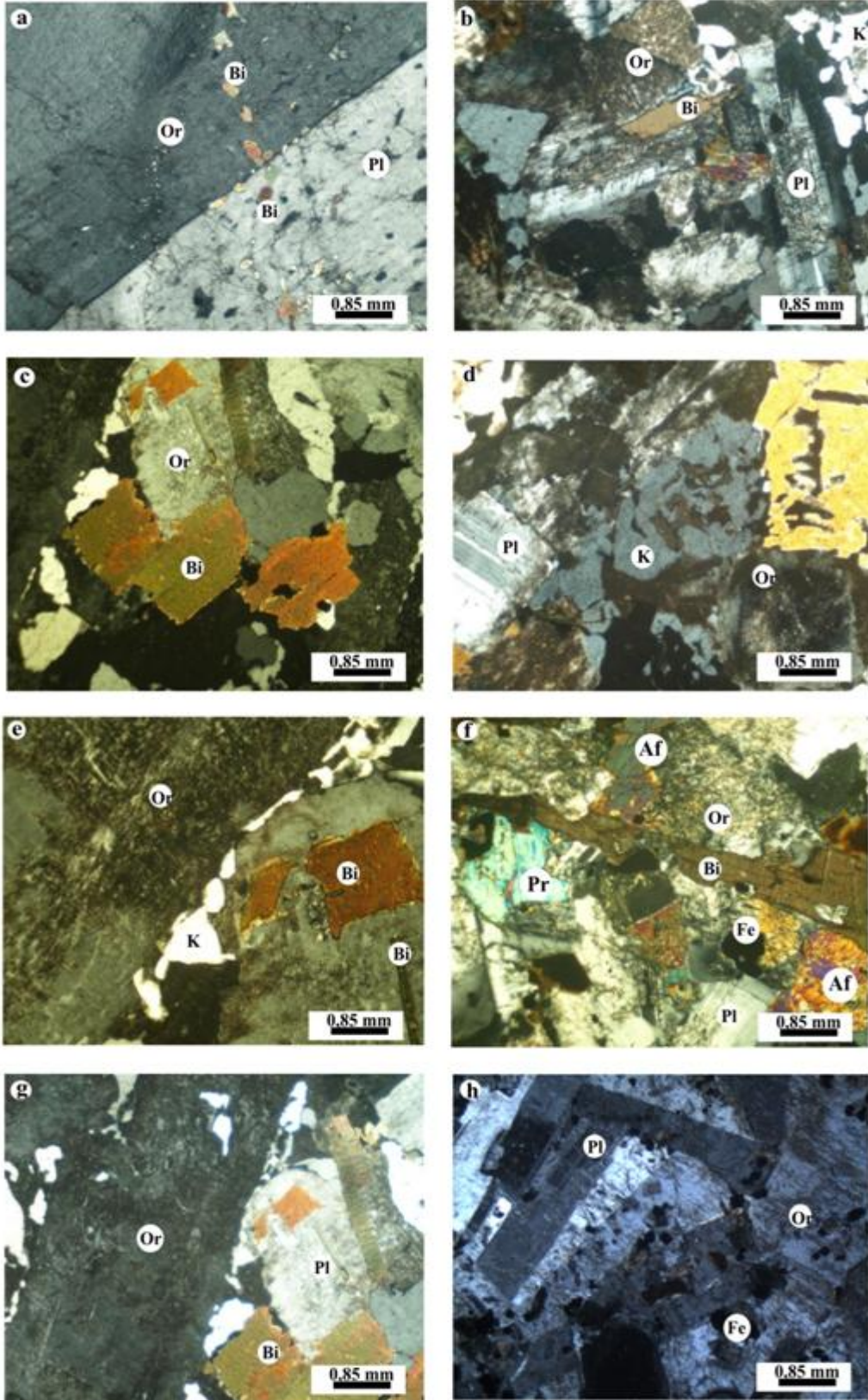
Şekil 3.2 : Topçam ve Çambaşı (Ordu-Giresun) yakın yöresinin genelleştirilmiş dikme kesit.





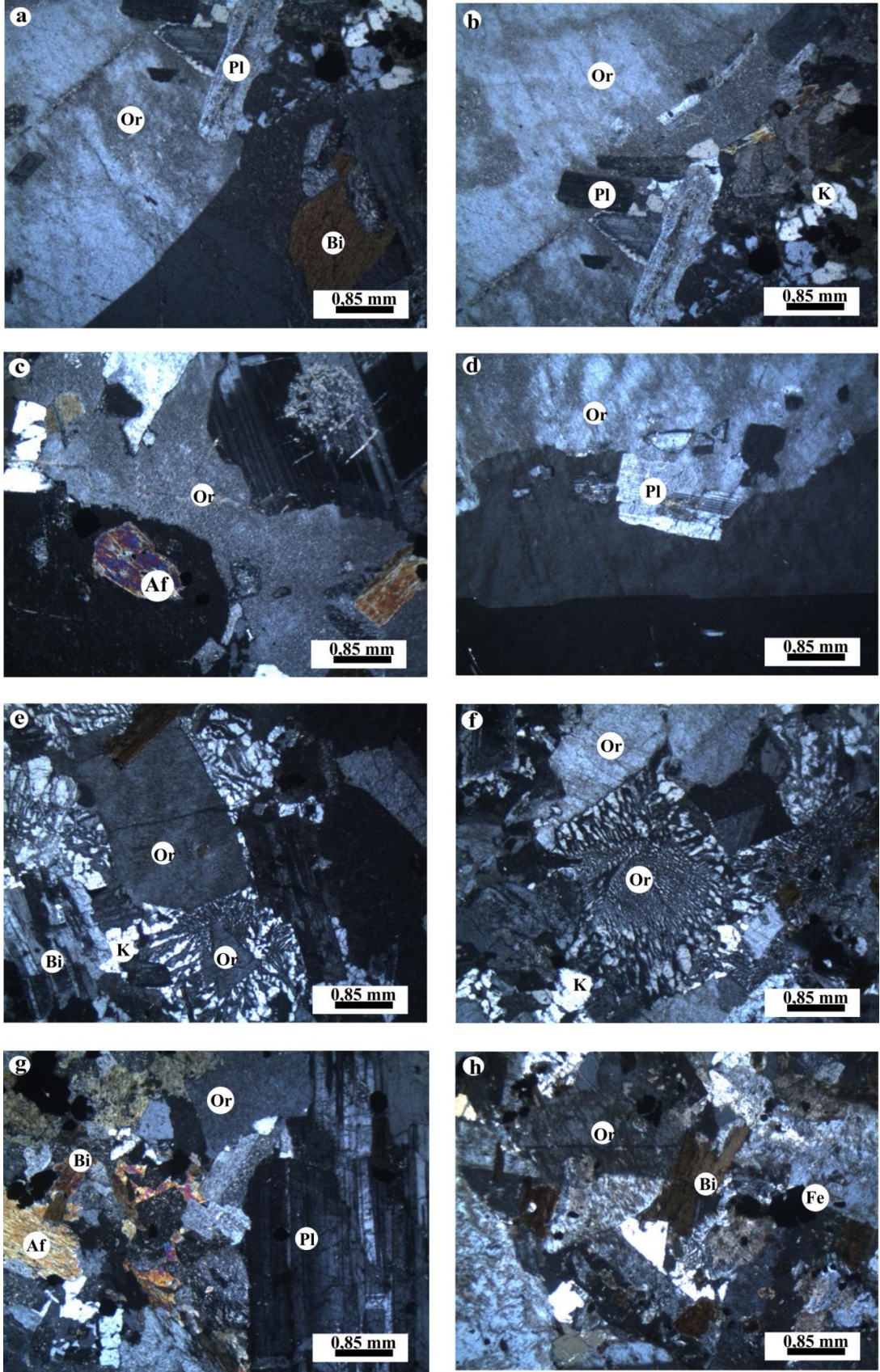
Şekil 3.3 : Topçam ve Çambaşı plütonlarından gözlenen A-tipli granitoidlerinin saha ve makroskobik görünümleri.





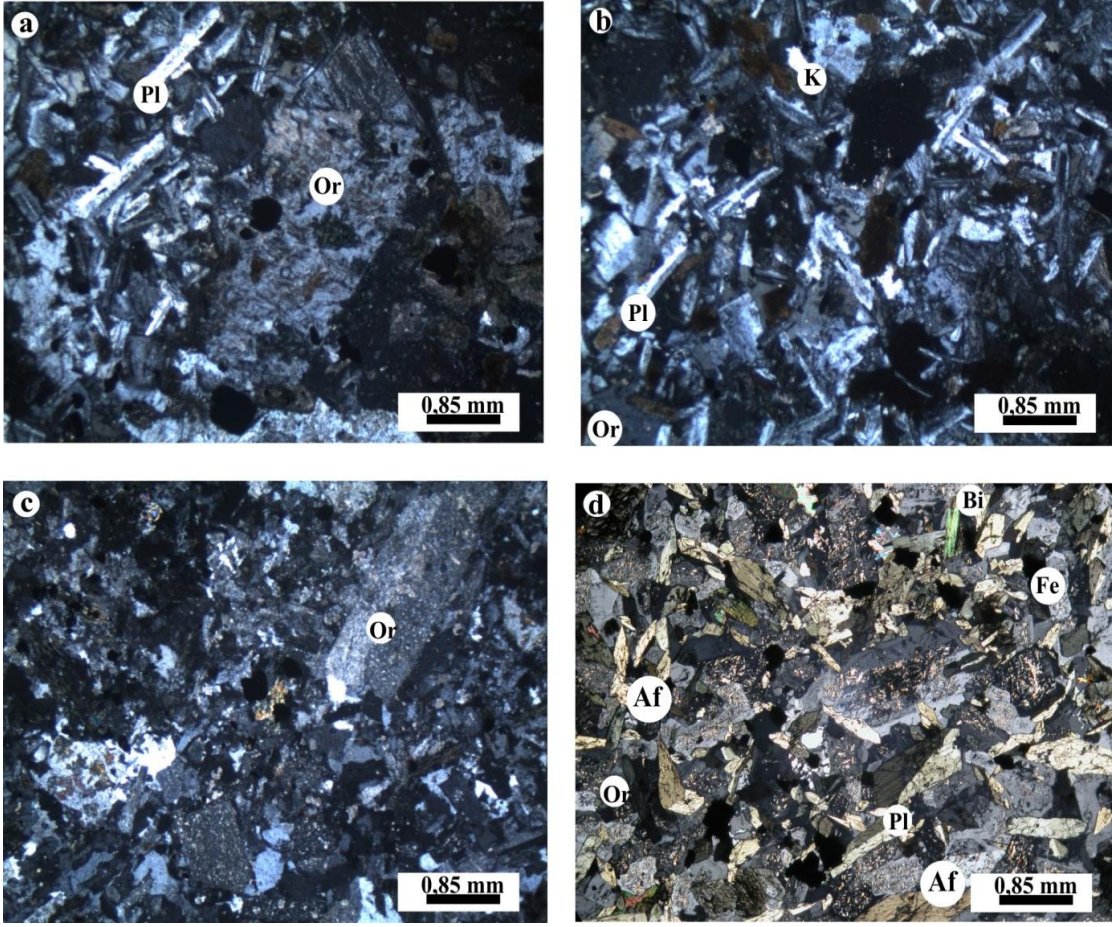
**Şekil 3.4** : Topçam ve Çambaşı plütonlarından gözlenen A-tipi granitoidlerdeki ana kayaçların dokusal görünüşleri.





**Şekil 3.5 :** Topçam ve Çambaşı plütonlarında gözlenen A-tipi granitoidlerdeki ana kayaçların dokusal görünümleri.

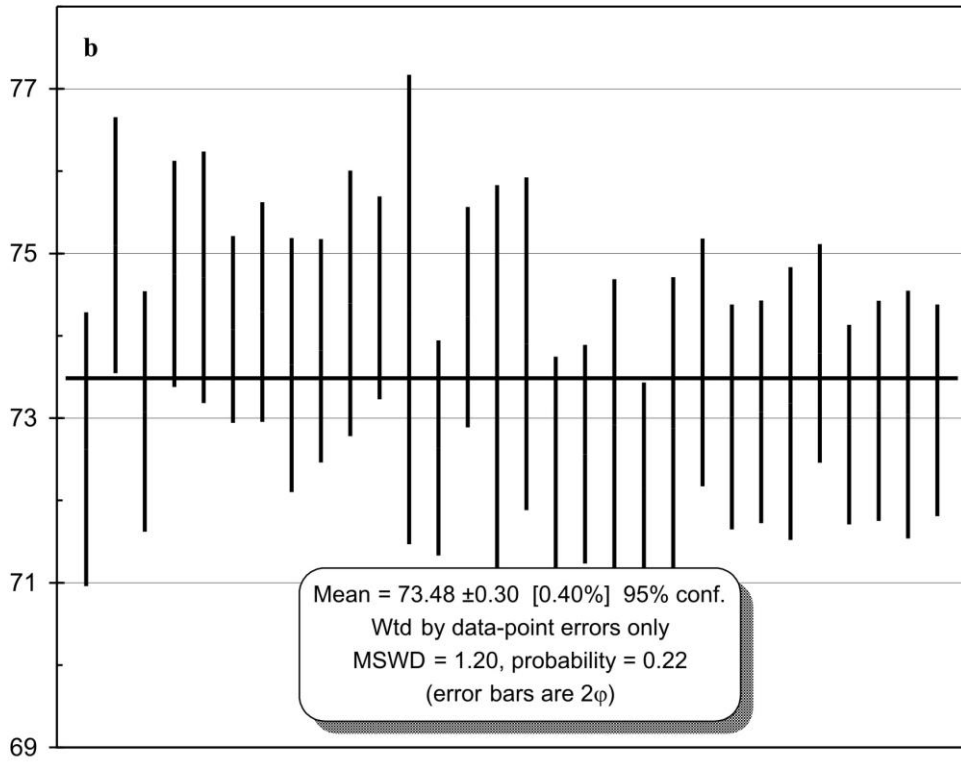
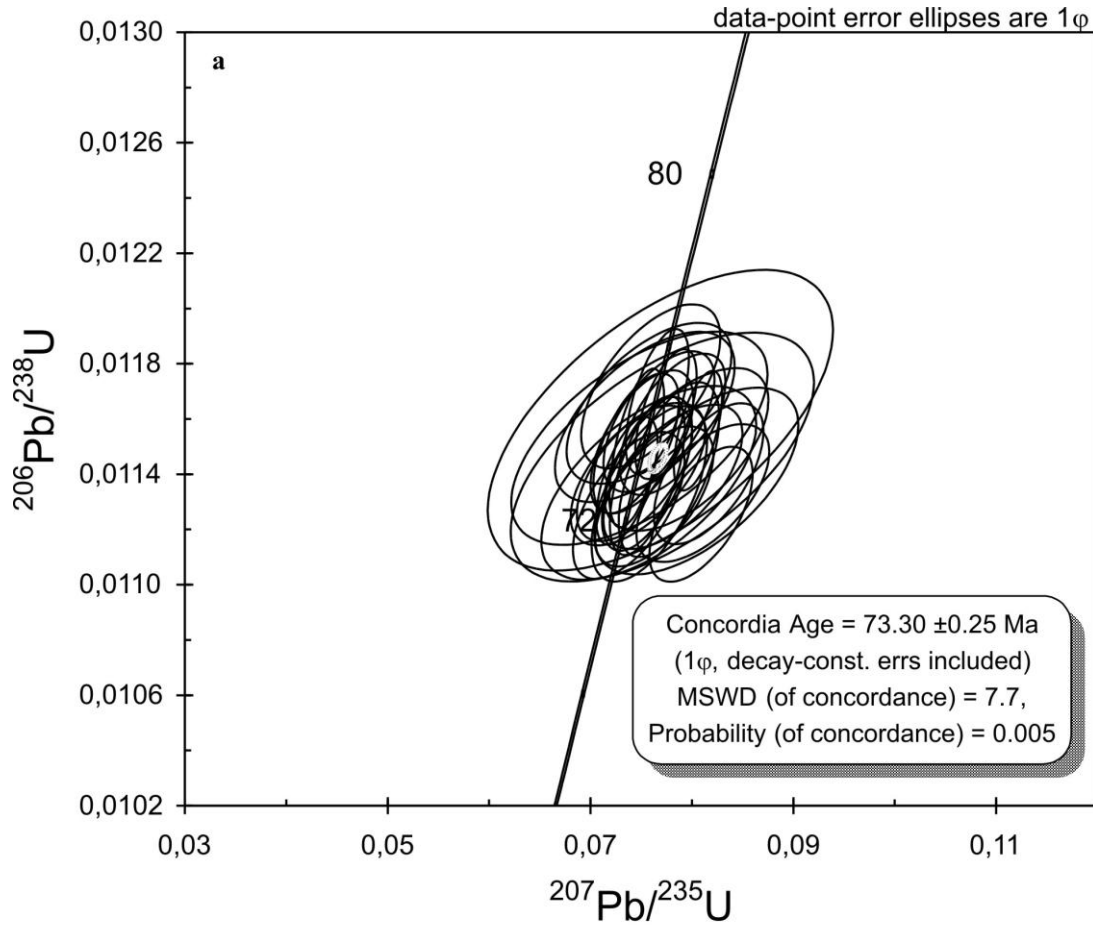




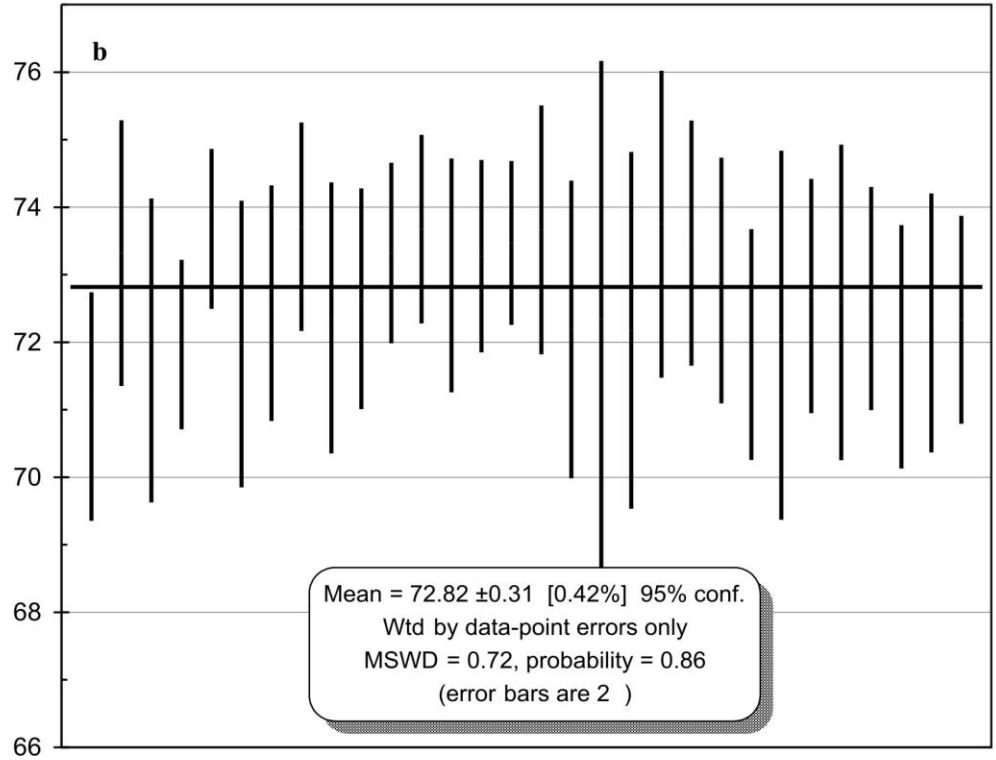
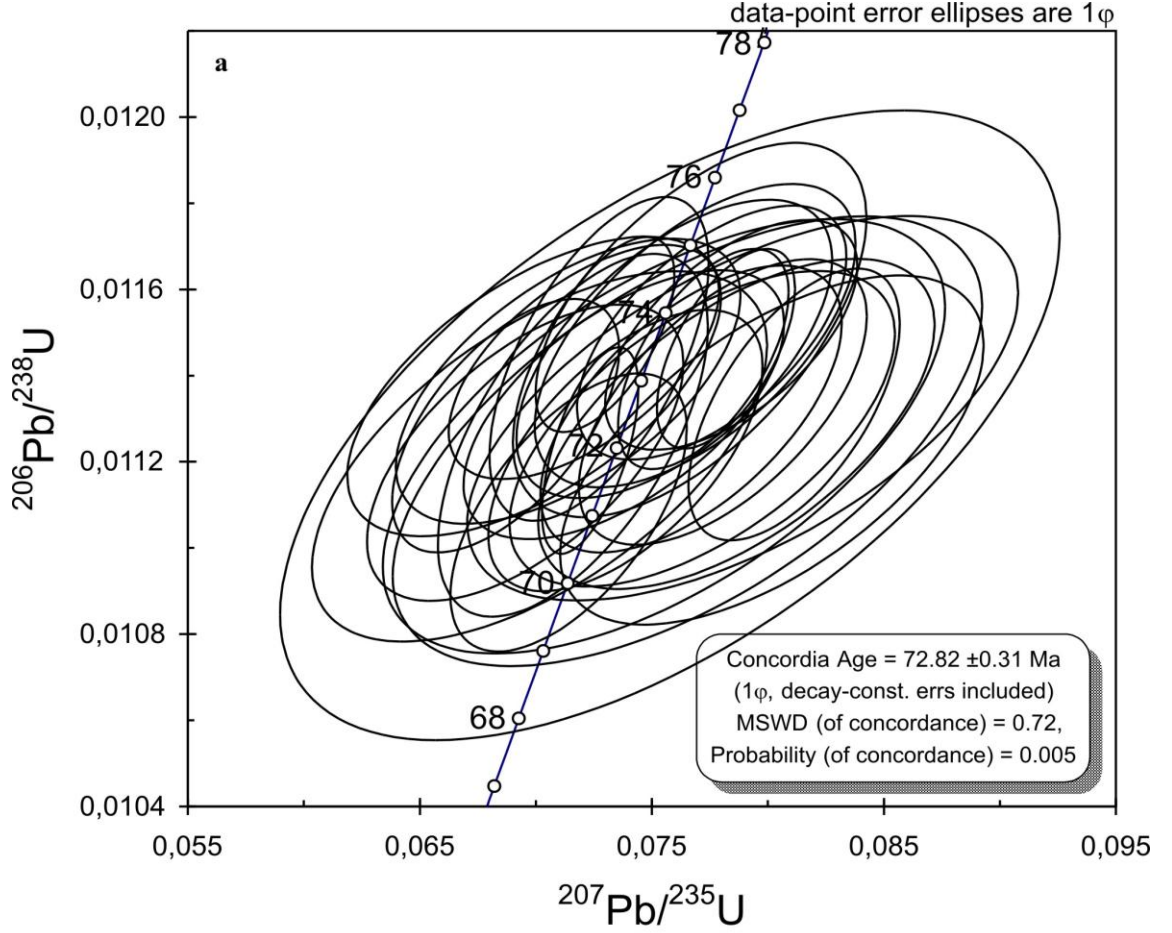
**Şekil 3.6** : Topçam ve Çambaşı plütonlarından gözlenen A-tipi granitoidlerdeki mafik mikrogranular anklavların mikroskobik görünüşleri.

### 3.2 Jeokronoloji

Topçam ve Çambaşı plütönlöründen LA-ICP-MS zirkon U-Pb yaşlandırması gerçekleştirilebilmesi için, TÇ-22 (Topçam-monzonit) ve OÇ-20 (Çambaşı-siyenit) örneklörinden yeterli miktarda zirkon kristali ayırtlanmıştır. Zirkonların genel karakterleri incelendiğinde, boylarının 250µm ye kadar ulaştıkları ve genellikle renksiz, kısa prizmatik şekilli oldukları gözlenmiştir. Elde edilen zirkon kristallerinin çoğu, salınım zonlanma sunmakla birlikte, genellikle pramidal sonlanmalar sunan uç kısımlara sahiptirler. Bu özellikleri, magmatik kökenli olmalarına işaretler (Pupin, 1980). Zirkonların katodoluminesans görüntüleri, hemen hemen hiç kalıntı çekirdek içermediklerini ortaya koymaktadır. Söz konusu iki farklı kayacıtan ayırtlanan farklı kristallerden yaklaşık 36 nokta ölçülmüştür. Zirkon LA-ICP-MS U-Pb yaşlandırma sonuçları, Tablo 1’de verilmiş olup, sonuçlar, konkordiya diyagramlarında gösterilmiştir (Şekiller 3.6a ve 3.6b). Her iki plütönden toplam 22 ve 14 noktadan elde edilen  $^{206}\text{Pb}/^{238}\text{U}$  ağırlıklı yaşları; sırası ile Topçam plütönünde  $73.30 \pm 0.25$  My (MSWD=7.7) ve Çambaşı plütönünde;  $72.82 \pm 0.31$  My (MSWD=0.72) olarak belirlenmiştir (Şekiller 3.6a ve 3.6b). Tüm bu jeokronolojik bulgular, stratigrafik ve jeolojik saha bulguları ile uyumlu olmakla birlikte, A-tipi granitoidlerin, yitim ilişkili Turoniyen-Santoniyen yaşlı volkanik kayacıları keserek sokulum yapmış olduklarını ortaya koymuştur.



**Şekil 3.6a** : Topçam plütununun zirkon U-Pb konkordiya ve ortalama yaş diyagramı.



**Şekil 3.6b** : Çambaşı plütununun zirkon U-Pb konkordiya ve ortalama yaş diyagramı.

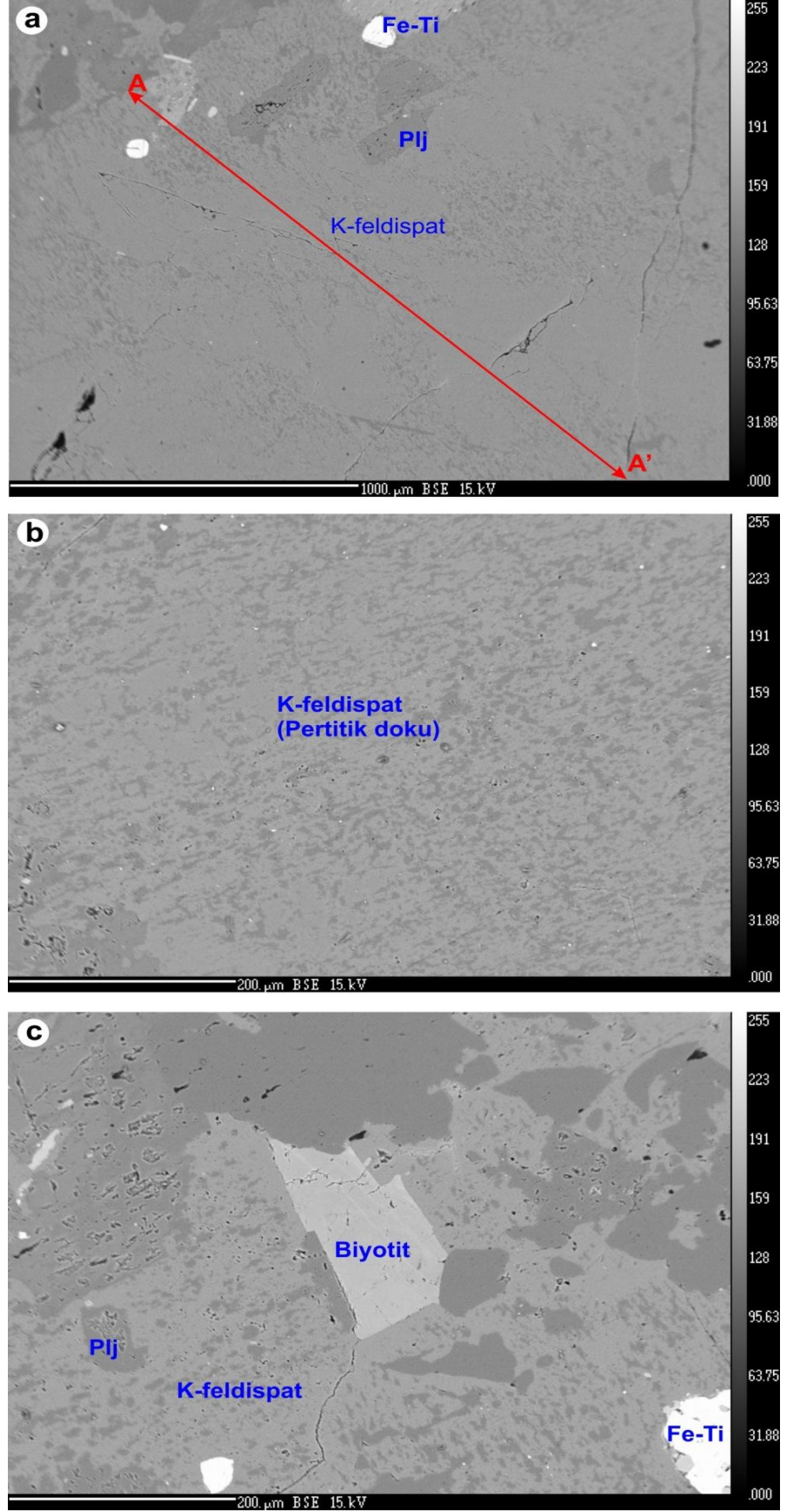
### 3.3 Mineral Kimyası

#### 3.3.1 Mineral bileşimleri

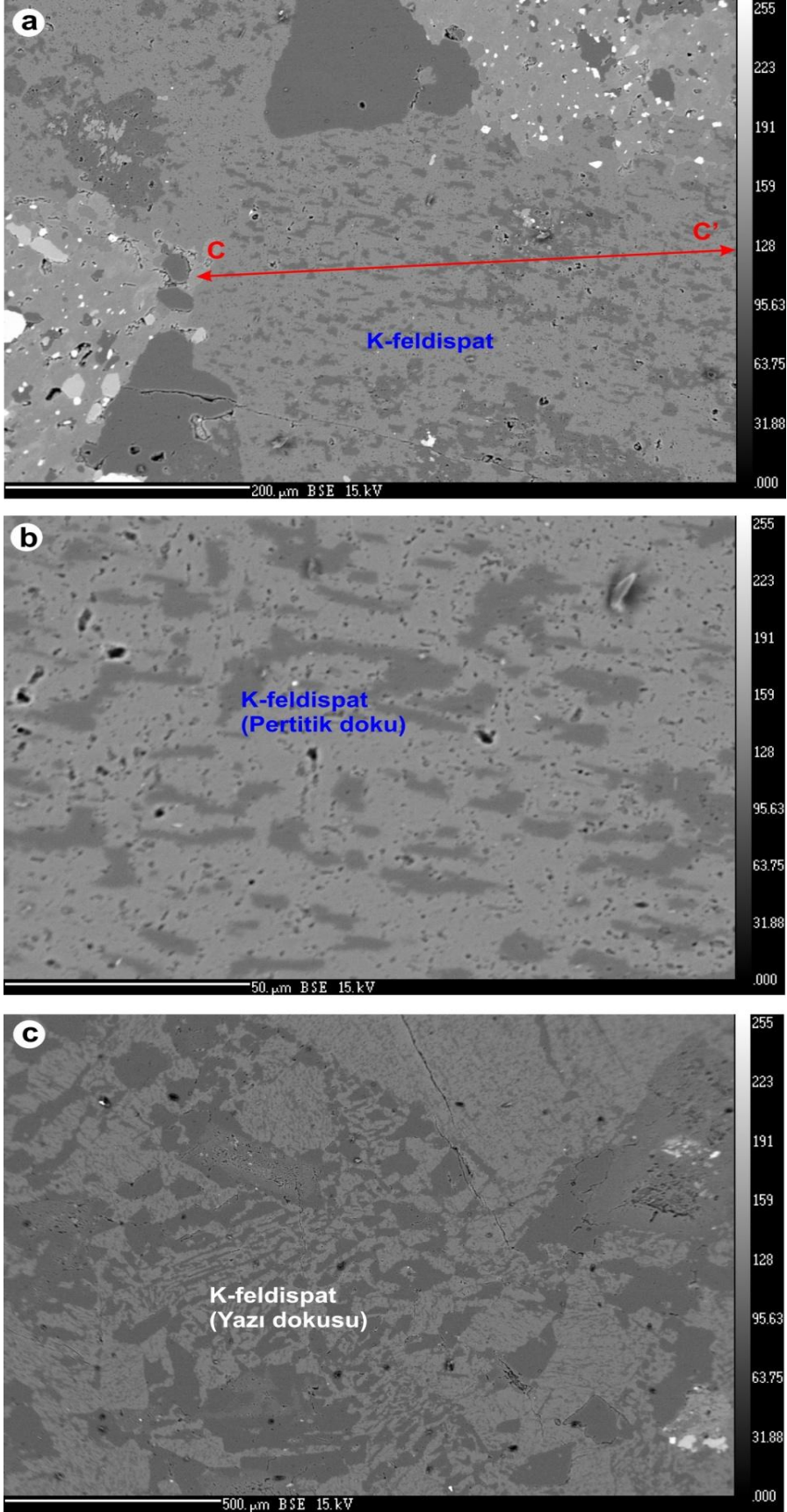
##### 3.3.1.1 K-feldispat

Mikrokimyasal analiz sonuçları, plütonlarda gözlenen mineral gruplarının kimyasal bileşimleri arasında çok önemli bir farklılığın olmadığını göstermiştir. Bu sebeple, kimyasal sonuçlar, her plüton için ayrı sembollerle verilmiş, ancak her bir plütondaki farklı bileşimli kayaçlar için ayrı sembol kullanılmamıştır. Topçam ve Çambaşı plütonlarının tamamında gözlenmekle birlikte, Çambaşı ve Topçam plütonlarında uzun eksenleri 3cm'e varan megakristaller halindedirler. Camaş ve Ahmetli plütonlarında daha çok fenokristal halinde gözlenirler. Ancak yaygın olarak öz şekilli ya da yarı öz şekilli kristaller 100 µm den daha küçüktür (Şekiller 3.7. ve 3.8.). Özellikle megakristaller yaygın olarak, plajiyoklas, Fe-Ti oksit, biyotit ve kuvars mikrokristalleri içerirler (Şekiller 3.7., 3.8.). Çoklukla pertit yapısını karakteristik biçimde sunarlar (Şekil 3a-c). Mineralojik incelemeler neticesinde seçilen profil analizler yapılmak üzere seçilen 3 kristalde kenardan kenara doğru, K<sub>2</sub>O, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, CaO ve Na<sub>2</sub>O ana oksit içerikleri bakımından çok belirgin bir zonlanma gözlenmemiştir (Şekiller 3.9 ve 3.10). Ancak, Topçam ve Ortaköy plütonlarından seçilen megakristallerin K<sub>2</sub>O miktarlarında yüksek olasılıkla magma hibritizasyonundan kaynaklanan salınımlı (oscillatory) zonlanma kısmen göze çarpmaktadır (Şekiller 3.9a). Kristaller zonlanma göstermekle beraber k-albit ve ortoklas bileşim aralığında (Or<sub>99-10</sub>Ab<sub>88-1</sub>An<sub>2-0</sub>) değişim sunmaktadırlar (Şekil 3.11.). Megakristaller daha çok ortoklas bileşimli iken fenokristaller k-albit, Na-sanidin ve sanidin bileşimleri sunarlar (Şekil 3.11).

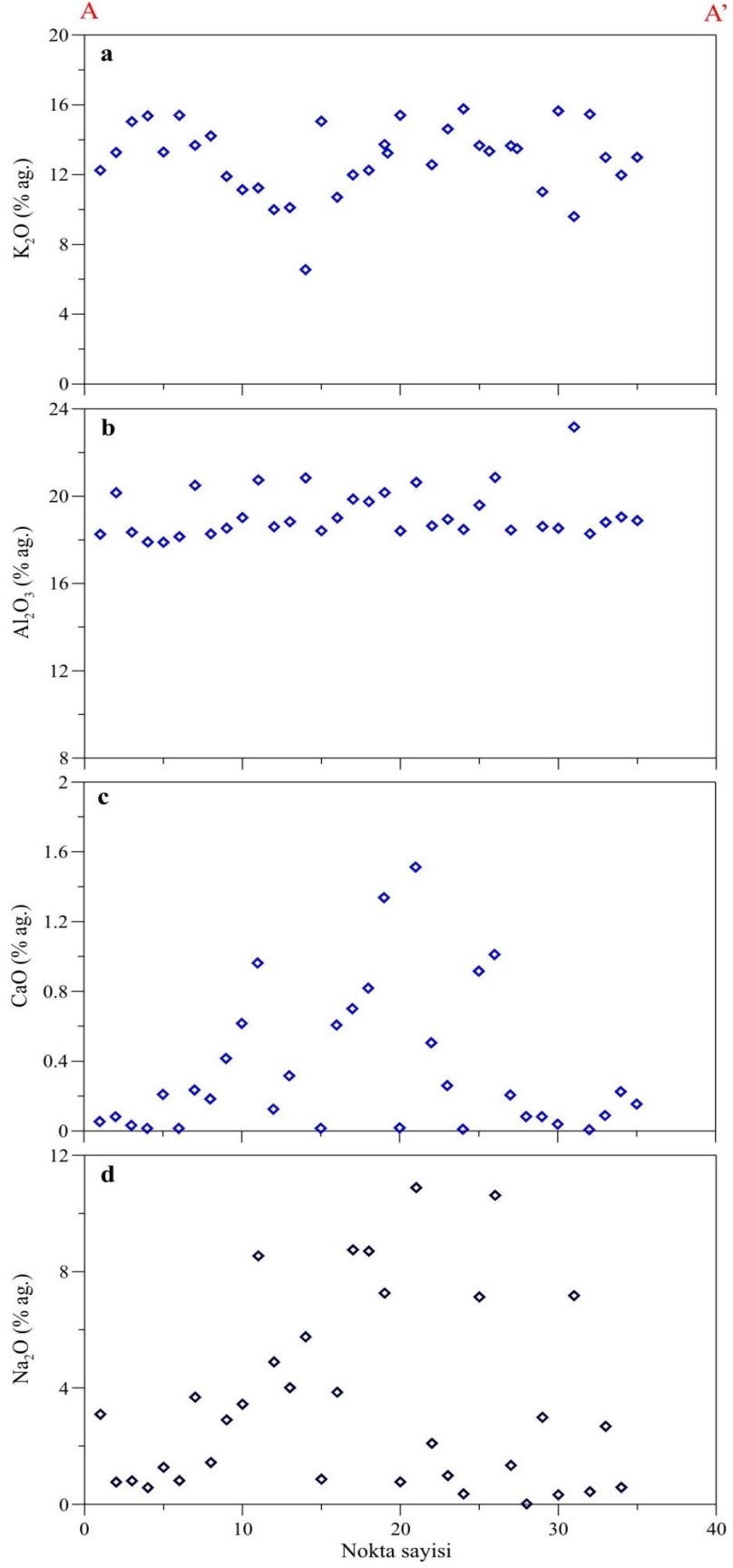




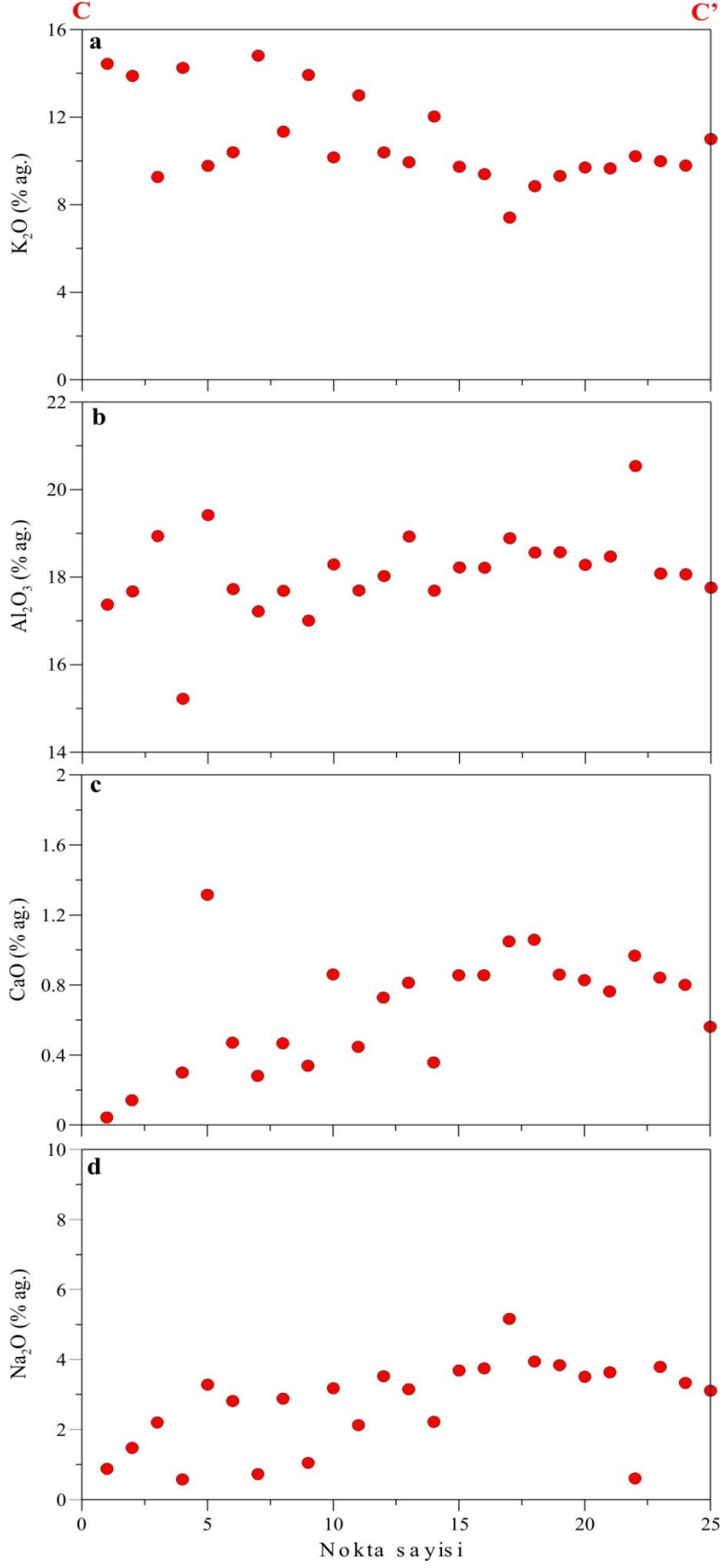
Şekil 3.7 : Topçam (Ordu) Plütönu'na ait k-feldispatlar kristalleri ve dokusal ilişkilerinin BSE görünümüleri.



Şekil 3.8 : Çambaşı (Ordu) Plütunu'na ait k-feldispatlar kristalleri ve dokusal ilişkilerinin BSE görüntüleri.



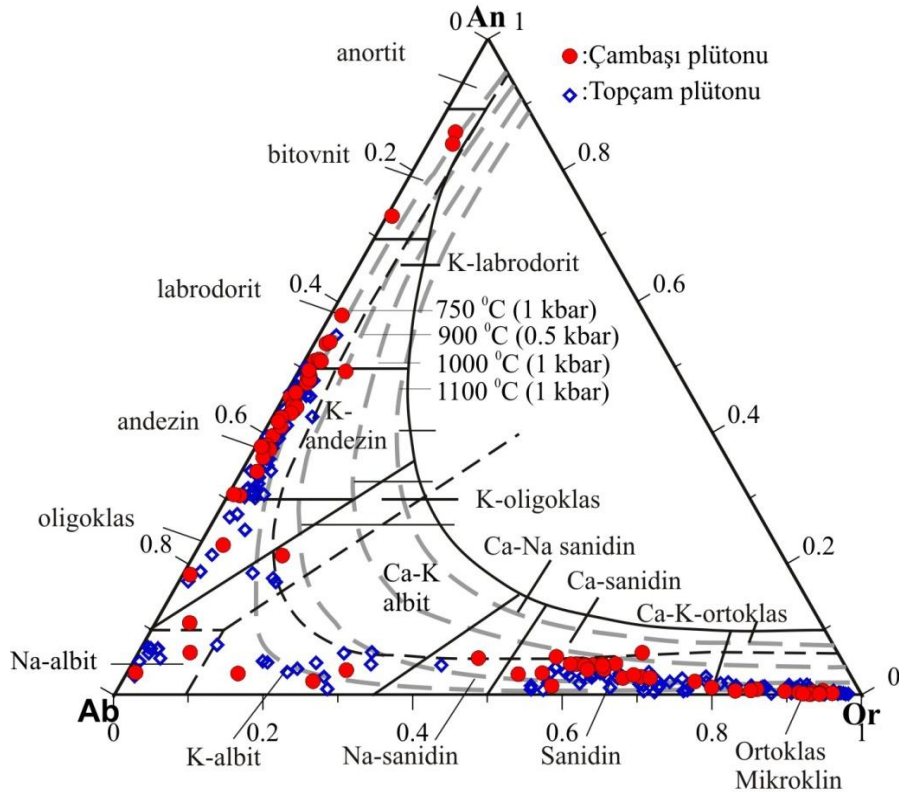
**Şekil 3.9 :** Topçam plütönuna ait K-feldispat megakristatlerinin profil ana oksit değişimleri.



**Şekil 3.10 :** Çambaşı (Ordu) Plütunu'na ait K-feldispat megakristatlerinin profil ana oksit değişimleri.

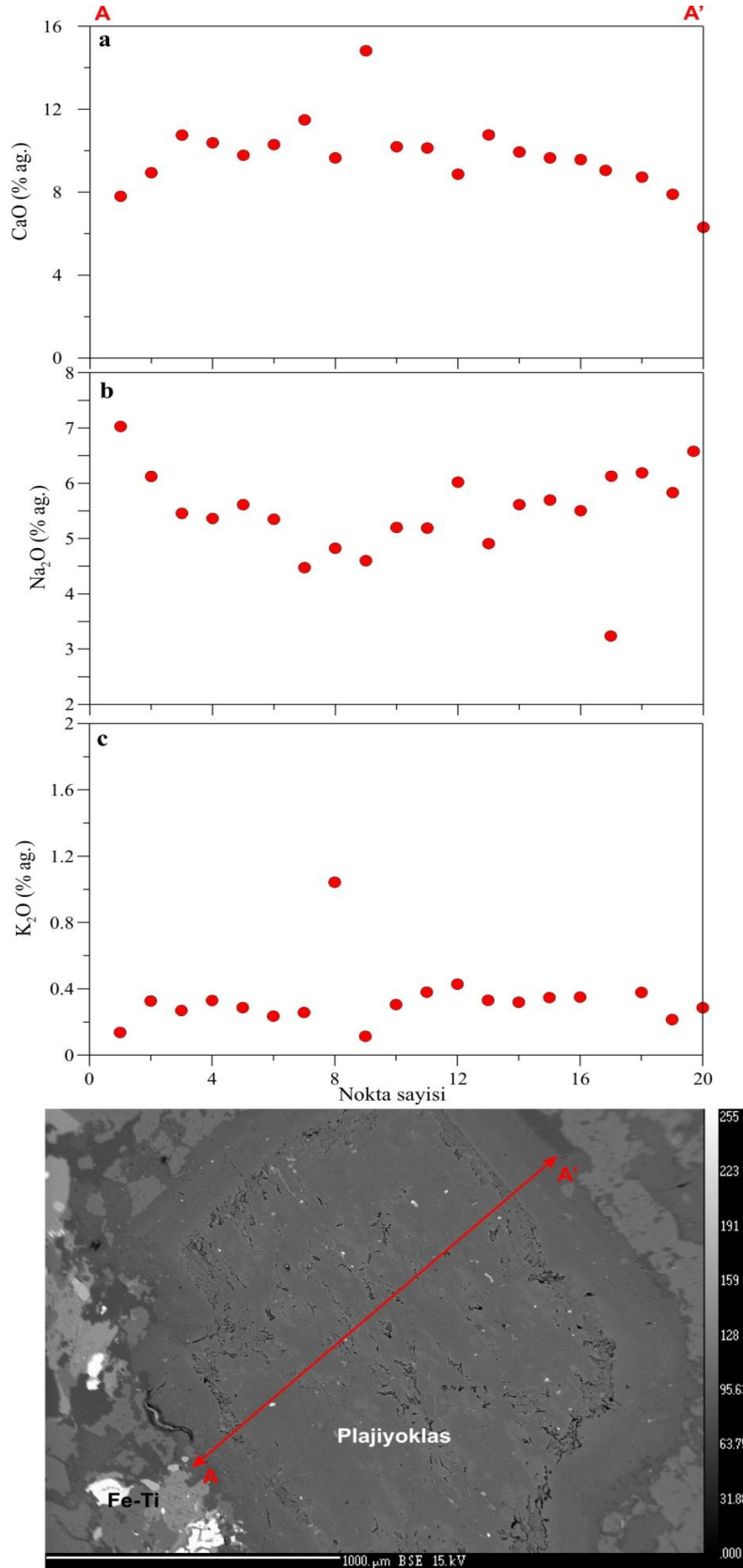
### 3.3.1.2 Plajiyoklas

Plajiyoklas, Doğu Pontidlerde bir kuşak şeklinde gözlenen A-tipi granitoid plütonlarının önemli felsik minerallerinden biridir. Genellikle fenokristal halde gözlenir kristal boyu; maksimum 5 mm civarındadır. Dokusal ve kimyasal özellikleri göz önüne alındığında normal zonlu özellik göstermekle birlikte, salımlı (oscillatory) zonlanma sunmazlar (Şekiller 3.12. ve 3.13.) ve çoklukla lata biçimlidirler. Ancak, analiz edilen örneklerin her ikisinde de  $K_2O$  içerikleri salımlı zonlanma göstermektedir. Bunlara ilaveten lata biçimli plajiyoklas genellikle fenokristaller halinde gözlenirler. Kristal içinde düzensiz dağılım gösteren biyotit ve amfibol gibi mafik silikat inklüzyonları içerirler. Lata biçimli fenokristal plajiyoklasların An içerikleri genellikle,  $An_{0.5-8.8}$  aralığında değişim sunmaktadır (Şekil 3.11.). Fenokristallerin  $Fe_2O_3$  ve  $K_2O$  içerikleri sırasıyla, %0.02-%0.64 ve %0.12-%0.82 aralıklarındadır. Fuhrman ve Lindsley (1988) tarafından türetilen plajiyoklas-alkali feldispat termometresine göre, kayaçların kristallenme sıcaklıkları  $750\text{ }^{\circ}\text{C}$  ila  $900\text{ }^{\circ}\text{C}$  arasında değişmektedir (Şekil 3.11).

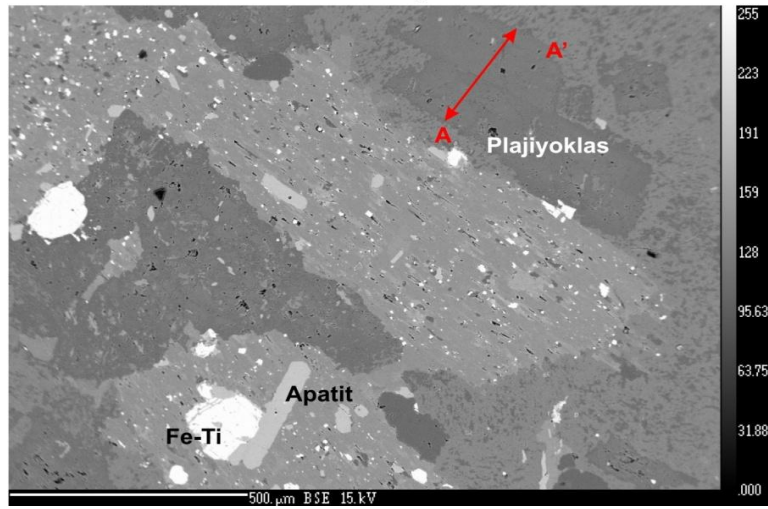
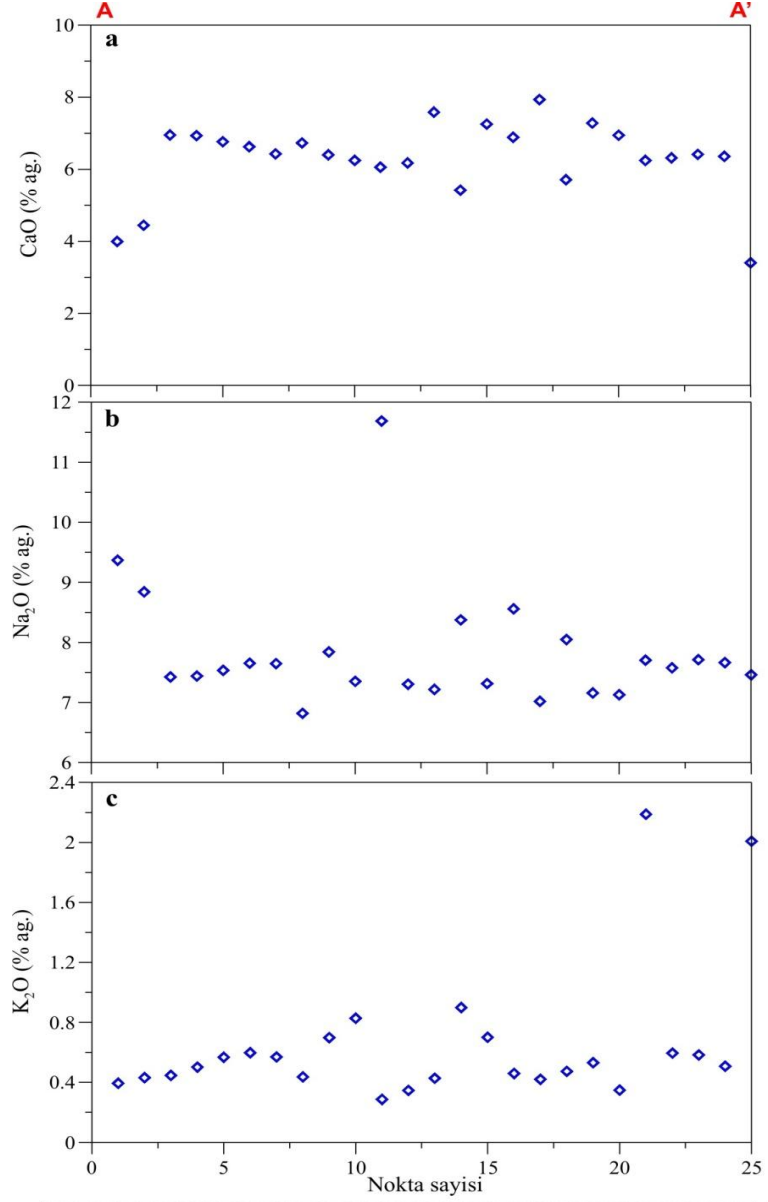


Şekil 3.11 : İncelenen Plütonlar'a ait feldispatların Or-An-Ab diyagramındaki yerleri. Sıcaklık barları Fuhrman ve Lindsley (1988) den alınmıştır.





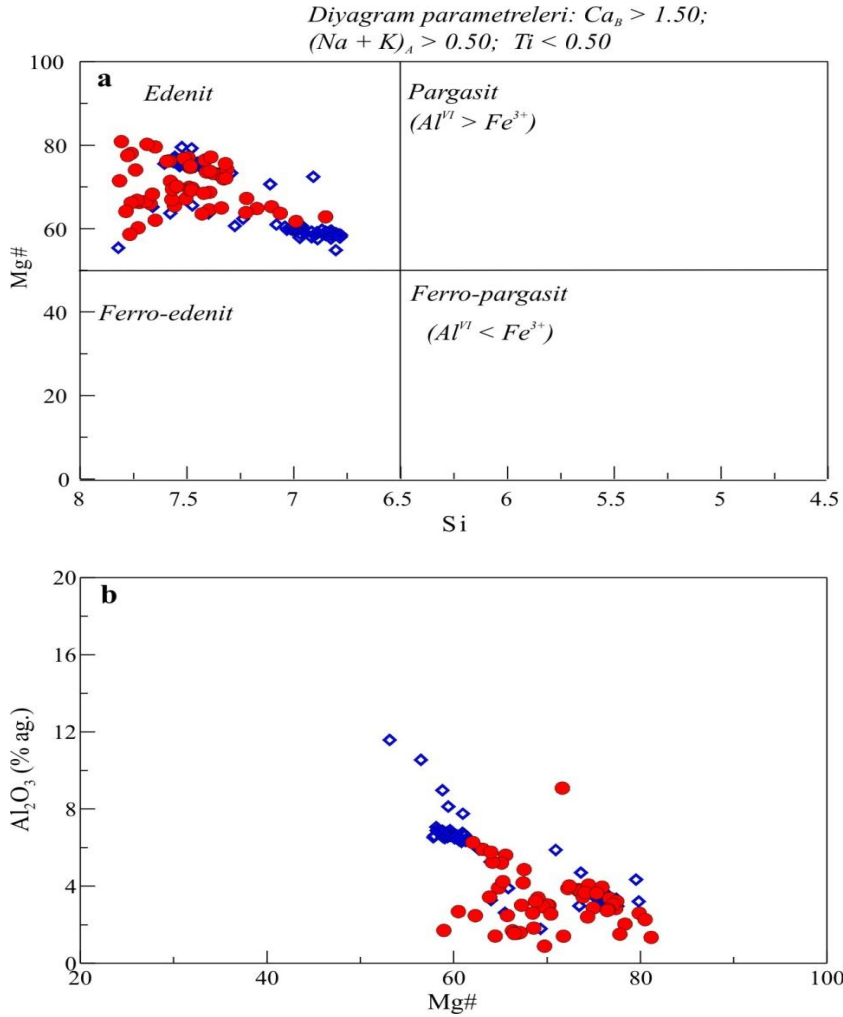
Şekil 3.12 : Çambaşı plütönünde gözlenen plajiyoklasların dokusal BSE görüntüleri ve ana oksit profilleri.



Şekil 3.13 : Topçam plütönünde gözlenen plajiyoklasların dokusal BSE görünümleri ve ana oksit profilleri.

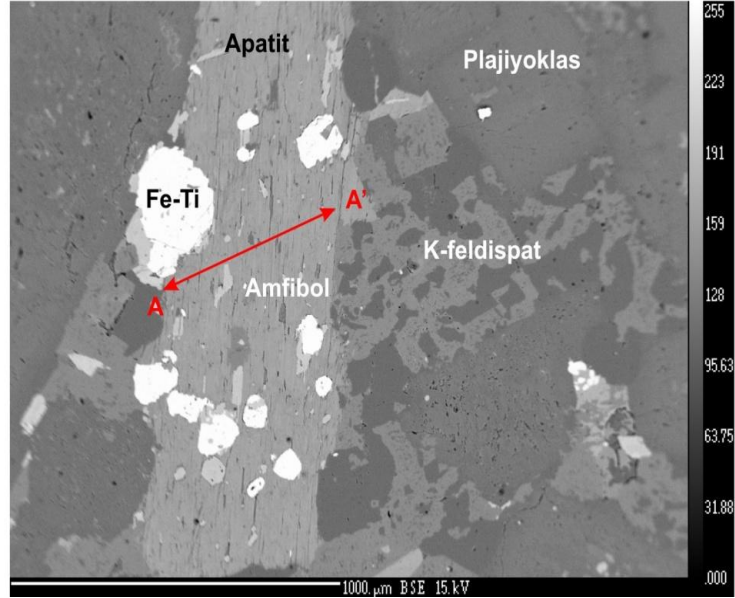
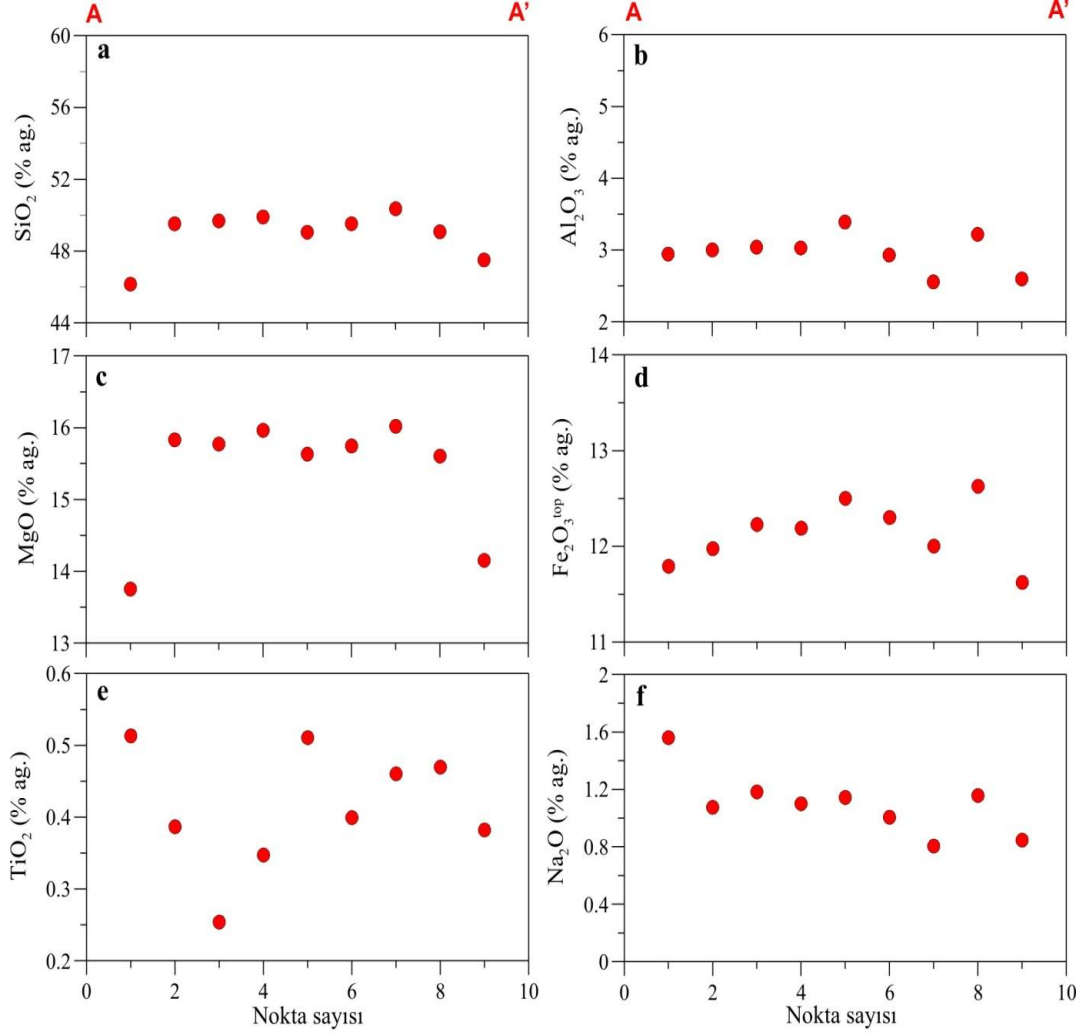
### 3.3.1.3 Amfibol

Amfibol fenokristalleri, tüm proje lokasyonlarında çalışılan plütonik kayaçların en yaygın mafik silikatlarıdır. Tüm bileşimdeki kayaçlarda çok farklı kimyasal ve mineralojik özellikler sunmaksızın gözlenir. Amfiboller fenokristalleri, çoklukla lata biçimli plajiyoklas, Fe-Ti oksit ve bol miktarda öz şekilli apatit mineral kapanımları içerirler (Şekiller 3.15. ve 3.16.). Fenokristaller, öz şekilli ve yarı öz şekilli olup, yeşilimsi kahverengi görünümlüdürler. Her iki plütone ait amfibollerde ana oksit içerikleri bakımından salınımlı (oscillatory) zonlanma çok karakteristik özelliktir (Şekiller 3.15. ve 3.16.).  $Al_2O_3$  içeriklerine karşın Mg# değeri değişim diyagramlarında düzgün negatif yöne sunarlar (Şekil 3.14.).

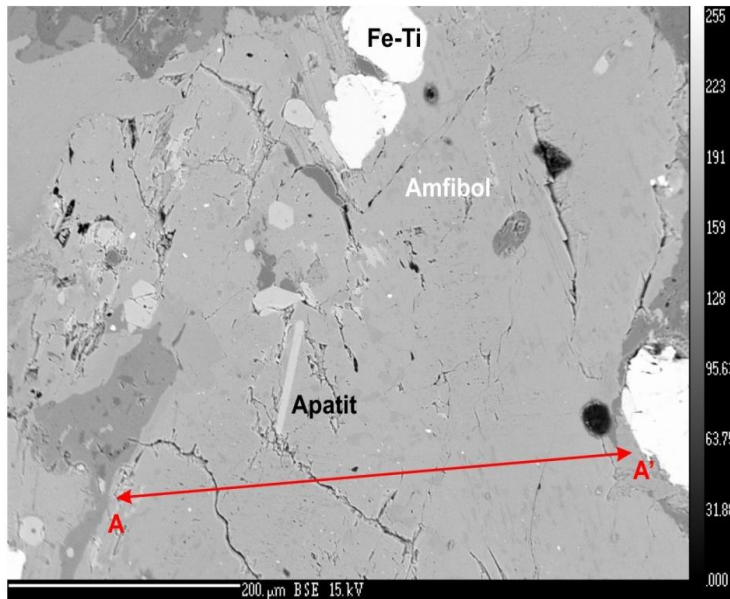
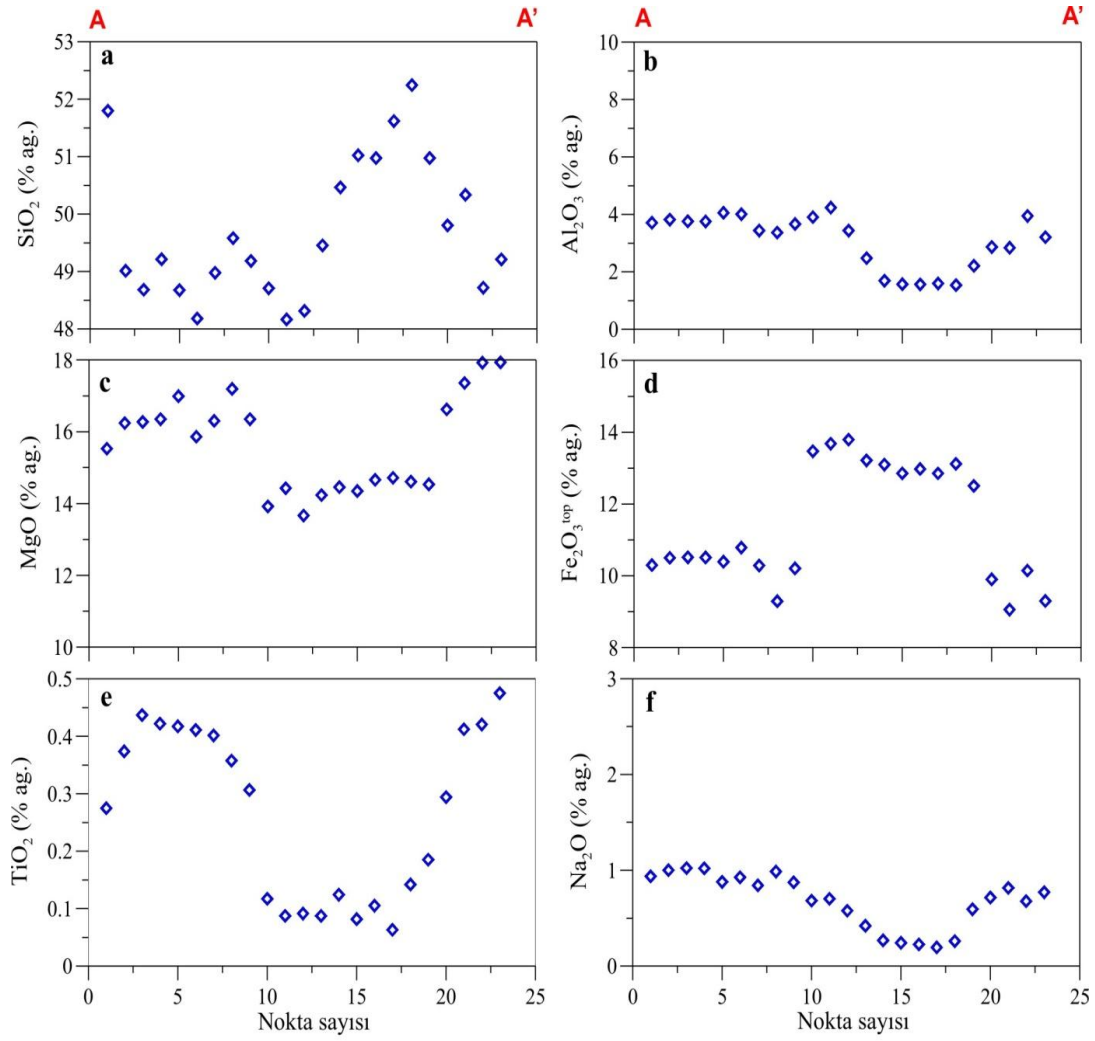


**Şekil 3.14 :** Topçam ve Çambaşı plütonlarındaki amfibollerin a: Leake ve diğ. (1997) diyagramındaki yerleri; b: Mg# okarşın  $Al_2O_3$  değişim diyagramındaki yerleri.





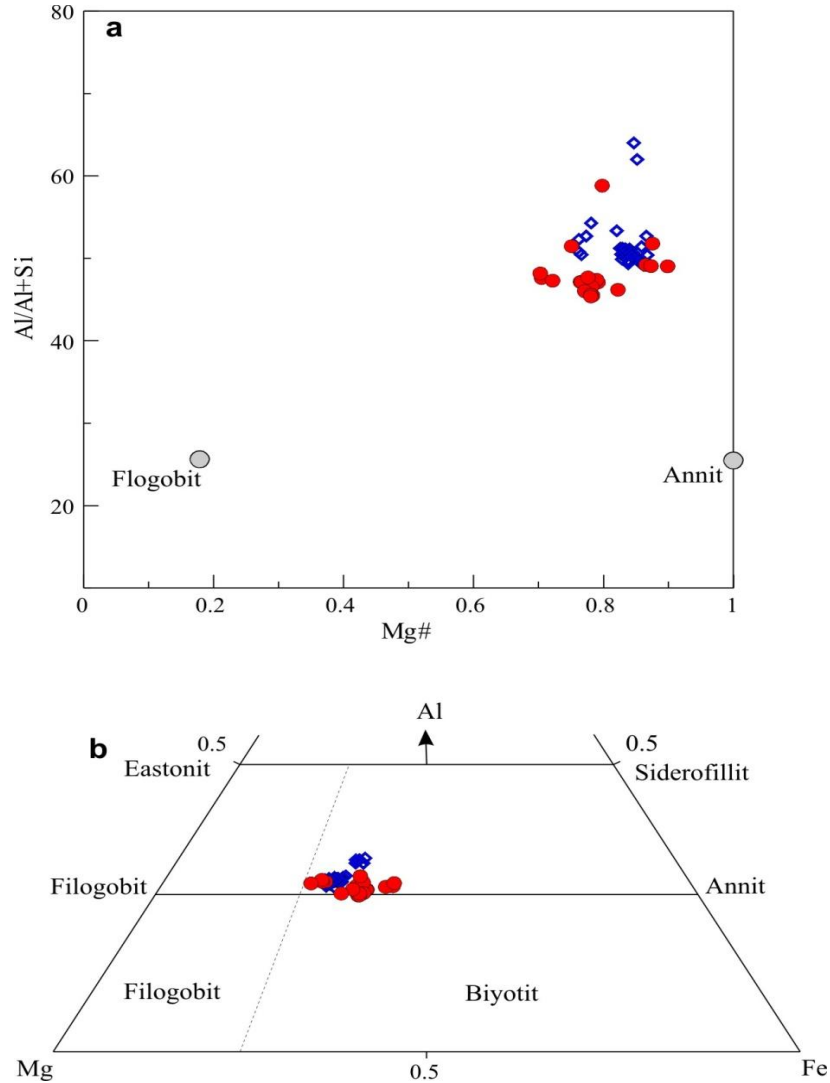
**Şekil 3.15** : Çambaşı plütönünde gözlenen amfibollerin BSE görüntüleri ve a: SiO<sub>2</sub>; b: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; c: MgO; d: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; e: TiO<sub>2</sub>; f: Na<sub>2</sub>O değişim diyagramları.



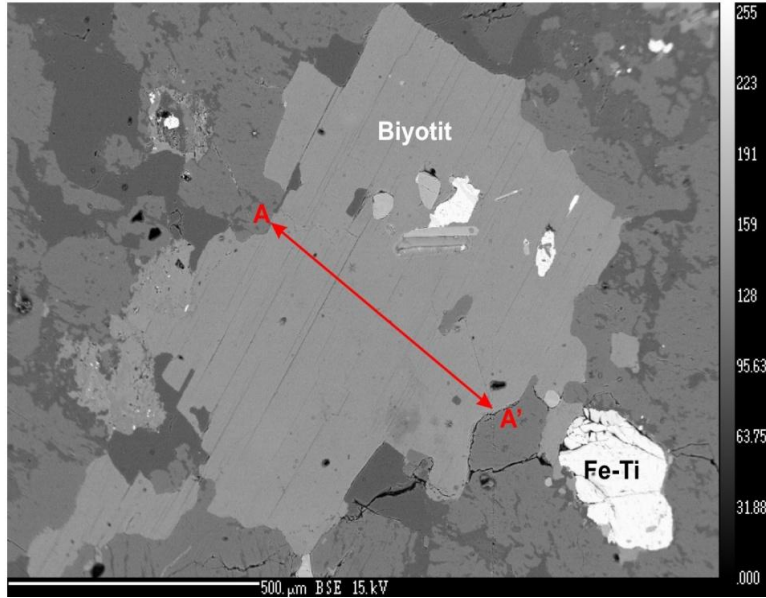
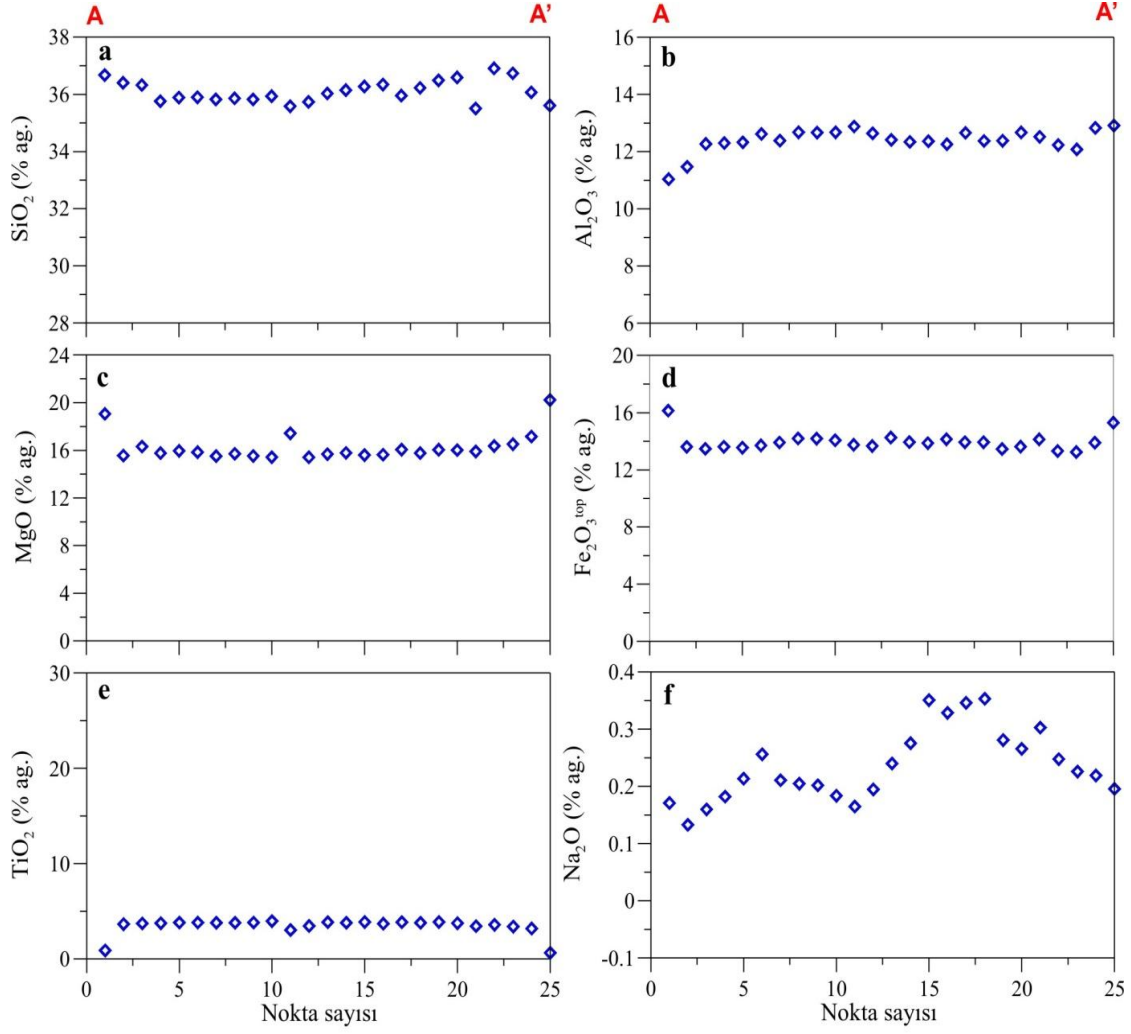
**Şekil 3.16 :** Topçam plütönünde gözlenen amfibollerin BSE görüntüleri ve a: SiO<sub>2</sub>; b: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; c: MgO; d: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>; e: TiO<sub>2</sub>; f: Na<sub>2</sub>O değişim diyagramları.

### 3.3.1.4 Biyotit

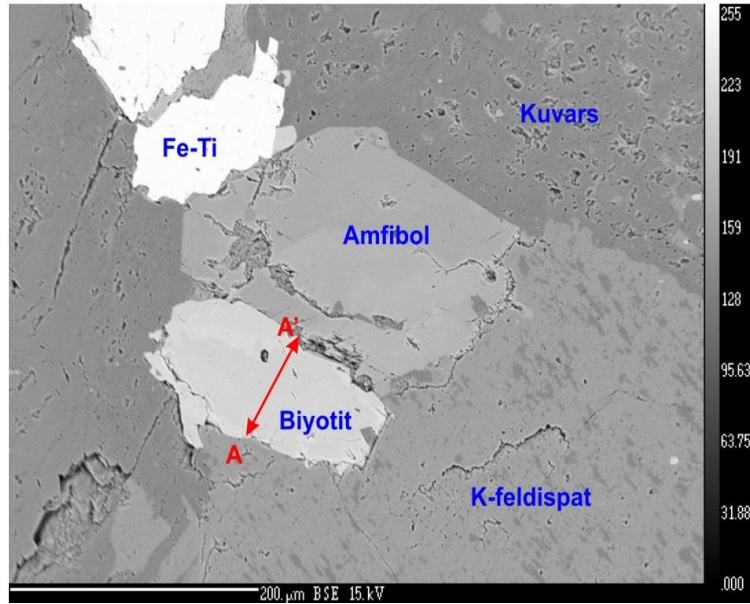
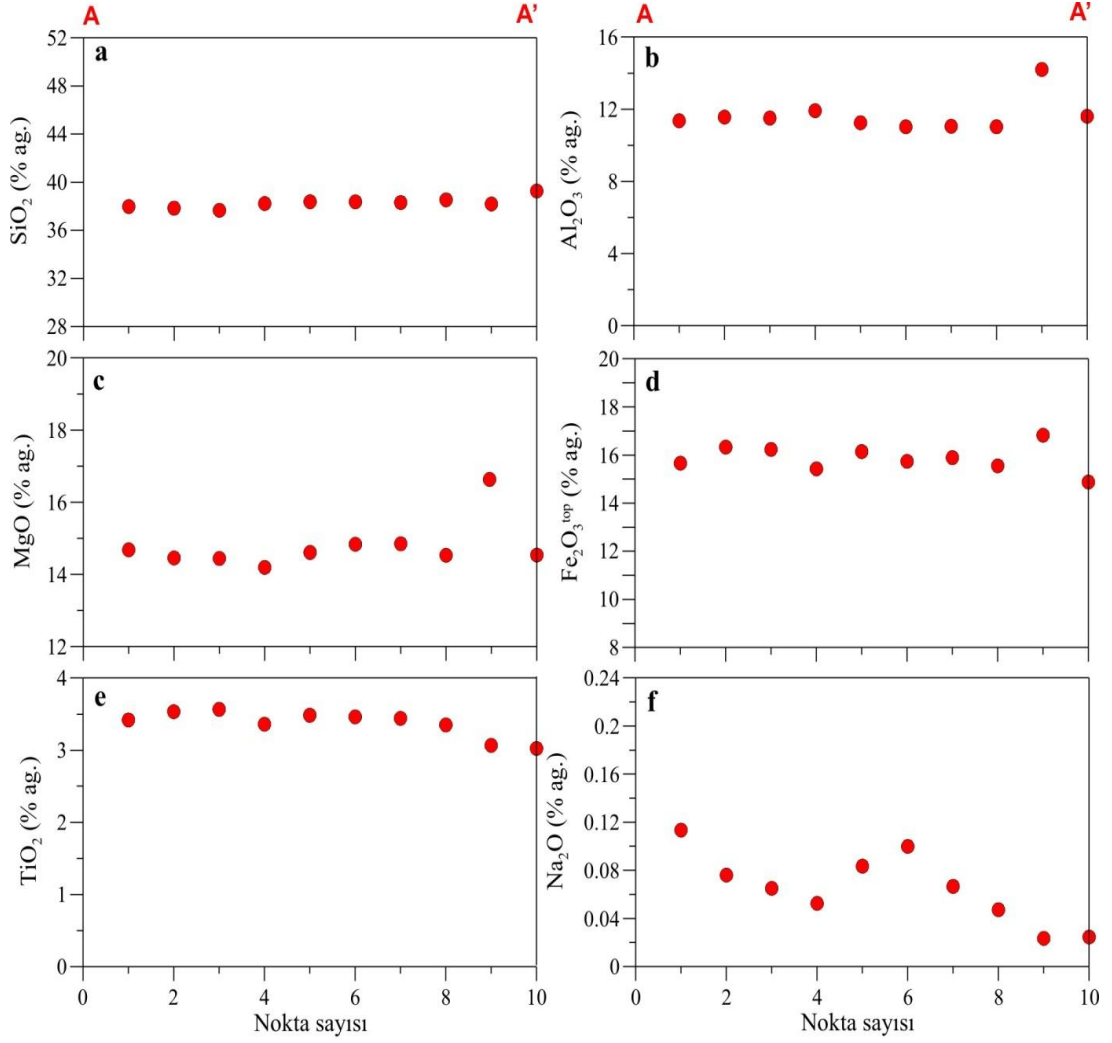
Doğu Pontid A-tipi plütonlarında gözlenen yaygın mafik silikatlardan birisidir. Öz şekilli kristaller (<800  $\mu\text{m}$ ) halinde oluşmuştur (Şekiller 3.18. ve 3.19). Birincil öz şekilli apatit ve Fe-Ti oksit kristal kapanımları içerirler. Mg# değerleri 0.55 ila 0.90 arasında değişir.  $\text{TiO}_2$  içerikleri %0.58 ila %4.50 aralığındadır. Sınıflama diyagramlarında Mg'ca zengin annit bileşimi gösterirler (Şekil 3.17). Tüm mikalar, filigobit ve annit katı-ergiyiği arasında değişim sunarlar (Şekil 3.17.a,b). Topçam ve Çambaşı plütonlarında ana oksitleri bakımından profil edilen biyotitler genel itibarla normal zonlanmayı andırmakla birlikte,  $\text{Na}_2\text{O}$  içerikleri bakımından salınımlı zonlanma sunarlar (Şekiller 3.18. ve 3.19.).



Şekil 3.17 : Topçam ve Çambaşı A-tipi Plütonlarına ait biyotitlerin mika sınıflama diyagramlarındaki yerleri.



Şekil 3.18 : Topçam plütönünde gözlenen biyotitlerin BSE görünümleri ve ana oksit profilleri.

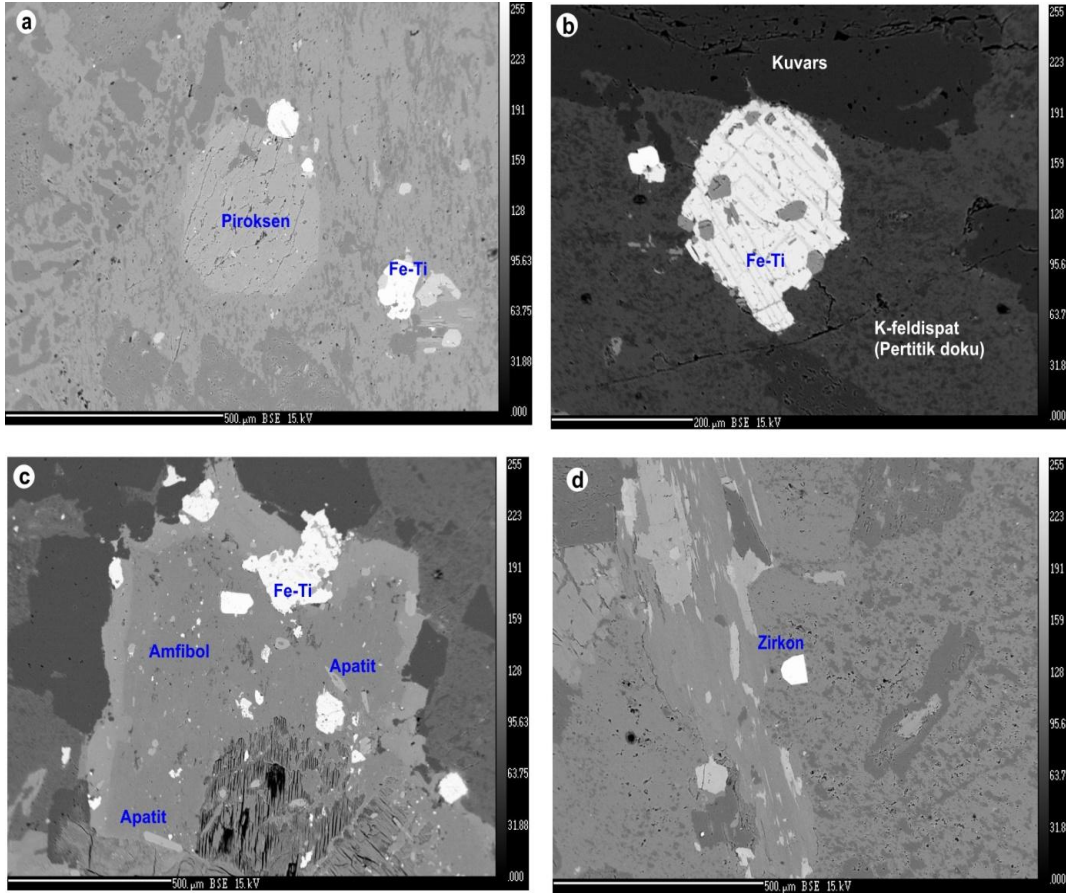


Şekil 3.19 : Çambaşı plütönünde gözlenen biyotitlerin BSE görünümleri ve ana oksit profilleri.

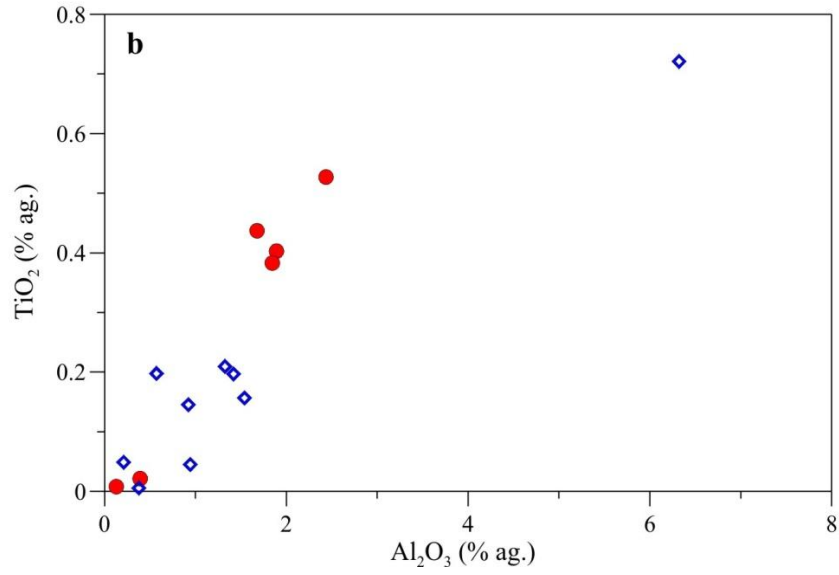
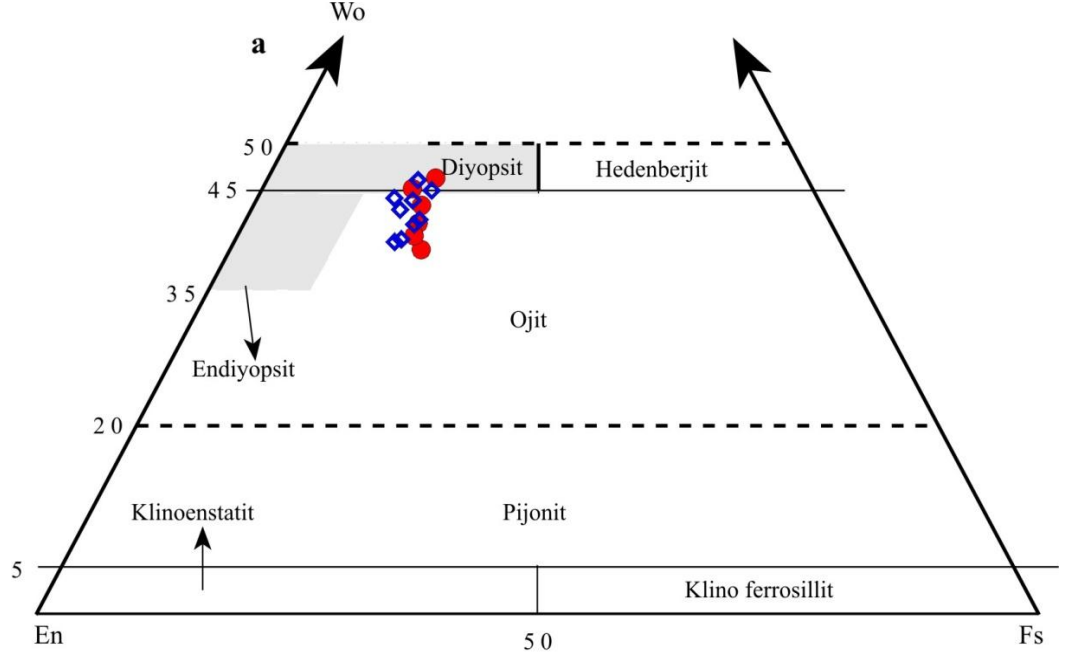


### 3.1.3.5 Piroksen

Çok yaygın rastlanmamakla birlikte genellikle öz şekilli kristaller halinde gözlenir. Özellikle Topçam ve Çambaşı plütonlarında gözlenmiştir. %2 den daha az oranda bulunur. Kristaller en faz 0.4 mm uzunluğunda olup zonlanma göstermezler (Şekil 3.20.). Fe-Ti oksit inklüzyonları içerirler. Genellikle klinopiroksen bileşimlidirler. Klinopiroksenler,  $En_{35-43}-Fs_{11-17}-Wo_{41-49}$  ojit ve endiyopsit bileşimlidirler (Şekil 3.21.a). Mg# oranları 0.70 ila 0.77 aralığında değişim göstermektedir.  $TiO_2$  içeriklerine karşın  $Al_2O_3$  içerikleri değişim diyagramında düzgün pozitif yönseme sunmaktadırlar (Şekil 3.21.b). Piroksenlerin yaygın olarak gözlendiği kayalarda, yeterli sayıda öz şekilli zirkon kristallerine rastlanmıştır (Şekil 3.20.d).



Şekil 3.20 : Topçam ve Çambaşı Plütonlarında gözlenen piroksen ve Fe-Ti oksitlerin BSE görüntüleri.

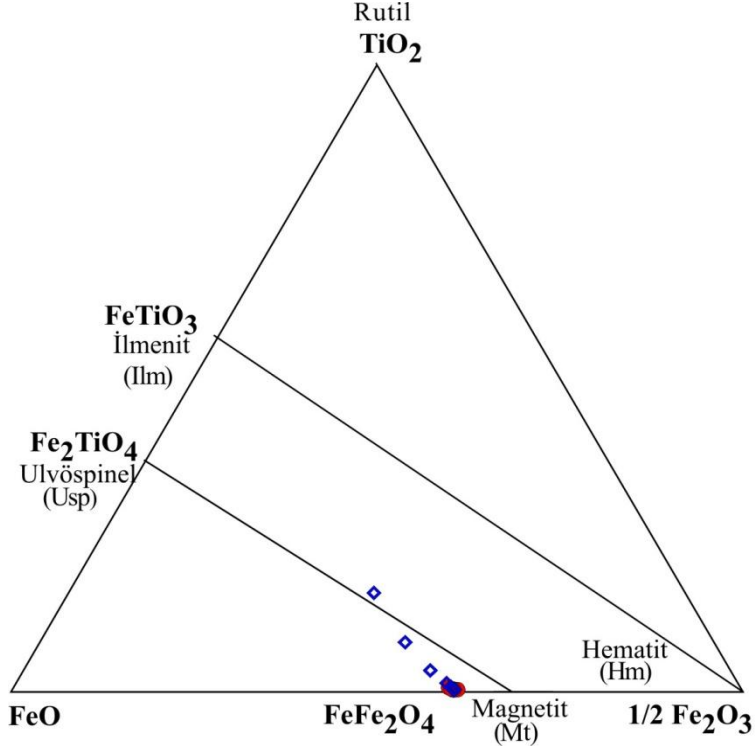


**Şekil 3.21 :** Topçam ve Çambaşı plütonlarında gözlenen piroksenlerin a: Wo-En-Fs piroksen yamuğundaki yerleri, b: TiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> değişim diyagramlarındaki yerleri.

### 3.3.1.6 Fe-Ti oksit

Genellikle titanomagnetitlerden oluşurlar. Plütonların hemen hemen tümünde mikrofeno-kristal olarak bulunurlar. Bazı örneklerde, ilmenitler, titanomagnetitlerin içerisinde eksolusyon lamelleri halinde gözlenirler (Şekil 3.20.b). Bununla birlikte, titanomagnetit içinde düzensiz parçalar halinde de bulunurlar. Amfibol, biyotit ve

piroksen gibi mafik silikatların yakınında ya da içinde kapanımlar halinde oluşmuşlardır (Şekil 3.20.a,b,c). Titanomagnetit, kimyasal açıdan homojenlik sunarlar. Kayaçların titanomagnetitleri,  $Mt_{60-99}Usp_{40-01}$  bileşimlidir (Şekil 3.22.). Titanomagnetitlerin MnO ve MgO içerikleri düşük olup, %0.04-%1.44 ve %0.01-%0.07 arasında değişmektedir.

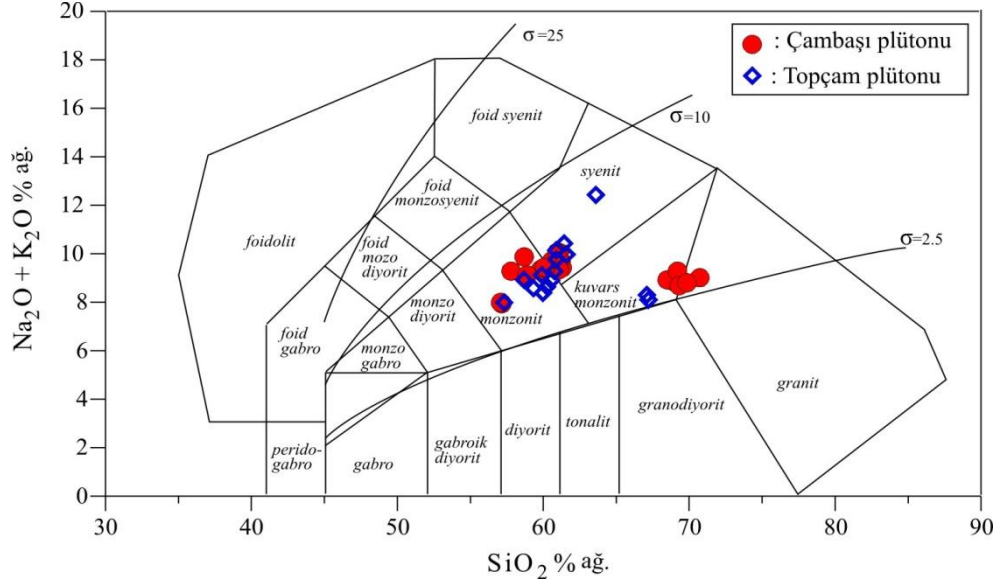


**Şekil 3.22 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi plütonlarında gözlenen Fe-Ti oksitlerin sınıflama diyagramındaki yerleri

### 3.4 Ana ve iz element jeokimyası

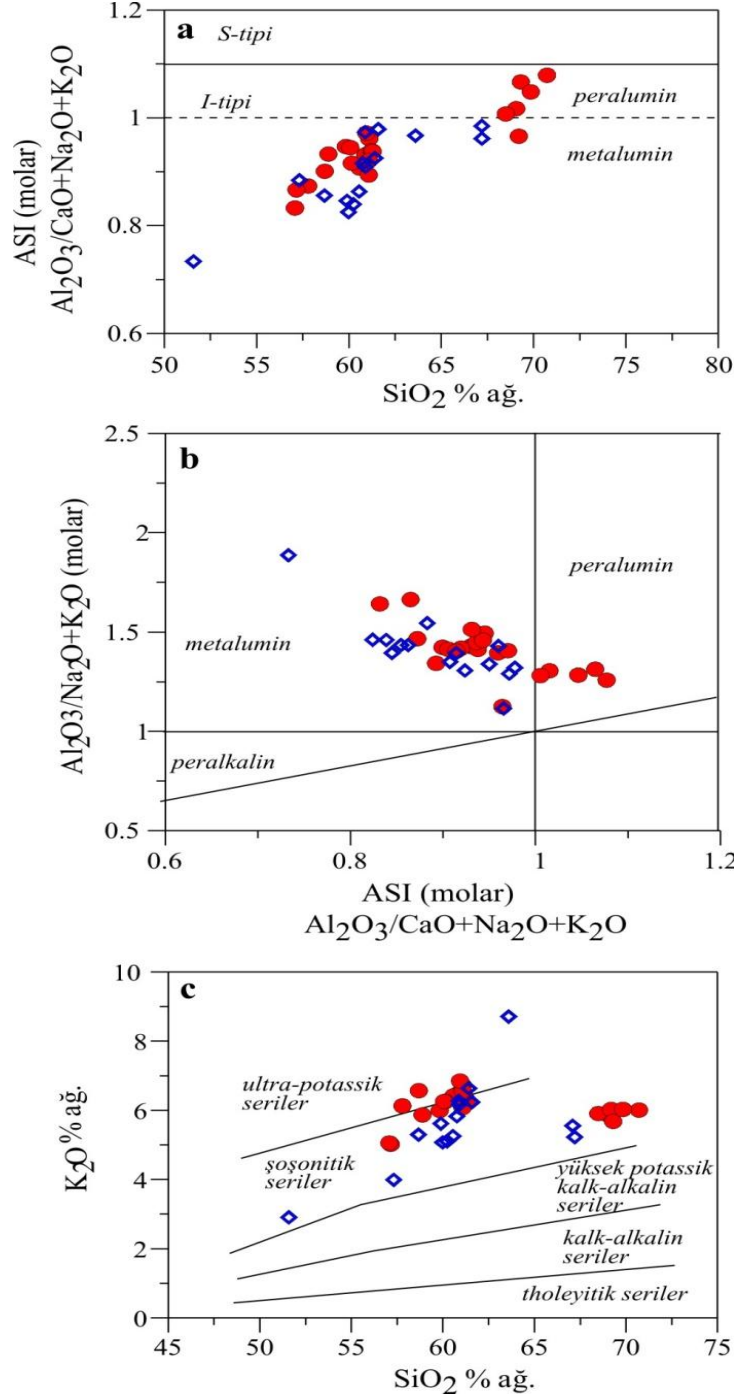
Doğu Pontidler'in doğu ve batı kesimlerinde bir hat boyunca yüzeyleyen A-tipi özellikli plütonlardan derlenen siyenit, granit, kuvarslı monzonit ve monzonit bileşimli kayaçların mineral parajenezleri, esas olarak K-feldispat, plajiyoklas, kuvars, amfibol, biyotit, ve piroksen minerallerinden, tali olarak ta manyetit, apatit ve zirkon minerallerinden oluşmaktadır. Söz konusu kayaçlar, tipik taneli dokusal özellikleri, çok iri K-feldispat mineral içerikleriyle karakteristiktir. Toplam kayaç ana oksit ve iz element analizlerinde de, elde edilen mikrokimyasal ve mineralojik bulgularda olduğu gibi; bu kayaçların bölgede gözlenen diğer plütonlardan önemli derecede farklılık sunduklarını belirlenmiştir.



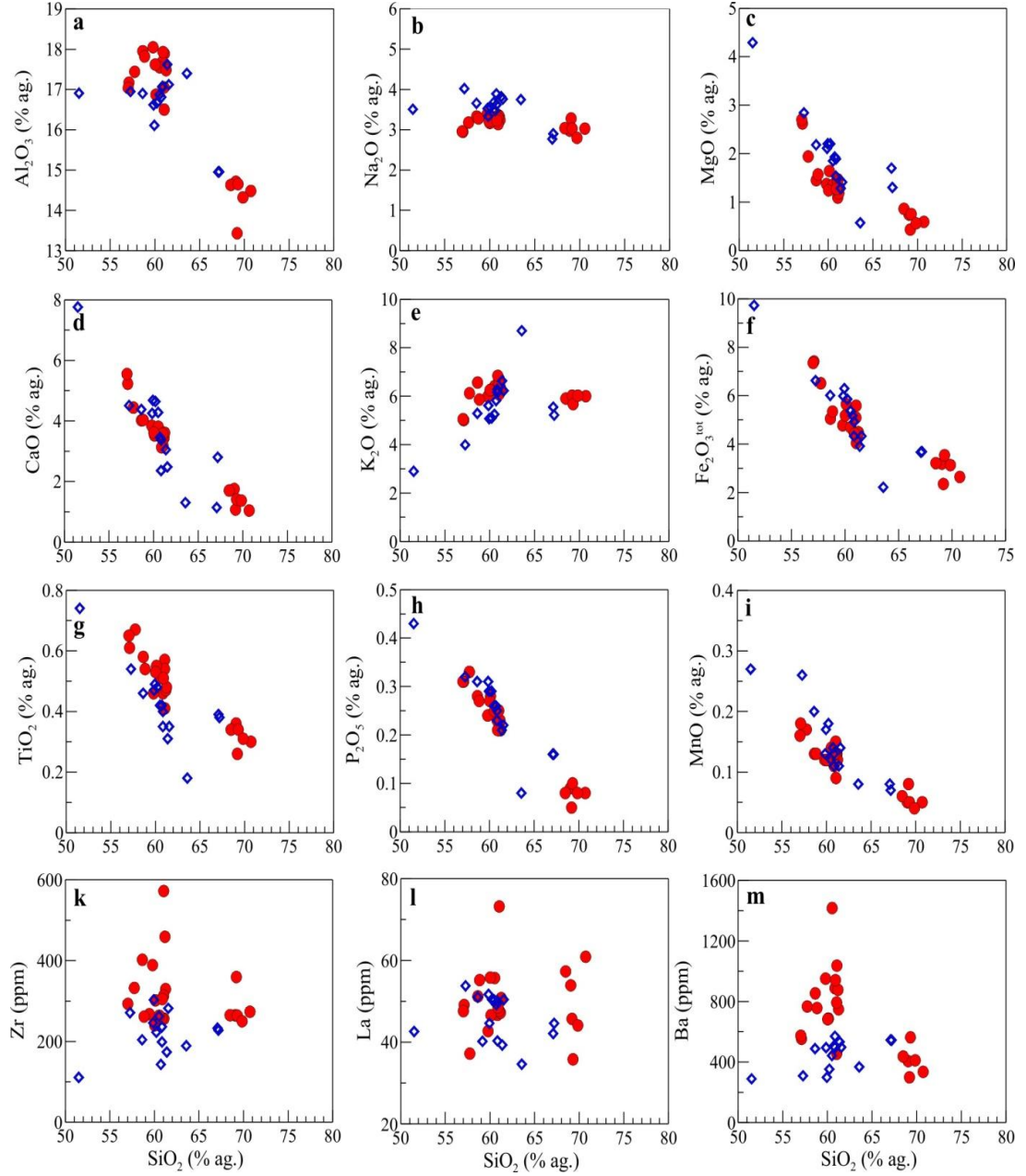


**Şekil 3.23 :** Doğu Pontid A-tipi granitoidlerinin toplam alkali içeriklerine karşın  $SiO_2$  diyagramındaki (Middlemost, 1994) sınıflandırmaları.

Doğu Pontidler'in tamamında doğu-batı bir kuşak şeklinde uzanım gösteren magmatizma içerisinde ayırtılan Çambaşı ve Topçam plütonlarında ana ve iz element analizleri gerçekleştirilmiştir. Plütonlardan analiz edilen tüm örneklerin, Middlemost (1994) diyagramında siyenit, granit, kuvars monzonit ve monzonit bileşimli kayaçlar alanına düştükleri gözlenmiştir (Şekil 3.23.). Kayaçlar çoklukla metalumin karakter sunmakla birlikte, peralümin geçişli özellikler sunmaktadırlar (Şekil 3.24.a,b). Alkali doygunluk indeksleri (ADI) [= molar  $Al_2O_3/(Ca+K_2O+Na_2O)$ ] ise, 0.73 ila 1.40 arasında değişmektedir. Örnekleri, yörede gözlenen diğer plütonlardan ayıran en önemli özelliklerden biri alkali içeriklerinin yüksek olmasıdır. Kayaçlar, şösonitik karakterden ultrapotassik karaktere doğru değişim göstermektedir (Şekil 3.24.c). Toplam alkali ve silisyum bakımından zengin olan bu kayaçların  $SiO_2$  içerikleri ağırlıklı olarak 55 ila 73 arasında değişim sunarken, düşük Mg# (27 – 45) değerine sahip oldukları anlaşılmıştır.  $Al_2O_3$  (%) içerikleri, 13.50 ila 18 aralığında olup, Ni (ppm) içerikleri 5 ila 1 arasında değişim sunmaktadır. Düzgün değişimlerin varlığı yanısıra, değişim sunmayan ilişkilerin de gözlendiği Harker diyagramlarında en belirgin husus, belirli silisyum değeri aralıklarında kimyasal boşlukların gözlenmemiş olmasıdır (Şekil 3.25.a-m).



**Şekil 3.24 :** Doğu Pontid alkalin kayaçlarının; a: Alkali doygunluk indeksine karşın SiO<sub>2</sub> diyagramındaki, b: Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/Na<sub>2</sub>O + K<sub>2</sub>O (molar) değerine karşın alkali doygunluk indeksi diyagramındaki (Maniar ve Piccoli, 1989), c: K<sub>2</sub>O içeriklerine karşın SiO<sub>2</sub> değişim diyagramlarındaki (Peccerillo ve Taylor, 1976) dağılımları.

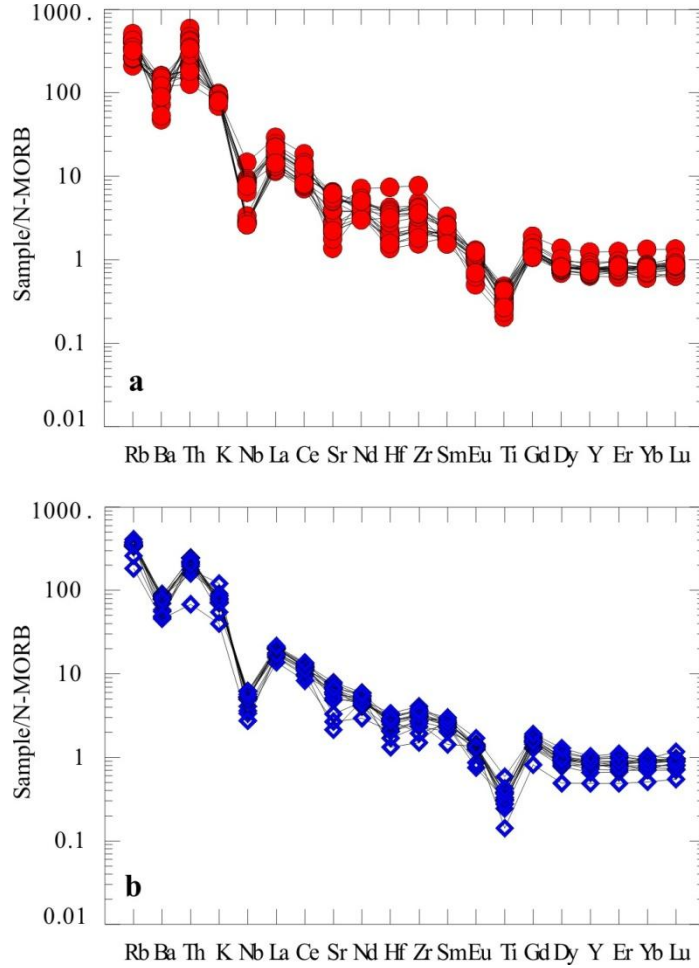


**Şekil 3.25 :** Doğu Pontid alkalen kayaçlarının; a: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> içerikleri, b: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın Na<sub>2</sub>O içerikleri, c: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın MgO içerikleri, d: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın CaO içerikleri, e: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın K<sub>2</sub>O içerikleri, f: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın toplam demir oksit içerikleri, g: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın TiO<sub>2</sub> içerikleri, h: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> içerikleri, i: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın MnO içerikleri, k: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın Zr değerleri, l: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın La değerleri, m: SiO<sub>2</sub> içeriklerine karşın Ba değerleri değişim diyagramları.

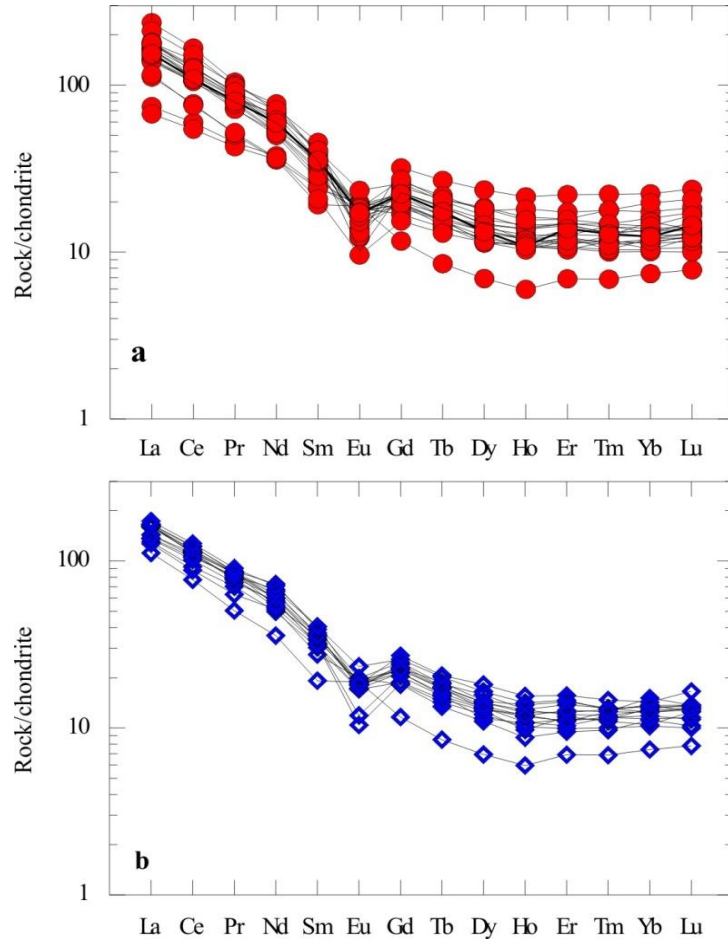
Doğu Pontidlerin tamamında alkaliniteleri bakımından farklılık sunan şösonitik ve ultrapotassik karakterli bu kayaçlar, negatif Ba, Sr, Ti ve Eu anomalileri göstermektedirler (Şekil 3.26.a-d). N-MORB normalize iz element modelleri, tüm örneklerin büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (BİYLE, Rb, Ba ve Th)

zenginleştığı ve yüksek alan enerjili elementlerce (YAEE, Nb ve Hf) tüketilmiş olduklarını göstermektedir (Şekil 3.26.a-d).

Nadir toprak element dağılımlarına bakıldığında (Şekil 3.27.a-d), hafif nadir toprak elementleri (HNTE) ağır nadir toprak elementlere (ANTE) göre zenginleşmiş oldukları gözlenmektedir. Normalize La/Yb değerleri 7.96 den 17.04'e kadar değişim sunarken La/Lu değerleri ise 7.47 den 16.12'ye kadar değişim sunmaktadır (Şekil 3.27.a-d). Eu/Eu\* oranları 0.31 ila 0.89 arasında değişmekte olup çoklukla 0.80 den küçüktür. Yüksek olasılıkla feldispat fraksiyonlaşmasının ürünü olan, belirgin bir negatif Eu anomalisi tüm örneklerde belirlenmiştir. Ağır nadir topraklarda çok zayıf konkavite gözlenmektedir (Şekil 3.27.a-d).



**Şekil 3.26 :** Doğu Pontid alkalin kayaçlarının N-MORB'a göre (Sun ve McDonough, 1989) normalize edilmiş çoklu element profilleri.



**Şekil 3.27** : Doğu Pontid alkalen kayaçlarının kondrite göre (Boynton, 1984) normalize edilmiş nadir toprak element modelleri.

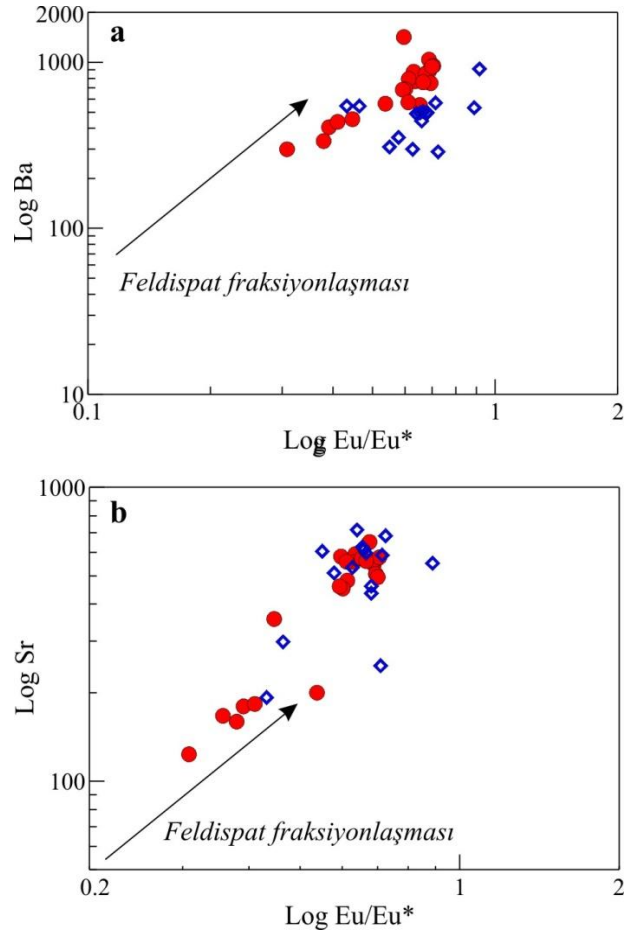
### 3.4.1 A-Tipi karakter

A-tipi granit tanımlaması, orijinal olarak çok çeşitli tektonik ortamlardaki granitoidlerden levha içi ve anorojenik granitoidleri ayırd etmek için ilk kez Losielle ve Wones (1979) tarafında petrolojide ortaya konulmuş bir tanımlamadır. Anorojenik granitoidler, daha yüksek  $Fe_2O_3^{top}$ ,  $K_2O/Na_2O$ ,  $Ga/Al$  and  $(Zr+Nb+Ce+Y)$  değerleri içerirler. Doğu Pontid alkalen plütonlarından derlenen örnekler, yüksek Zr içeriği ve  $K_2O/Na_2O$  ve  $(Zr+Nb+Ce+Y)$  değerlerine sahiptirler. Bu özellikleri ile Topçam ve Çambaşı Plütonları tipik A-tipi granitoidlere benzerler.

### 3.4.2 Zirkon doygunluk termometresi

$T_{Zr}$  doygunluk termometresi granitik ergiyikler için kullanılan ve güvenilir sonuçların elde edildiği bir petrolojik termometre çeşididir. İlk defa Watson ve Harrison (1983)

tarafından önerilmiş ve özellikle A-tipi ve I-tipi granitik ergiyiklerin birbirinden ayırtlanmasında yaygın olarak kullanılmıştır. Önerilen sıcaklık kalibrasyonuna göre, eğer bir granitik ergiyik Zr'a doymun halde ise, bu ergiyiğin sıcaklığı, oluşturduğu ürünün Zr içeriği ve ana oksit bileşimleri kullanılarak tahmin edilebilmektedir. Bu bağlamda, Doğu Pontidler'de gözlenen ve bu araştırma projesine konu seçilen A-tipi granitoyid kayaçlarda hesaplamalar gerçekleştirilmiş, hesaplanan zirkon doymunluk sıcaklıklarının ( $T_{Zr}$ ) 721 ila 850 °C arasında değiştiği anlaşılmıştır. Ancak burada unutulmaması gereken önemli durum ise, söz konusu termometrenin uygulanabilme şartlarının sağlanmasıdır. Şöyleki, kayaçların içermiş olduğu zirkon minerallerinde zirkon kalıntı çekirdeklerinin % 10 dan daha az olması, sağlıklı tahmin için gerek şart olarak kabul edilmektedir (Miller ve diğ., 2003).



**Şekil 3.28 :** Doğu Pontid A-tipi granitoyidlerinin; a:  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  vs.  $\text{Zr} + \text{Nb} + \text{Ce} + \text{Y}$ , b:  $\text{Fe}_2\text{O}_3^{\text{top}}/\text{MgO}$  vs.  $\text{Zr} + \text{Nb} + \text{Ce} + \text{Y}$ , c:  $\text{Na}_2\text{O} + \text{K}_2\text{O}$  vs.  $10000\text{Ga}/\text{Al}$  ayırtman digramlarındaki (Whalen ve diğ., 1987) dağılımları.

**Çizelge 3.1 : Çambaşı ve Topçam plütonlarındaki ana ve iz element jeokimyası.**

Örnek	OCA-3	OCA-11-3	OCA-12	OCA-14	OCA-15	OCA-18	OCA-20	OCA-21
Kayaç Türü								
SiO <sub>2</sub>	69,3	69,84	68,48	70,72	69,05	60,9	60,53	60,9
TiO <sub>2</sub>	0,34	0,31	0,34	0,3	0,36	0,51	0,51	0,51
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	14,65	14,32	14,63	14,48	14,71	17,93	17,55	17,93
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>tot</sup>	3,54	3,13	3,21	2,64	3,19	4,43	4,69	4,43
MnO	0,05	0,04	0,06	0,05	0,05	0,13	0,14	0,13
MgO	0,75	0,56	0,86	0,59	0,74	1,27	1,36	1,27
CaO	1,41	1,37	1,7	1,04	1,75	3,13	3,81	3,13
Na <sub>2</sub> O	3,07	2,84	3,08	3,07	3,02	3,27	3,35	3,27
K <sub>2</sub> O	5,67	6,02	5,9	6	5,85	6,84	6,41	6,84
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,1	0,08	0,08	0,08	0,09	0,21	0,25	0,21
LOI	1	1,4	1,5	0,9	1	1,1	1,1	1,1
Toplam	99,87	99,88	99,86	99,87	99,86	99,73	99,69	99,73
Mg#	0,3	0,26	0,35	0,31	0,32	0,36	0,37	0,36
ADI								
Rb	179,2	183,6	234,5	225,9	243,8	236,6	214,6	236,6
Sr	199,9	166,9	183,1	159,4	179,7	494,7	581,1	494,7
Ba	563	411	437	335	406	941	1417	941
Cs	2,8	3,2	4,1	4,3	6,5	7,2	6,3	7,2
Zr	263,8	249,8	264,9	273,5	264,6	304,9	263,6	304,9
Hf	6,5	6,8	7,2	7,1	6,7	7,6	6,7	7,6
Th	40,7	56	49,9	56,3	52,7	42	38,4	42
Pb	27,3	15,1	15,1	21,8	16,1	51,1	25	51,1
Zn	35	19	26	32	26	67	50	67
Ta	1,3	1,6	1,5	1,8	1,6	1,4	1,3	1,4
Nb	17,9	20,4	17,1	20,6	21,7	18,5	16,2	18,5
Y	20,6	29,8	22,9	21,8	28,3	21,6	22,6	21,6
U	12,1	7	11,2	7,8	11,3	9,9	8,3	9,9
Ni	2,6	2,3	2	2	2,6	2,5	2,1	2,5
Co	3,8	3,1	4,5	3,2	5,1	8,2	7,4	8,2
V	28	21	38	26	42	47	67	47
Ga	12,3	11	12	11,5	12,3	12	12,7	12
Sc	5	5	6	5	7	9	10	9
La	35,8	44,1	57,3	60,9	53,9	48,5	55,7	48,5
Ce	60,8	83,1	97,8	109,1	99,9	87,5	103	87,5
Pr	6,32	9,64	10,2	11,15	10,82	9,36	11,08	9,36
Nd	21,9	35,6	31,3	39,4	37,6	31	37,6	31
Sm	4,05	6,89	6,13	5,9	6,66	5,54	7,06	5,54
Eu	0,71	0,75	0,76	0,64	0,79	1,21	1,21	1,21
Gd	3,97	5,9	5,16	4,45	5,66	4,97	5,37	4,97
Tb	0,61	0,86	0,7	0,64	0,85	0,68	0,75	0,68
Dy	3,7	4,76	3,67	3,53	4,79	3,64	4,45	3,64
Ho	0,74	0,99	0,86	0,7	1,05	0,81	0,85	0,81
Er	2,46	3,11	2,66	2,2	3,17	2,56	2,65	2,56
Tm	0,35	0,45	0,38	0,37	0,45	0,33	0,39	0,33
Yb	2,43	2,9	2,86	2,41	3,22	2,16	2,7	2,16
Lu	0,39	0,45	0,43	0,39	0,5	0,39	0,43	0,39
(La/Yb)	14,7325	15,206	20,0349	25,2697	16,7391	22,453	20,6296	19,7046
n	1	9	7	1	3	7	3	4
(Yb)n								
<p><b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>tot</sup></b>: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir. <b>LOI</b> (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği.  <b>Mg#</b> = 100xMgO/(MgO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). <b>ADI</b>: Alkali Doygunluk İndeksi. <b>Tnp</b>: Tonalit porfir.</p>								

**Çizelge 3.1 (devam) : Çambaşı ve Topçam plütonlarındaki ana ve iz element jeokimyası.**

Örnek	OCA-22	OCA-25	OCA-26	OCA-27	OCA-31	OCA-34	OCA-37	OCA-38
<b>Kayaç Türü</b>								
SiO <sub>2</sub>	59,79	58,64	58,84	57,74	57,02	61,04	69,19	61,18
TiO <sub>2</sub>	0,46	0,58	0,54	0,67	0,65	0,57	0,26	0,47
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	18,05	17,95	17,82	17,44	17,04	16,5	13,43	17,53
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>tot</sup>	4,77	5,05	5,34	6,51	7,35	5,58	2,35	4,3
MnO	0,12	0,13	0,13	0,17	0,16	0,13	0,08	0,13
MgO	1,37	1,45	1,57	1,94	2,7	1,47	0,43	1,18
CaO	3,84	4,02	4,03	4,44	5,55	3,39	1,07	3,44
Na <sub>2</sub> O	3,42	3,37	3,32	3,22	3	3,18	3,32	3,37
K <sub>2</sub> O	5,99	6,56	5,86	6,12	5,05	6,55	6,02	6,37
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,24	0,28	0,27	0,33	0,31	0,21	0,05	0,23
LOI	1,7	1,7	2	1,1	0,9	1,1	3,7	1,5
<b>Toplam</b>	<b>99,72</b>	<b>99,69</b>	<b>99,73</b>	<b>99,7</b>	<b>99,73</b>	<b>99,73</b>	<b>99,89</b>	<b>99,72</b>
Mg#	0,36	0,36	0,37	0,37	0,42	0,34	0,27	0,35
<b>ADI</b>								
Rb	212	252,5	195,6	239,6	191,1	285,5	254,5	283,7
Sr	577,5	651,7	561,2	591,6	558,4	356,2	123,4	556,4
Ba	951	854	757	767	574	454	299	877
Cs	6,6	6,7	6,9	7,4	10,9	11,6	8,1	9,7
Zr	389	402,1	261,5	332,5	293	572,2	359,4	459
Hf	9,2	7,9	7,1	8	7,5	15,1	7	11,6
Th	35,3	31,4	34,3	50,6	39,3	70,6	58,5	44,5
Pb	24,1	33	28	36,6	39,9	27,1	16,8	34,3
Zn	51	47	52	56	64	55	44	49
Ta	1,1	1,1	1,1	1,3	1,1	2,1	1,8	1,4
Nb	14,9	18,4	15	19,9	15,9	34,3	21,3	21,7
Y	21,8	23,9	21,9	26,5	26,3	34,6	21,7	25,9
U	6,9	7,9	6,3	9,9	11	18,2	16,3	12,1
Ni	2,7	2,1	1,4	2	5,4	2,4	1,1	1,9
Co	5,9	9,2	9,3	11,1	15,4	9,1	3,5	7,3
V	85	90	68	104	118	64	19	73
Ga	13	16,3	12	14,8	13,8	12,1	9,9	14,6
Sc	9	10	10	14	17	11	4	8
La	42,7	51,2	55,2	37,2	47,6	73,2	45,7	47,2
Ce	77,3	97,6	101,5	72,6	87,7	139,1	84,7	87,6
Pr	8,49	10,5	11,12	8,18	9,74	15,04	8,79	9,53
Nd	30,6	35,6	37	30,7	35,6	52,1	28,8	31,6
Sm	5,89	6,57	6,75	6,64	6,9	8,71	5,28	6,17
Eu	1,27	1,34	1,28	1,3	1,27	1,15	0,51	1,18
Gd	5,08	5,52	5,05	5,82	5,76	7,03	4,78	5,23
Tb	0,74	0,78	0,72	0,9	0,82	1,03	0,65	0,81
Dy	3,75	3,94	3,73	4,83	4,26	6,24	3,58	4,19
Ho	0,74	0,77	0,78	1,01	0,78	1,21	0,87	0,97
Er	2,36	2,4	2,57	2,96	2,89	3,73	2,39	2,53
Tm	0,37	0,39	0,36	0,47	0,41	0,56	0,41	0,44
Yb	2,23	2,84	2,5	2,83	2,58	4,05	2,62	3,2
Lu	0,39	0,38	0,41	0,46	0,46	0,61	0,43	0,45
(La/Yb) <sub>n</sub>	19,14798	18,02817	22,08	13,1448	18,449	18,0740	17,442	14,75
(Yb) <sub>n</sub>				8	61	7	75	
<b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>tot</sup>: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir. LOI (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği. Mg# = 100xMgO/(MgO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). ADI: Alkali Doygunluk İndeksi. Tnp: Tonalit porfir.</b>								



**Çizelge 3.1 (devam) : Çambaşı ve Topçam plütonlarındaki ana ve iz element jeokimyası.**

Örnek	OCA-39	OCA-40	OCA-41	OCA-43	OCA-48
Kayaç Türü					
SiO <sub>2</sub>	61,03	61,06	60,03	57,1	61,25
TiO <sub>2</sub>	0,54	0,41	0,53	0,61	0,48
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	17,05	17,89	17,62	17,17	17,48
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>tot</sup>	5,09	4,04	5,18	7,41	4,49
MnO	0,15	0,09	0,12	0,18	0,12
MgO	1,42	1,09	1,24	2,62	1,29
CaO	3,57	3,18	3,61	5,23	3,61
Na <sub>2</sub> O	3,33	3,4	3,25	2,99	3,28
K <sub>2</sub> O	6,07	6,71	6,25	5,01	6,2
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,25	0,22	0,27	0,31	0,21
LOI	1,2	1,6	1,7	1,1	1,3
Toplam	99,74	99,73	99,78	99,75	99,74
Mg#	0,36	0,35	0,32	0,41	0,36
ADI					
Rb	229,4	255,8	229,9	187,9	246,4
Sr	481,7	546,4	460,1	572,7	507,1
Ba	793	1037	683	553	748
Cs	9,9	8,8	6,8	8,2	9,6
Zr	313,2	256,2	239,8	134,6	329,4
Hf	8	5,7	5,7	3,2	8,7
Th	42,9	40,4	49,1	44,5	50,8
Pb	34,9	33,7	29,7	38	32,5
Zn	46	37	49	78	46
Ta	1,6	1,2	1,3	1,3	1,5
Nb	21,7	17,9	19,5	16,9	20,1
Y	26	22,8	21,6	22,1	22,8
U	12,1	10,7	7,2	9,6	14,5
Ni	1,6	1,6	3	3,9	2,2
Co	7,5	5,4	8,7	14,8	7,6
V	62	85	59	125	60
Ga	12,7	13,2	12,3	12,6	12,7
Sc	10	8	9	16	8
La	47,7	47,6	55,8	49,1	50,8
Ce	88,8	79,8	96,2	87,5	89,9
Pr	10,15	9,14	10,69	9,46	9,67
Nd	35,7	29,4	34,2	34	32,1
Sm	6,91	5,83	6,5	6,27	5,82
Eu	1,27	1,2	1,12	1,24	1,2
Gd	5,72	4,81	5,06	5,3	4,73
Tb	0,82	0,72	0,73	0,72	0,72
Dy	4,34	3,84	3,69	4,28	3,77
Ho	0,96	0,72	0,79	0,82	0,77
Er	2,84	2,39	2,26	2,43	2,22
Tm	0,4	0,37	0,33	0,39	0,39
Yb	2,67	2,32	2,51	2,45	2,56
Lu	0,48	0,36	0,39	0,38	0,43
(La/Yb) <sub>n</sub>	17,86517	20,51724	22,23108	20,04082	19,84375
(Yb) <sub>n</sub>			OCA-41	OCA-43	OCA-48

**Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>tot</sup>**: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir. **LOI** (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği.

**Mg#** = 100xMgO/(MgO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). **ADI**: Alkali Doygunluk İndeksi. Tnp: Tonalit porfir.

**Çizelge 3.1 (devam) : Çambaşı ve Topçam plütonlarındaki ana ve iz element jeokimyası.**

Örnek	TC-3	TC-4	TC-7	TC-8	TC-9	TC-10	TC-11	TC-15
Kayaç Türü								
SiO <sub>2</sub>	60,72	60,21	59,85	60,51	59,94	67,08	67,19	60,85
TiO <sub>2</sub>	0,42	0,48	0,47	0,42	0,49	0,39	0,38	0,4
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,81	16,67	16,62	16,87	16,11	14,95	14,96	17,08
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>tot</sup>	5,17	5,85	5,98	5,37	6,29	3,66	3,69	4,92
MnO	0,14	0,18	0,13	0,12	0,17	0,08	0,07	0,13
MgO	1,93	2,2	2,11	1,85	2,2	1,7	1,3	1,89
CaO	3,46	4,64	4,25	4,28	4,68	1,14	2,8	3,37
Na <sub>2</sub> O	3,52	3,6	3,57	3,71	3,38	2,81	2,94	3,66
K <sub>2</sub> O	5,82	5,1	5,61	5,25	5,07	5,55	5,22	6,16
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,26	0,29	0,31	0,26	0,29	0,16	0,16	0,25
LOI	1,5	0,6	0,9	1,1	1,1	2,3	1,1	1,1
Toplam	99,77	99,8	99,75	99,76	99,77	99,84	99,82	99,79
Mg#	0,43	0,43	0,41	0,41	0,41	0,48	0,41	0,43
ADI								
Rb	195,1	186,8	198,2	191,3	203,8	214	211,2	188,1
Sr	596,7	511,3	626,6	614,9	533,6	192,8	298,3	587,1
Ba	506	353	495	443	299	545	544	570
Cs	3	4,6	3,7	2,8	3,6	5,2	4,1	2,8
Zr	143,1	222,7	246	262,4	302,9	232,8	227,5	198,9
Hf	5,7	5,1	5,6	6,6	6,9	5,8	5,5	4,5
Th	26,3	25,6	24,8	29,6	29	29,8	29,5	23,6
Pb	17,8	17,3	13,7	10,4	11	6	4,3	14,7
Zn	33	37	25	24	34	50	31	38
Ta	0,8	1	0,9	0,9	0,8	1	1	0,6
Nb	11,6	14,3	13,2	11,6	14,6	12,4	12,2	9,5
Y	22,7	25,4	25,2	23,8	25,7	20,3	23,2	21,5
U	8,4	8,1	6,5	7,6	6,9	7,3	7,1	8,1
Ni	3,2	3,6	2,9	2,4	3,9	5,3	4,4	3,4
Co	11,2	12,3	11,9	10,3	12,2	6,9	6,5	9,8
V	77	91	95	138	159	40	43	77
Ga	13,7	13,8	13,1	16	16,2	14,1	14,3	13,5
Sc	10	12	12	10	12	8	9	9
La	49,2	50,4	51,7	50,3	44,6	42,1	44,6	40,3
Ce	91,9	90,4	99,3	89,6	86,6	81,7	89,8	74,7
Pr	10,21	10,31	10,4	9,6	9,77	9,03	9,43	8,57
Nd	35,8	37,6	39,3	31,5	36,1	34,6	33,7	29,8
Sm	6,71	7,24	6,97	6,16	7,03	6,14	6,27	5,91
Eu	1,34	1,28	1,37	1,27	1,33	0,77	0,88	1,26
Gd	5,57	6,22	5,79	5,54	5,9	4,77	5,29	4,86
Tb	0,74	0,83	0,81	0,76	0,88	0,67	0,73	0,7
Dy	3,67	4,58	4,37	4,27	4,67	3,88	4,19	4,07
Ho	0,77	0,89	0,85	0,78	0,99	0,73	0,84	0,7
Er	2,36	2,6	2,67	2,16	3,01	2,08	2,32	2,45
Tm	0,36	0,41	0,4	0,37	0,42	0,32	0,37	0,35
Yb	2,74	2,86	2,59	2,37	2,79	2,14	2,47	2,18
Lu	0,44	0,4	0,41	0,37	0,43	0,32	0,36	0,4
(La/Yb)n	17,956		19,9613	21,2236	15,9856	19,672	18,0566	18,4862
	2	17,62238	9	3	6	9	8	4
(Yb)n								
<p><b>Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>tot</sup></b>: Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> cinsinden toplam demir. <b>LOI</b> (loss on ignition=ateşte kayıp): Toplam uçucu içeriği.  <b>Mg#</b> = 100xMgO/(MgO+Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>). <b>ADI</b>: Alkali Doygunluk İndeksi. <b>Tnp</b>: Tonalit porfir.</p>								

**Çizelge 3.1 (devam) : Çambaşı ve Topçam plütonlarındaki ana iz element jeokimyası.**

Örnek	TC-16-A	TC-17	TC-18	TC-20	TC-21	TC-22
Kayaç Türü						
SiO <sub>2</sub>	57,26	61,38	58,62	63,57	61,55	60,84
TiO <sub>2</sub>	0,54	0,31	0,46	0,18	0,35	0,35
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	16,95	17,62	16,9	17,4	17,12	17,05
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> <sup>tot</sup>	6,62	3,91	6,01	2,22	4,33	4,32
MnO	0,26	0,11	0,2	0,08	0,14	0,11
MgO	2,84	1,28	2,18	0,57	1,41	1,53
CaO	4,51	3,05	4,38	1,3	2,48	2,36
Na <sub>2</sub> O	4,06	3,86	3,7	3,79	3,8	3,93
K <sub>2</sub> O	3,99	6,63	5,29	8,7	6,23	6,27
P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	0,32	0,21	0,31	0,08	0,22	0,23
LOI	2,4	1,4	1,7	2	2,1	2,8
Toplam	99,75	99,81	99,73	99,88	99,75	99,8
Mg#	0,46	0,39	0,42	0,34	0,39	0,41
ADI						
Rb	145,7	187,7	190,8	228,6	212	196,8
Sr	605,3	552,1	716,5	241,2	461,5	435,7
Ba	309	533	489	368	498	496
Cs	2,3	2,5	3,3	2,1	3	2,6
Zr	270,9	173,6	204,1	189,1	282	236,2
Hf	6	3,5	4,2	4,2	6	5,4
Th	24,8	19,2	23,3	21,2	26,8	25,8
Pb	23,3	9,9	13,6	20,2	19,8	5,6
Zn	106	27	39	40	67	36
Ta	0,9	0,5	0,7	0,6	0,8	0,8
Nb	14,4	8,4	11,5	7,8	12,5	12
Y	28,9	18,4	27,3	13,7	25,3	23,9
U	10	6,5	8,2	4,7	6,1	6,2
Ni	4	1,8	2,4	0,8	2,4	2,1
Co	16,1	7,2	11,9	2,9	7,9	7,5
V	122	50	101	<8	103	52
Ga	15	13,2	13,4	10,4	14,4	12,4
Sc	13	7	12	3	8	8
La	53,8	39,3	51	34,6	50,4	50
Ce	102,7	71,1	98,3	62,3	94,2	93,2
Pr	11,06	7,68	10,62	6,16	10,36	10,43
Nd	42,6	30,8	43,7	21,4	32,4	35,9
Sm	7,9	5,36	7,6	3,74	6,92	6,55
Eu	1,35	1,47	1,47	1,39	1,42	1,4
Gd	7,03	4,71	6,4	3,01	5,8	5,95
Tb	0,97	0,63	0,86	0,4	0,81	0,82
Dy	5,86	3,52	5,09	2,23	4,18	4,57
Ho	1,12	0,63	0,93	0,43	0,86	0,92
Er	3,28	1,99	2,89	1,45	2,29	2,53
Tm	0,47	0,31	0,42	0,22	0,4	0,38
Yb	2,98	2,32	2,59	1,55	3,16	2,66
Lu	0,53	0,33	0,42	0,25	0,44	0,42
(La/Yb) <sub>n</sub>	18,05369	16,93966	19,69112	22,32258	15,94937	18,79699
(Yb) <sub>n</sub>	TC-16-A	TC-17	TC-18	TC-20	TC-21	TC-22

### 3.5 Tartışma

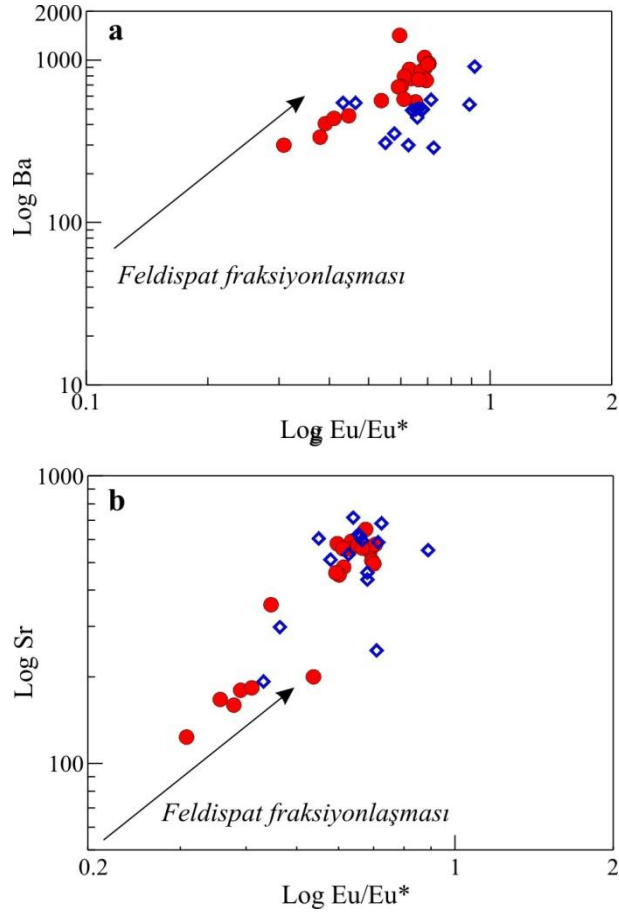
#### 3.5.1 Doğu pontid ultrapotassik ve şoşonitik A-tipi plütonların petrojenezleri

A-tipi magmaların orijinleri, oluşumları ve geliştikleri dinamik ortamlar, oldukça tartışmalı olmakla birlikte birçok çalışmaya konu olmuştur. Bununla birlikte bu magmaların oluşumları için fazlaca model önerilmiştir: 1) manto türevli alkalin bazaltik magmanın fraksiyonlaşmalarından (Turner ve diğ., 1992; Anderson ve diğ., 2003; Muskin ve diğ., 2003); 2) uyumsuz elementlerce tüketilmiş olan alt kabuğa ait granülitik kayaçların düşük dereceli kısmi ergimesinden (Collins ve diğ., 1982; Whalen ve diğ., 1987; King ve diğ., 1997); 3) kabuksal kökenli I-tipi tonalitik kayaçların kısmi ergimesi yoluyla (Anderson, 1983; Creaser ve diğ., 1991; King ve diğ., 1997); 4) susuz, alkali feldispat'ca zengin granülitik kayaçların kısmi ergimesiyle (Landenberger ve Collins, 1996; Jiang ve diğ., 2005) ve 5) manto türevli uçuculardan etkilenmiş alt kabuk kayaçlarının kısmi ergimesiyle oluşan magmalardan ve bunların bir miktar üst manto türevli magmalar ile karışımından (Harris ve diğ., 1986; Wickham ve diğ., 1996; Mingram ve diğ., 2000; Wu ve diğ., 2002; Yang ve diğ., 2006; Boztuğ ve diğ., 2007) gelişmiş olabilecekleri önerilmiştir. Bu doktora tez çalışması kapsamında elde edilen bulgular, aşağıda detaylı tartışılacaktır.

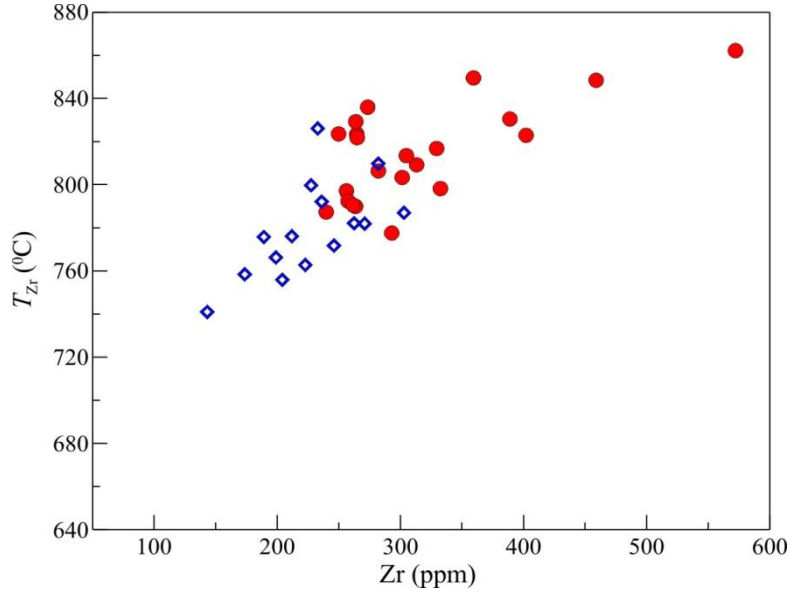
#### 3.5.2 Magma farklılaşması ve fraksiyonel kristallenme

Harker ikili değişim diyagramları gözlemlendiğinde; artan SiO<sub>2</sub> içeriğine karşın, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MgO, CaO, TiO<sub>2</sub>, MnO, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ve Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub><sup>top</sup> içeriklerinde oldukça düzgün azalma (negative yönseme) oluşmuş iken; ASI, K<sub>2</sub>O, Zr ve La değerlerin düzgün artma (pozitif yönseme) belirlenmiştir (şekil 3.24.a ve 3.25.a-1). Bu olgu, söz konusu kayaçları oluşturan magmaların amfibol, Fe-Ti oksit ve plajiyoklas fraksiyonlaşması evrimlerini yaşamış olabileceğine işaret etmektedir. Kayaçların çoklu element diyagramlarında göstermiş oldukları negative Ti modelleri (şekil 3.26.a-b), Fe-Ti oksit fraksiyonlaşmasını destekler durumdadır. Ancak bu tür anomaliler, kabuksal kirlenme sonucunda da ortaya çıkabileceği unutulmamalıdır. Hafif ve orta dereceli negative Ba (şekil 3.24.) ve Eu anomalileri, negative CaO ilişkisi ile uyumlu olmakla birlikte, plütonların oluşumunda feldispat fraksiyonlaşmasının çok önemli rol oynadığını göstermektedir. Tüm bu veriler pozitif log Ba'a karşın log Eu/Eu\* ve log Sr'a karşın log Eu/Eu\* değişim ilişkileri (şekil 3.29.a,b) ile desteklenmektedir.

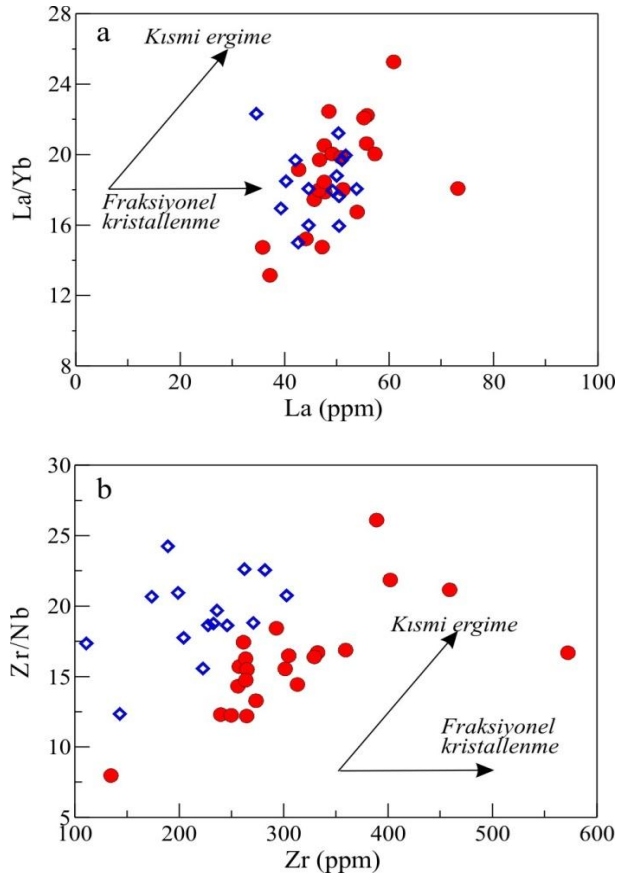
Kayaçlar, Zr (ppm) içeriklerine karşın  $T_{Zr}(^{\circ}C)$  değişim diyagramlarında pozitif hiperbolik değişim gösterirlerki (Şekil 3.32.), bu fraksiyonel kristallenmenin önemli bir delili olarak kabul edilebilir. Tüm jeokimyasal bulgular, kayaçların mineral bollukları ve parajenezleri de göz önünde bulundurulduğunda fraksiyonlaşmanın söz konusu plütonların oluşumları sırasında önemli bir petrojenik süreç olduğu anlaşılmaktadır. Bununla birlikte, kayaçların, La/Yb içeriklerine karşın La (ppm) içerikleri ve Zr/Nb oranlarına karşın Zr (ppm) değişim diyagramlarındaki dağılımları (Şekil 3.29.a,b), kayaçların oluşumları sırasında kısmi ergime sürecinin etkili olmuş olabileceğine işaret etmektedir.



**Şekil 3.29 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: log Ba değerine karşın log Eu/Eu\*; b: log Sr değerine karşın log Eu/Eu\* değerleri değişim diyagramları.



**Şekil 3.30 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin Zr (ppm) içeriğine karşın  $T_{Zr}$ ( $^{\circ}C$ ) değişim diyagramındaki dağılımları.



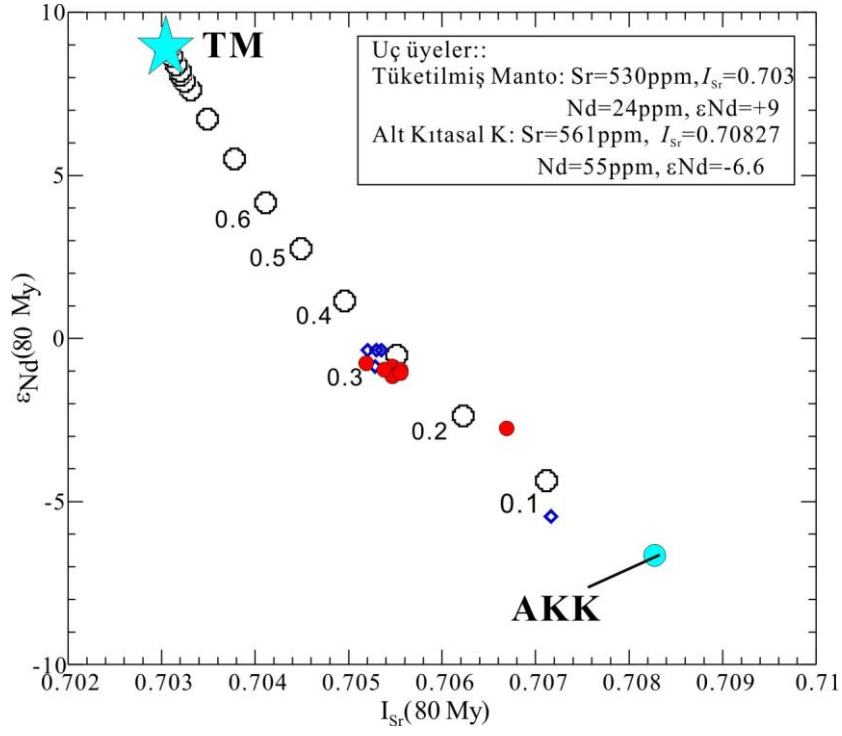
**Şekil 3.31 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: La/Yb oranına karşın La (ppm), b: Zr/Nb oranına karşın Zr (ppm) içeriği değişim diyagramlarındaki yerleri.

### 3.5.3 Magma karışımı

Çalışılan A-tipi karakterli granitoid kayaçlardaki kümülat ve restit özelliği sunmayan magmatik orijinli mafik mikrogranular anklavların varlığı, bu kayaçlar oluşurken en az iki ergiyiğin var olduğuna işaretler. Konvensiyonel izotop diyagramındaki kayaçların  $\epsilon_{Nd}(80 \text{ My})$  ve  $I_{Sr}(80 \text{ My})$  izotopik veri dağılımları göz önüne alındığında, bu ergiyiklerin kabuk ve üst manto kökenli olma ihtimalleri de oldukça yüksektir. Magma karışım sürecini destekleyen diğer bir veri ise hemen yukarıda belirtildiği üzere Chen ve diğ. (2002) ve Chen ve Arakawa (2005)'in önermiş olduğu, örneklerin  $s_r(80 \text{ My})$  değerine karşın  $1/Sr$  oranlarının pozitif yönseme sunuyor olmasıdır ve çalışılan kayaçlar kısmen bu özelliği taşımaktadırlar (Şekil 3.32).

Tüm bu bulguları test etmek ve daha iyi anlamak için bir Sr-Nd izotopik modellemesi yapılmıştır. Bu tip bir modellemenin esasında örneklerin  $\epsilon_{Nd}(80 \text{ My})$  değerlerine karşın ve  $I_{Sr}(80 \text{ My})$  izotopik oranları kullanılarak geliştirilen hiperbolik eğri boyunca yönsemiş olmaları gerekir ve bu durumda iki uç üye katkısı hesaplanır. Sözü edilen diyagramda, mafik uç üye olarak izotopik olarak tüketilmiş manto değeri kullanılırken, felsik uç üye yani kabuk bileşeni olarak da Köse plütonunda Dokuz (2011) tarafından rapor edilmiş ve yersel alt kabuk karakteri sunan 42b nolu anklav örneğinin izotopik oranları kullanılmıştır. Modelleme sırasında söz konusu örneğin bölgesel alt kabuk izotopik değerlerini olmadığından bu değerleri temsil edeceği kabul edilmiştir. Yapılan modelleme Şekil 3.32'de grafiksel olarak ifade edilmiştir. Şekilden de görüleceği üzere, tüm örnekler büyük ölçüde magma karışımına işaret eden hiperbolik eğri üzerinde yer almışlardır. İzotopik modelle sonuçları, kayaçların, %90 ila %70 arasında değişen oranlarda alt kabuk türevli ergiyik, %10 ila %30 izotopik olarak tüketilmiş ancak kimyasal olarak zenginleşmiş üst manto kaynağından türeyen mafik ergiyiğin karışmış olabileceğini önermektedir.

Elde edilen modelleme sonucu, tüm petrografik, mineralojik ve jeokimyasal veriler ile birleştirildiğinde, plütonların oluşumunda en az iki farklı türevli magmanın oluşum için katkıda bulunduğunu ve bu karışan iki magmanın hibrid bir ana magma meydana getirdiğini, bu hibrid magmanın diferansiye olarak monzonitten granite kadar değişim sunan söz konusu A-tipi granitoid kayaçları meydana getirdiği anlaşılmaktadır.



**Şekil 3.32 :** A-tipi Topçam ve Çambaşı plütonlarının basit Sr-Nd izotopik modelleme diyagramındaki konumları.



**Çizelge 3.2 :** Topçam ve Çambası plutonlarının Sr-Nd izotop jeokimyası.

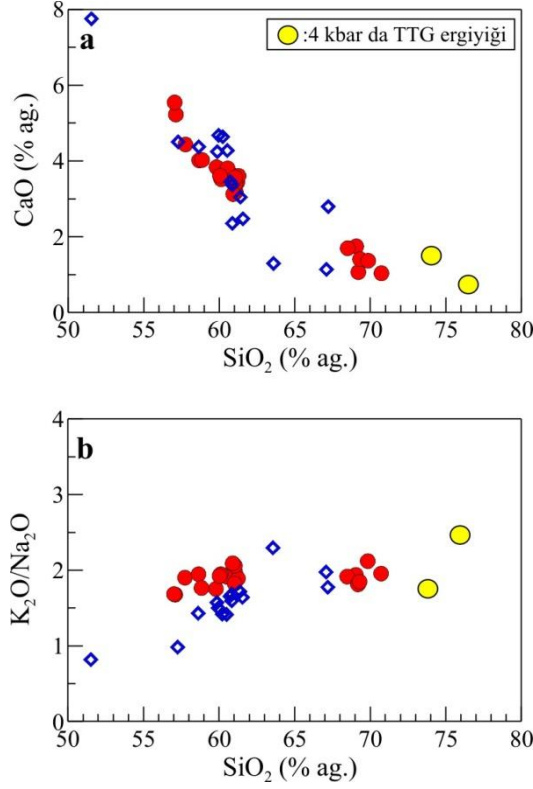
Örnek	[Rb] ppm	[Sr] ppm	<sup>87</sup> Rb/ <sup>86</sup> Sr	<sup>87</sup> Sr/ <sup>86</sup> Sr	2σ	I <sub>Sr</sub> (80My)	[Sm] ppm	[Nd] ppm	<sup>147</sup> Sm/ <sup>144</sup> Nd	<sup>143</sup> Nd/ <sup>144</sup> Nd	2σ	ε <sub>Nd</sub> (0)	ε <sub>Nd</sub> (T) (80My)	f <sub>Sm/Nd</sub>	T <sub>DM</sub> (Ga)
<i>Topçam</i>															
<i>Plütonu</i>															
TC-7	198	627	0.9158	0.706384	5	0.70534	7	39	0.1085	0.512572	4	-1.3	-0.4	-0.45	0.84
TC-8	191	615	0.9007	0.706314	5	0.70529	6.2	3.5	0.1190	0.512577	2	-1.2	-0.4	-0.40	0.92
TC-9	204	534	1.1079	0.706454	6	0.70519	7.1	36.1	0.1189	0.512576	4	-1.2	-0.4	-0.40	0.92
TC-10	214	193	3.2155	0.710816	6	0.70716	6.1	34.6	0.1066	0.512310	3	-6.4	-5.5	-0.46	1.19
TC-21	212	462	1.3307	0.706789	5	0.70528	6.9	32.4	0.1287	0.512554	4	-1.6	-0.9	-0.35	1.07
<i>Çambası</i>															
<i>Plütonu</i>															
OÇ-34	286	354	2.3429	0.708124	11	0.70546	8.7	52	0.1011	0.512544	3	-1.8	-0.9	-0.49	0.82
OÇ-15	244	180	3.9311	0.711154	5	0.70669	6.7	37.6	0.1077	0.512449	3	-3.7	-2.8	-0.45	1.01
OÇ-25	253	652	1.1253	0.706459	7	0.70518	6.6	35.6	0.1121	0.512554	3	-1.6	-0.8	-0.43	0.89
OÇ-31	191	558	0.9927	0.706589	9	0.70546	6.9	35.6	0.1172	0.512535	3	-2.0	-1.2	-0.40	0.97
OÇ-22	212	578	1.0637	0.706583	10	0.70537	5.9	30.6	0.1166	0.512546	3	-1.8	-1.0	-0.41	0.95
OÇ-42	225	452	1.4436	0.707189	6	0.70555	6.8	35.5	0.1158	0.512544	3	-1.8	-1.0	-0.41	0.94
OÇ-20	215	582	1.0713	0.706767	8	0.70555	7.1	37.6	0.1141	0.512538	2	-2.0	-1.1	-0.42	0.94

Not:  $\epsilon_{Nd} = ((^{143}Nd/^{144}Nd)_s / (^{143}Nd/^{144}Nd)_{CHUR} - 1) \times 10000$ ,  $f_{Sm/Nd} = (^{147}Sm/^{144}Sm)_s / (^{147}Sm/^{144}Sm)_{CHUR} - 1$ ,  $(^{143}Nd/^{144}Nd)_{CHUR} = 0.512638$ ,  
ve  $(^{147}Sm/^{144}Sm)_{CHUR} = 0.1967$ . Model yaşlar, izotopik oranlardan türetilmiştir.  
 $T_{DM} = 1/\lambda \times \ln(1 + ((^{143}Nd/^{144}Nd)_s - 0.51315) / ((^{147}Sm/^{144}Nd)_s - 0.2137))$ .

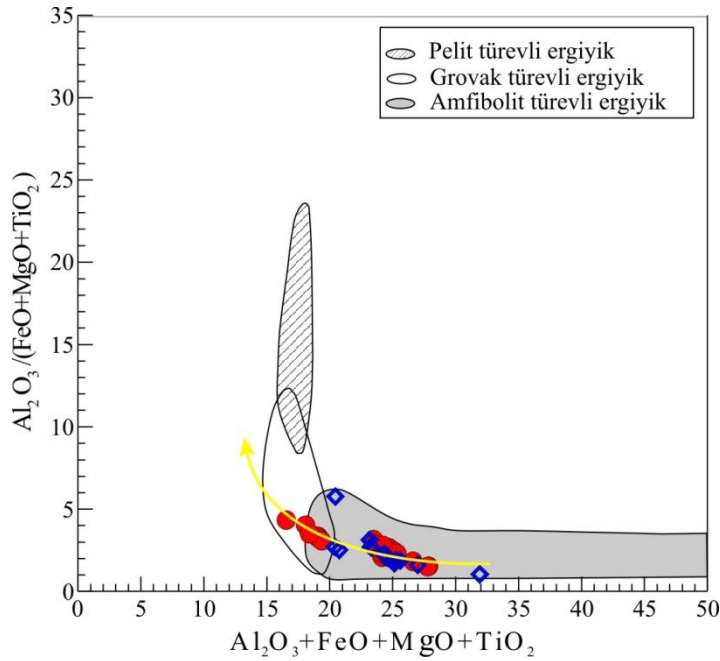
### 3.5.4 Magma kaynağı

Esas itibari ile A-tipi magmalar, kabuksal ve manto kaynaklarının kısmi ergimesi sonucu (Kemp ve Hawkesworth, 2003; Zhang ve diğ., 2007) veya bunların karışımı neticesinde magmalar (Bédard, 1990; Foland ve Allen, 1991; Kerr ve Fryer, 1993; Schmitt ve diğ., 2000; Yang ve diğ., 2006; Bonin, 2007) oluşurlar. Doğu Pontidler’de doğu-batı uzanımlı bir kuşak boyunca gözlemlenen metalumin a-tipi granitoid kayaçlar, aynı kuşakta yaygınlık sunan I-tipi geç Kretase yaşlı kayaçlardan, mineral bollukları açısından önemli derecede farklılık sunmaktadırlar. Bununla birlikte, jeokimyasal özellikleri de bölgede yaygın gözlenen I-tipi granitoidlerden farklıdır. Mg# değerlerinin çoklukla 35 den küçük olması, bunların daha çok kabuksak kaynak türevli olabileceklerine işaret etmekle birlikte, direkt mantodan türemiş olma ihtimallerini ortadan kaldırmaktadır. Y/Nb oranları, A-tipi granitoidler için manto ( $Y/Nb < 1.2$ ) ya da kabuksal ( $Y/Nb > 1.2$ ) kökenden hangisine ait olduklarını ayırt etmek için önemli bir parametre olarak kabul edilmektedir (Eby, 1992). Bu proje kapsamında çalışılan plütonlar genellikle  $Y/Nb > 1.2$  değerlerine sahip olmakla birlikte mafik kabuksal bir kökenin izlerini taşırlar. Dolayısıyla mineralojik ve jeokimyasal kayıtlar, bu plütonların, yüksek sıcaklıkta bir A-tipi magmadan kristallendiğine işaret etmektedir. Xu ve diğ. (2007), bu tür kayaçların kaynak kayası için granodiyorit, tonalit, kuvars diyorit ve bunların ayrımlaşmış ürünlerini içeren potansiyel bir kaynak önermektedir. Creaser ve diğ. (1991), oldukça refraktör sayılacağından, A-tipi magmaların kaynağı için kalıntı bir granülitik kaynağın pek mümkün olamayacağını savunmuştur. Çeşitli ergime deneyleri ise, söz konusu A-tipi magmaların, düşük basınç ( $P \leq 1.0$  Gpa) ve yüksek ( $T \leq 950$  °C) sıcaklıkta tonalit ve granodiyoritlerin dehidrasyonu ve kısmi ergimesi ile oluşabileceklerini önermiştir (Patiño Douce, 1997). Bu görüş, Creaser ve diğ. (1991) ve King ve diğ. (1997) tarafından da desteklenmiştir. King ve diğ. (1997), metalumin karakterli A-tipi magmaların genellikle, felsik alt kabuk kayaçlarının yüksek sıcaklık kısmi ergimesiyle oluştuklarına işaret etmiştir. Bütün bunlarla birlikte, metalumin A-tipi magmaların oluşabilmesi, sınırlı miktarda H<sub>2</sub>O, kısmi ergime sırasında yüksek sıcaklık, ve düşük oksijen fugasitesinin hakim olduğu şartların sağlanması gerekmektedir. Bu durumda, magmanın oluşabilmesi için yüksek sıcaklık, ancak manto yükselmesi ile gerçekleşecektir. Manto yükselmesinin neden olacağı sıcak mafik magma belli bir alanda kabuğa sokulup kısmi ergimeye neden olacaktır. Bonin

(2007), deneysel olarak türetilmiş ergiyiklerin (Patiño Douce, 1997), tipik A-tipi granitoidlerden daha yüksek CaO ve K<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub>O değerlerine sahip olduğunu vurgulamıştır. Çalışılan kayaçların jeokimyasal karakterlerine bakıldığında, hakikaten bu kayaçların söz konusu deneysel ergiyiklerden daha düşük CaO ve K<sub>2</sub>O/N<sub>2</sub>O değerleri gösterdikleri anlaşılmaktadır (Şekil 3.33.a,b). Bölgesel jeolojik gözlemler, yörede, A- ve I-tipi kayaçların birlikte bulduklarını, bu birlikteliğinde söz konusu A-tipi kayaçların, alt kabuk kökenli kayaçların kısmi ergimesinden oluşabilecekleri düşünülmektedir. Deneysel olarak türetilmiş ergiyiklerle ergiyiklerin (Patiño Douce, 1999), söz konusu A-tipi granitoid örnekleri karşılaştırıldığında, örnekler düşük Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>/(FeO+MgO+TiO<sub>2</sub>) oranı ve yüksek Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>+FeO+MgO+TiO<sub>2</sub> değerlerine sahiptirler. Bu yönleriyle, amfibolit türevli ergiyikler ile benzeşmektedirler (Şekil 3.34.). Bu bulgular ışığı altında kayaçların oluşumu için amfibol ve plajiyoklas içeren mafik bir alt kabuğun kısmi ergimeye uğramış olduğu yüksek olasılıktır. Jiang ve diğ. (2009), A-tipi plütonların magma kaynağı ile I-tipi plütonların magma kaynaklarının birbirine çok benzer olduğunu, ancak kısmi ergime derecelerinin farklı olduğunu, bununla birlikte bazaltik magmanın, kabuksal kaynaktan F ve Cl gibi halojenler bakımından zenginleşmeye sebebiyet verebileceğini ortaya koymuştur. Bu bakımdan kuvvetli zenginleşmenin ancak düşük dereceli kısmi ergime şartlarından oluşabileceği anlaşılmaktadır crust (Harris ve diğ., 1983; Smith ve diğ., 1988). Böylece, anlaşılmaktadır ki, Doğu Pontidler'in altındaki alt kabuki kayaçları, kısmi ergimeden önce sözü edilen türde bir alkali metazomatizmaya uğradıktan sonra, düşük dereceli kısmi ergimeye maruz kalmıştır. Ancak tüm mineralojik, petrografik bulgular değerlendirildiğinde, kayaçları tamamıyla kıtasal bir kaynaktan türemedikleri az da olsa manto türevli ergiyiklerin oluşuma katkıda buldukları anlaşılmaktadır. Kayaçlar içerisinde gözlenen rapakivi dokuları ve mafik mikrogranular anklavlar bu olgunun en önemli kanıtıdır.



**Şekil 3.33 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: CaO (% ag.) içeriğine karşın SiO<sub>2</sub> (% ag.); b: K<sub>2</sub>O/Na<sub>2</sub>O oranına karşın SiO<sub>2</sub> (% ag.) içeriği diyagramlarındaki yerleri. 4 kbar'daki deneysel TTG ergiyikleri, (Patiño Douce, 1997)' dan alınmıştır.



**Şekil 3.34 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin deneysel üretilmiş metapelitik, metagrovak ve amfibolit ergiyik alanları ile karşılaştırılması. Deneysel veriler (Patiño Douce, 1999)' dan alınmıştır.

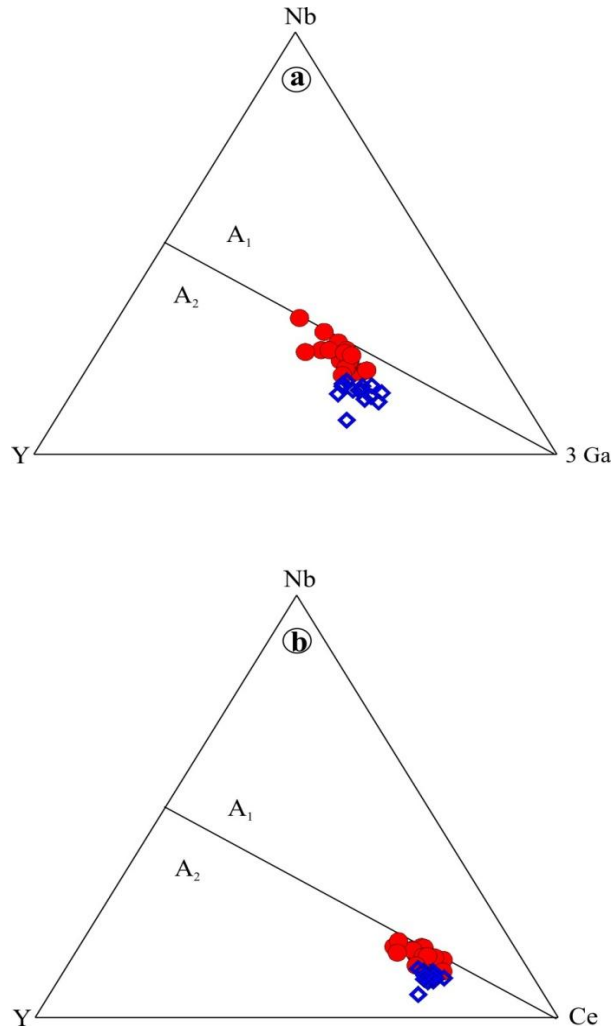
Bu araştırma projesi kapsamında incelenen örnekler, BİYLE'ce (Rb, Ba, Sr, Th ve

K) ve HNTE'lerce (La, Ce) zenginleşmiş ve YAEE'lerce (Nb, Ti) fakirleşmişlerdir. Kayaçların Ni içerikleri (<6 ppm), fraksiyonlaşmamış magmalar (N=200-450 ppm) ile karşılaştırıldığında oldukça düşüktür. Kayaçların Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub> (>16 % ağı.) içerikleri, manto türevli bazik magmalar ile uyumlu değildir. Tüm bulgular, kaynağın büyük oranda metazomatize olmuş alt kabuktan oluşan ergiyik ve litosferik manto kaynaklı az miktarda bazik magmanın karışımı ile oluşmuş hibrit bir ergiyikten oluşmuş olabilirler.

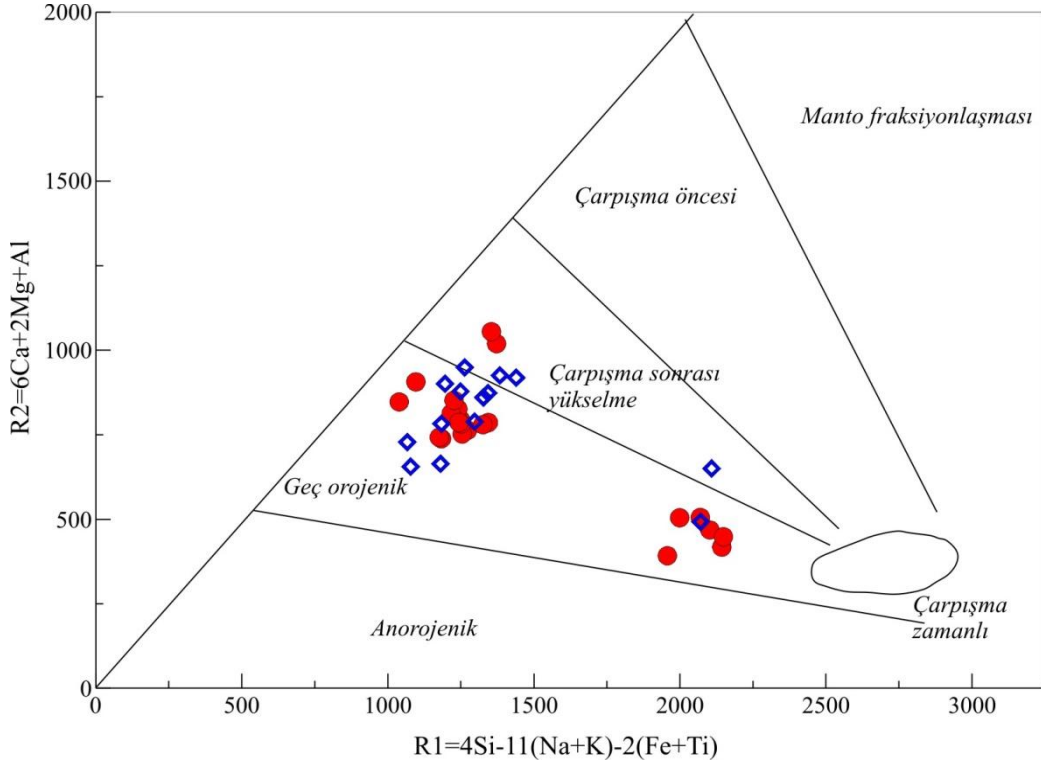
### 3.5.5 Jeodinamik evrim

Doğu Pontidler'de, Geç Mesozoyik ve Erken Senozoyik tektonotermal olaylar için son zamanlarda oldukça fazla birbiri ile çelişen araştırma yapılmış olması konunun halen tartışılmaya değer olduğunu göstermektedir. A-tipi granitoidlerin oluşumlarının yüksek sıcaklık gerektirdiği bilinmektedir (Clemens ve diğ., 1986; Wu ve diğ., 2002). Yüksek sıcaklık ancak, ancak manto türevli mafik magmaların kabuğun derin kısımlarına yerleşimi veya astenosferik yükselme neticesinde sağlanmaktadır (Jiang ve diğ., 2005; Zhao ve diğ., 2008). Bu her iki durum, ya çarpışma sonrası kıtasal incelmeye oluştuğu ya day yay gerisi ortamlarda gerçekleşebilmektedir. Aslında, bu tarz bir yay gerisi ortamı Doğu Pontidler için geç Kretase ve Erken Paleosen zaman dilimleri arasında tanımlanmıştır (Şengör and Yılmaz, 1981; Okay et al., 1994; Robinson et al., 1995; Yılmaz et al., 1997; Altherr et al., 2008; Meijers et al., 2010; Karslı et al., 2010a, 2012; Rolland ve diğ., 2012). Bu araştırma projesi kapsamında, bilinen en önemli yaş bulgusu, bu kayaçların Turoniyen-Santoniyen yaşlı yitim ilişkili volkanik kayaçları kesmiş olmalarıdır. Bununla birlikte, Boztuğ ve diğ. (2013) tarafından Topçam ve Çambaşı plütonlarında gerçekleştirilen U-Pb zirkon yaşlandırma çalışmaları ile bu kayaçların yaklaşık 75-76 milyon yıllarında (Kampaniyen) sokulum yaptıkları ortaya konulmuştur. Doğu Pontidlerde yaygın bulunmayan ancak Artvin yöresinde sokulum yapmış olan A-tipi Pırnallı plütonu ise Karslı ve diğ. (2012) tarafından U-Pb zirkon yaşlandırma yöntemi ile 81 my yaşlı olduğu tesbit edilmiştir. Ayrıca, diğer önemli bir bulgu ise, bu kayaçların bölgedeki Orta Kampaniyen yaşlı I-tipi granitoid kayaçlar ile birliktelik sunmuş olmalarıdır. Bütün bu bulgular, söz konusu plütonların Geç Kretase (Kampaniyen) döneminde sokulum yapmış olduklarını önermektedir. Tüm bunlarla birlikte, Geç Kretase döneminde Doğu Pontidler'de, kuzey yönlü bir yitimin varlığı hakkında önemli bir görüş birliği oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981;

Robinson ve diğ., 1995; Okay ve Şahintürk, 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Boztuğ ve diğ., 2004; Boztuğ ve diğ., 2006; Rice ve diğ., 2006; Yılmaz ve Boztuğ, 1996; Altherr ve diğ., 2008; Rice ve diğ., 2009; Çinku ve diğ., 2010; Karşlı ve diğ., 2010a, 2012a; Meijers et al., 2010; Ustaömer and Robertson, 2010; Rolland ve diğ., 2012). Bununla birlikte, bölgede çarpışma döneminin Erken Paleosen ve Erken Eosen aralığında (Okay ve Şahintürk, 1997; Okay ve Tüysüz, 1999; Topuz ve diğ., 2005; Hisarlı, 2011; Karşlı ve diğ., 2010b, 2011; Topuz ve diğ., 2011; Rolland ve diğ., 2012), çarpışma sonrası dönemin ise orta Eosen'de geliştiği (Yılmaz and Boztuğ, 1996; Okay ve Şahintürk, 1997; Arslan ve Aslan, 2006; Karşlı ve diğ., 2007; Karşlı ve diğ., 2012b; Temizel ve diğ., 2012).



**Şekil 3.35 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerinin; a: Nb-Y-3Ga ve b: Nb-Y-Ce diyagramlarındaki yerleri. A-tipi granitoidler için oluşturulan A<sub>1</sub> ve A<sub>2</sub> alt ayırtma grupları Eby (1992)'den alınmıştır.

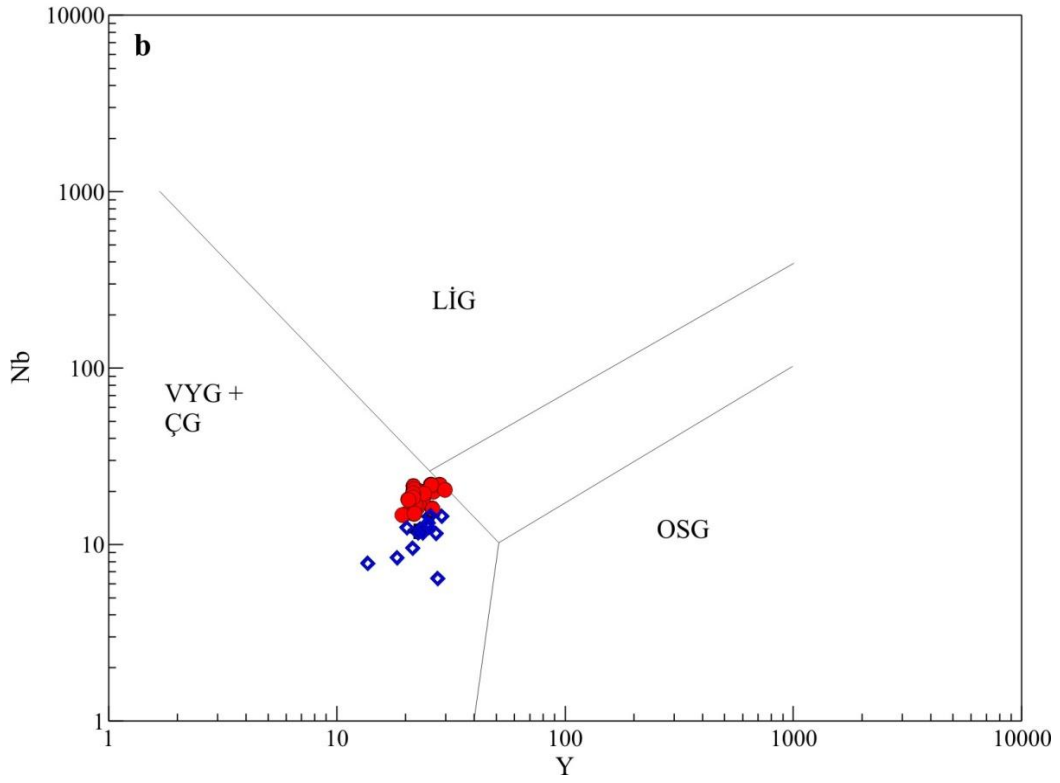
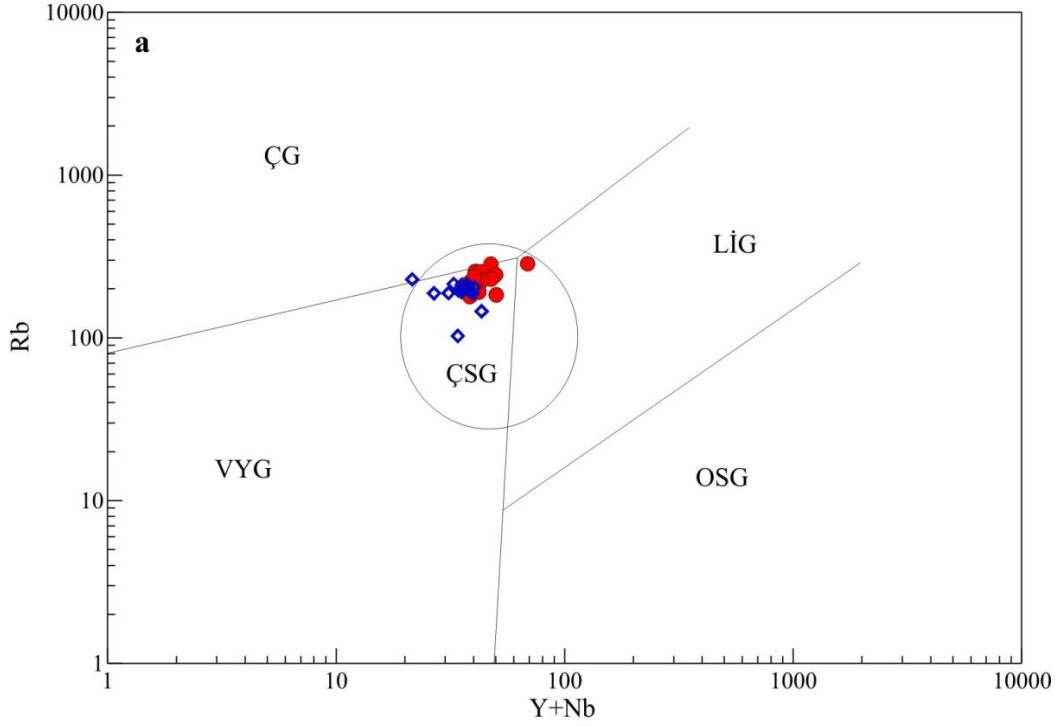


**Şekil 3.36 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerin R1– R2 diyagramındaki (Batchelor ve Bowden, 1985) yerleri.  $R1 = 4Si - 11(Na + K) - 2(Fe + Ti)$ ;  $R2 = 6Ca + 2Mg + Al$ .

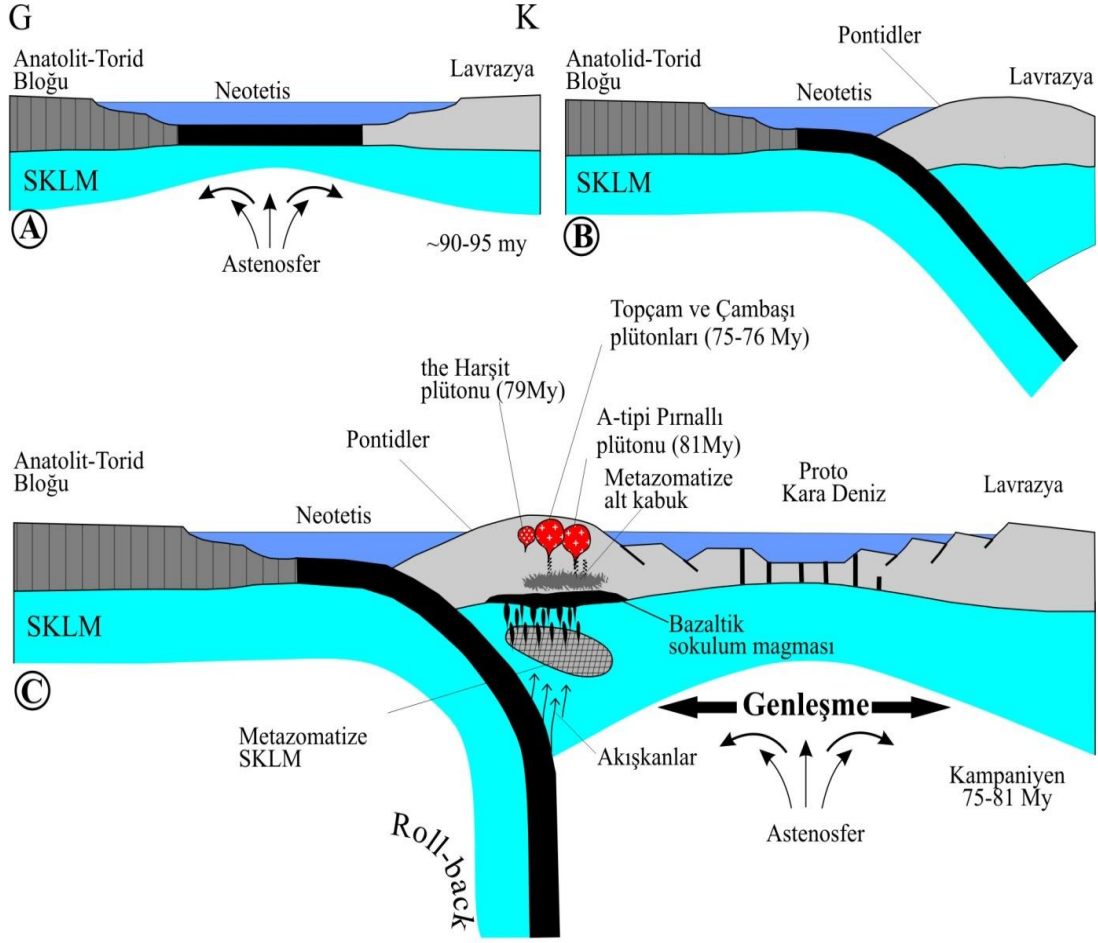
Bütün bu veriler ile birlikte, incelenen A-tipi granitoidler, Eby (1992) tarafından türetilmiş Y-Nb-3Ga ve Nb-Y-Ce üçgensel ayırtman diyagramında A<sub>2</sub> tip granitoid alanında sınıflanmışlardır (Şekil 3.35.a,b). Kayaçların A<sub>2</sub> tip alanda sınıflanmış olmaları geç yada post orojenik ortamla ilişkili olacaklarına işaret etmektedir. Bununla birlikte, A<sub>1</sub> tipi kayaçlar, kıtasal rift veya levha içi ortamlarda gelişirken, A<sub>2</sub> tipi granitik kayaçlar, jeokimyasal karakterleri bakımından daha çok kıtasal kabuki kayaçlarına veya ada yayı kayaçlarına benzerler ve yay veya çarpışma ortamlarında gelişirler (Eby, 1990, 1992; Bonin, 2007). Bu bulgu, kayaçların, (Batchelor ve Bowden (1985)'in üretmiş olduğu, R1-R2 tektonik ayırtman diyagramındaki konumları ile uyumlu oldukları gözlenmektedir. Söz konusu diyagramda kayaçlar, geç orojenik alanı temsil eder durumdadırlar (Şekil 3.36.). Tüm bu bulgular ışığı altında kayaçların yitimin çok geç saflarında, artık yay gerisi ektansiyonel hareketlerin oluşumuna zemin hazırlayan dilimin geriye doğru hareketi (slab roll-back) sırasında gelişmiş olabilecekleri ihtimali ağırlık kazanmaktadır. Söz konusu bu bulguları, kayaçların, Pearce (1996) ve Pearce ve diğ. (1984) tarafından türetilen tektonik ayırtman diyagramlarındaki konumları da desteklemektedir (Şekil 3.37.a,b). Özetle, Kampaniyende, yiten okyanus kabuğunun dönmesi (slab roll-back)

hareketine bağlı olarak kıtasal yay gerisi ekstansiyonu gelişir. Söz konusu ekstansiyonel hareketler, astenosferik mantonun yükselimine ve ısı kaynağının kısmen dengeli olmayan litosferik mantoyu etkilemesine neden olur. Yükselen astenosfer ile sağlanan ısı litosferik manto kaynaklı bazik magmayı oluşturur. Oluşan bazik magma daha sonra yükselerek alt kabuğun altına sokularak alt kabuğu hem ertir hemde metazomatize eder. Buna bağlı olarak, bölgede yaygın gözlenen I-tipi magmaların aksine yüksek ertime sıcaklığına bağlı olarak A-tipi Topçam ve Çambaşı plütonları gelişmiştir (Şekil 3.38.).





**Şekil 3.37 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerin; a: Rb'a karşın Y+Nb, b: Y'a karşın Nb diyagramlarındaki (Pearce, 1996; Pearce ve diğ., 1984) yerleri. VYG: Volkanik yay granitoidleri, LiG: Levha içi granitoidleri, ÇG: Çarpışma granitoidleri, OSG: Okyanus sırtı granitoidleri, ÇSG: Çarpışma sonrası granitoidleri.



**Şekil 3.38 :** Topçam ve Çambaşı A-tipi granitoidlerin oluşumu ve evrimi süresince; Doğu Pontidlerin jeodinamik evrimi için şematik bir gösterim [Karlı ve diğ. (2012)'den değiştirilerek], (a-b) ~ 90-85 My and (c) at ~ 75-81 My. Kampaniyende, slab rollback hareketine bağlı olarak kıtasal yay gerisi ekstansiyonu gelişirki bud a astenosferik manto yükselimine neden olur. Bu yükselimle sağlanan ısı litosferik manto kaynaklı bazik magmayı oluşturur. Bazik magma daha sonra alt kabuki altına sokularak alt kabuğu hem ergitir hemde metazomatize eder. Buna bağlı olarak, bölgede yaygın gözlenen I-tipi magmaların aksine yüksek ergime sıcaklığına bağlı olarak A-tipi Topçam ve Çambaşı plütonları gelişmiştir.

#### 4. SONUÇLAR VE ÖNERİLER

Doğu Pontidlerin kuzey kesimlerinde yaygın olarak gözlenmeyen, ancak mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri bakımından diğer I-tipi kayalardan kolaylıkla ayırt edilen A-tipi Topçam ve Çambaşı granitoidlerinin genel karakterleri aşağıdaki gibi özetlenebilir.

1. Her iki Plüton sahada stratigrafik ilişkileri bakımından Turoniyen-Santoniyen yaşlı yitim ilişkili volkanik kayalar kesmişlerdir. Elde edilen bulgular kayaların, Kampaniyen yaşlı olduklarını ortaya koymaktadır.
2. Bölgede yaygın yüzeyleme veren I-tipi kayalarla karşılaştırıldıklarında, özellikle iri alkali feldispatların hakim olup, daha az kayaç kapanımı içerirler. Kayaların genel bileşimleri, monzonit, siyenit, kuvars monzonit ve granitlerden oluşur ve çoklukla pembemsi görümlüdürler.
3. Mineral parajenezleri; ortoklas, plajiyoklas, kuvars, amfibol, biyotit ve piroksenlerden oluşur. Tali mineral olarak da Fe-Ti oksit, sfen, apatit, monazit ve zirkonlardan oluşmaktadır.
4. Her iki Plüton da A-tipi granitoid özelliği sunmakla birlikte, ağırlıklı olarak metalumin karakterli olup, peralumin karaktere doğru değişim sunmaktadır. Kayalar genellikle şošonitik yönseme sunmakla birlikte ultra potassik karaktere doğru yönseme sunmaktadırlar.
5. Bu kayalar, negatif Ba, Sr, Ti ve Eu anomalileri göstermekle birlikte, N-MORB normalize iz element modelleri, tüm örneklerin büyük iyon yarıçaplı litofil elementlerce (BİYLE, Rb, Ba ve Th) zenginleşmiş ve yüksek alan enerjili elementlerce (YAEE, Nb ve Hf) tüketilmişlerdir. Hafif nadir toprak elementleri (HNTE) ağır nadir toprak elementlere (ANTE) göre zenginleşmiştir. Normalize La/Yb değerleri 7.96 den 17.04'e kadar değişim sunarken La/Lu değerleri ise 7.47 den 16.12'ye kadar değişim gösterir. Eu/Eu\* oranları 0.31 ila 0.89 arasında değişmekte olup çoklukla 0.80 den küçüktür. Yüksek olasılıkla feldispat fraksiyonlaşmasının ürünü olan, belirgin bir negatif Eu anomalisi tüm

örneklerde belirlenmiştir. Ağır nadir topraklarda çok zayıf konkavite gözlenmektedir.

6. Söz konusu kayaçlar, A-tipi özellik göstermelerine rağmen sulu silikatlardan amfibol ve biyotit içerirler. Bu özellikleri söz konusu kayaçların kabuk materyalinden kaynaklanmış olabileceğine işaret etmektedir.
7. Tüm jeokimyasal bulgular, stratigrafik ilişkiler ve bölgesel jeolojik veriler birleştirildiğinde; bu kayaçların kıta içi ektasyon ortamından ziyade, yitim ortamına bağlı ekstansiyonel ortamda gelişmiş olabileceklerini ortaya koymuştur.

Yukarıda sözü edilen bulgular ile kayaçların spesifik kimyasal karakterlerinden kaynak kayacın amfibolitik alt kabuk kayacı olduğu anlaşılmıştır. Tüm jeokronolojik çalışmalar; incelenen Plütonların genellikle 75 ve 76 milyon yıl önce Pontidlerde kıtasal kabuğun sığ derinliklerine yerleştiklerini mineral bileşimlerinden de anlaşılmaktadır. Yukarıda belirtildiği üzere jeokronolojik açıdan ayrıntılı incelenen hibrit bir magmanın ürünü olan bu kayaçların geç Kretase süresinde ancak bir yay gerisi ektansiyonu ile kabuğun sığ derinliklerine yerleşmiş olabilecekleri düşünülmektedir. Bu zamanda söz konusu yay gerisi ektansiyonun başlamış olması, yay gerisinde Karadenizin oluşmaya başlaması ile ilişkilidir. Söz konusu genişlemeli dinamik sistemin oluşabilmesi için ancak yitimin son evrelerine yaklaşmış olması ve okyanusal kabuğun dikleşmesi süreçlerinin oluşması beklenir. Bu bulgular, incelenen kayaçlardaki, mineral parajenezi, mineral kimyaları, magma karışımına işareteden spesifik dokusal özellikleri ve kayaç kimyası ile oldukça uyumludur.

## KAYNAKLAR

- Adamia, S.A., Zakariade, G.S., ve Lordkipanizde, M.b.** (1977). Evolution of the ancient active continental magrin, as illustrated by Alpine History of the Caucasus *Geotectonics*, 11,4,209-309.
- Akın, H.** (1978). Geologie, Magmatismus und Lager- Staettenbildung im ostpontischen Gebirge-Turkei aus der Sicht der Plattentektonik. *Geologische Rundschau*, 68, 253-258.
- Altherr, R., Topuz, G., Siebel, W., Şen, C., Meyer, H-P., ve Satır, M.** (2008). Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic characteristics of Paleocene plagioclitites from the Eastern Pontides (NE Turkey). *Lithos* 105, 149-161.
- Aliyazıcıoğlu, İ.** (1999). Kale (Gümüşhane) Yöresi Volkanik Kayaçlarının Petrografik, Jeokimyasal ve Petrolojik İncelemesi, (Yüksek Lisans Tezi), KTÜ, Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon
- Arslan, M. & Aslan, Z.** (2006). Mineralogy, Petrography and Whole-Rock Geochemistry of Tertiary Granitic Intrusion in the Eastern Pontides, Turkey, *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 177–193.
- Arslan, M. & Aslan, Z.** (2006). Mineralogy, petrography and whole-rock geochemistry of the Tertiary granitic intrusions in the Eastern Pontides, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 177-193.
- Anderson, J.L.** (1983). Proterozoic anorogenic granite plutonism of North America. *Geological Society of America, Memoir* 161, 133-154.
- Anderson, I.C., Frost, C.D., ve Frost, B.R.** (2003). Petrogenesis of the Red Mountain pluton, Laramie anorthosite complex, Wyoming: implications for the origin of A-type granite. *Precambrian Research* 124, 243-267.
- Aydın, F., Şen, C., ve Sadıklar, M.B.** (1997). Geological, mineralogical and geochemical characteristics of calc-alkaline lamprophyres in Paleozoic aged Gümüşhane Granitoid. *Geosound* 30, 613-624
- Aydın, F., Karslı, O., ve Chen, B.** (2008). Petrogenesis of the Neogene alkaline volcanics with implications for post collisional lithospheric thinning of the Eastern Pontides, NE Turkey. *Lithos* 104, 249-266.
- Aydın, F., Thompson, R., Karslı, O., Uchida, H., Burt, J.B., ve Downs, R.T.** (2009). C2/c pyroxene phenocrysts from their potassic series in Neogene alkaline volcanics, NE Turkey: their crystal chemistry with petrogenetic significance as an indicator of P-T conditions. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 158, 131-147.

- Barbieri, M., Conforta. L., Garbarino, C., Masi, U., Nicoletti, M. ve Akıncı, Ö.** (2000), Geochemistry of Hydrothermally –Altered Volcanic Rocks of the Upper Volcanic Cycle from the Eastern Pontides (Northeastern Turkey), *Chem. Erde*, 60, 81-95.
- Bektaş, O.**, 1986. Paleostress Trajectories and Polyphase Rifting in Arc-Back of Eastern Pontides, *MTA Bulletin*, 103,104, 1-15.
- Batchelor, R.A. & Bowden, P.** (1985). Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology* 48, 43–55.
- Bédard, J.** (1990). Enclaves from the A-type granite of the Megantic Complex, White Mountain magma series: clues to granite magmagenesis. *Journal of Geophysical Research* 95, 17797-17819.
- Bektaş, O.** (1984). Pontidlerde Üst Kretase Yaşlı Şoşonitik Volkanizma ve Jeotektonik Önemi, *K.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, Jeoloji, 3,1,2, 53–62.
- Bektaş, O., Şen , C., Atıcı, Y. ve Köprübaşı, N.** (1999). Migration of the Upper Cretaceous Subduction-Related Volcanism towards The Back-Arc Basin of the Eastern Pontide Magmatic Arc (NE Turkey), *Geological Journal*, 34,95-106.
- Bektaş, O., Van, A., ve Boynukahn, S.** (1987). Doğu Pontidlerde (Kuzeydoğu Türkiye) Jura Volkanizması ve Jeotektoniği, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 30, 2.
- Bektaş, O.** (1984). Pontidlerde Üst Kretase Yaşlı Şoşonitik Volkanizma ve Jeotektonik Önemi, *K.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, Jeoloji, 3,1,2, 53–62.
- Bektaş, O.** (1986). Paleostress and Polyphase Rifting in Arc-Back Arc of Eastern Pontides, *MTA Bulletin*, 103,104, 1-15.
- Bonin, B.** (2007). A-type granites and related rocks: evolution of a concept problems and prospects. *Lithos* 97, 1-29.
- Boztuğ, D., Wagner, G.A., Erçin, A.İ., Göç, D., Yeğingil, Z., İskenderoğlu, A., Kuruçelik, M.K., Kömür, İ., ve Güngör, Y.** (2002). Sphene and Zircon Fission-Track Geochronology Unravelling Subduction- and Collision-Related Magma Surges in the Composite Kaçkar Batholith, Eastern Black Sea Region, Turkey, 1st *International Symposium of The Faculty of Mines (İTÜ) On Earth Sciences and Engineering*, Istanbul, Turkey, Abstracts, 121.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Wagner, G.A., ve Yeğingil, Z.** (2004). Slow Senonian and fast Paleocene-Early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: apatite fission-track results. *Tectonophysics* 382, 213-228.
- Boztuğ, D., Erçin, A.İ., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür., ve I., İskenderoğlu, A.** (2006). Geochemical characteristics of the composite Kackar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, eastern Pontides, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 286-302.

- Boztuğ, D., Harlavan, Y., Arehart, G.B., Satir., ve M., Avcı, N.** (2007). K-Ar age, whole-rock and isotope geochemistry of A-type granitoids in the Divriği-Sivas region, eastern-central Anatolia, Turkey. *Lithos* 97, 193-218.
- Boztuğ, D., Jonckheere, R., Wagner, G.A., ve Yeğingil, Z.** (2004). Slow Senonian and fast Paleocene-Early Eocene uplift of the granitoids in the Central Eastern Pontides, Turkey: apatite fission-track results. *Tectonophysics* 382, 213-228.
- Boztuğ, D., Erçin, A.I., Kuruçelik, M.K., Göç, D., Kömür, I., ve Iskenderoğlu, A.** (2006). Geochemical characteristics of the composite Kackar batholith generated in a Neo-Tethyan convergence system, eastern Pontides, Turkey. *Journal of Asian Earth Sciences* 27, 286-302.
- Boztuğ, D. & Harlavan, Y.** (2008). K-Ar ages of granitoids unvel the stages of Neo-tethyan convergence in the Eastern Pontides and central Anatolia, Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 97, 585-599
- Boynton, W.V.** (1984). Cosmochemistry of the rare earth elements: meteorite studies. In: Henderson, P. (Ed.), *Rare Earth Element Geochemistry*. Elsevier, Amsterdam, pp. 63-114.
- Clemens, J.D., Holloway, J.R. ve White, A.J.R.** (1986). Origin of A-type granite: experimental constraints. *American Mineralogist*. 71, 317-324.
- Chen, L., Ma, C.Q., She, Z.B., Mason, R., Zhang, J.Y. ve Zhang, C.,** (2009). Petrogenesis and tectonic implications of A-type granites in the Dabie orogenic belt, China: geochronological and geochemical constraints. *Geological Magazine* 146, 638-651.
- Collins, W.J., Beams, S.D., White, A.J.R. ve Chappell, B.W.** (1982). Nature and origin of A-type granites with particular reference to southeastern Australia. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 80, 189-200.
- Creaser, R.A., Price, R.C. ve Wormald, R.J.** (1991). A-type granites revisited: assessment of a residual-source model. *Geology* 19, 163-166.
- Çapkinoğlu, Ş.** (2003). First records of conodonts from the Permo-Carboniferous of Demirözü (Bayburt), Eastern Pontides, NE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 12, 199-217.
- Çamur, M.Z., Güven, İ.H. ve Er, M.** (1996). Geochemical characteristics of the Eastern Pontide volcanics: An example of multiple volcanic cycles in arc evolution: *Turish Journal of Earth Science*, 5, 123-144.
- Çinku, M.C., Ustaömer, T., Hirt, A.M., Hisarlı, Z.M., Heler, F., ve Orbay, N.** (2010). Southward migration of arc magmatism during latest Cretaceous associated with slab steepening, East Pontides, N Turkey: New paleomagnetic data from the Amasya region. *Physics of the Earth and Planetary Interiors* 182, 18-29.

- Çoğulu, E.** (1975). Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İTÜ, Maden Fakültesi, İstanbul (Yayınlanmamış).
- Çoğulu, E.** (1975). Gümüşhane ve Rize Granitik Plütonlarının Mukayeseli Petrojeolojik ve Jeokronometrik Etüdü, Doçentlik Tezi, İTÜ, Maden Fakültesi, İstanbul (Yayınlanmamış).
- Dokuz, A., Karsli, O., Chen, B. ve Uysal İ.** (2009). Sources and petrogenesis of Jurassic granitoids in the Yusufeli area, Northeastern Turkey: Implications for pre- and post-collisional lithospheric thinning of the eastern Pontides. *Tectonophysics*, doi:10.1016/J.tecto.2009.10.009.
- Dokuz, A. ve Tanyolu, E.** (2006). Geochemical constrains on the provenance, mineral sorting and subaerial weathering of Lower Jurassic and Upper Cretaceous clastic rocks from the eastern Pontides, Yusufeli (Artvin), NE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 15, 181-209.
- Dokuz, A., Uysal, İ., Kaliwoda, M., Karsli, O., Ottley, C.J., ve Kandemir, R.** (2011). Early abyssal- and late SSZ-type vestiges of the Rheic oceanic mantle in the Variscan basement of the Sakarya Zone, NE Turkey: implications for the sense of subduction and opening of the Paleotethys. *Lithos* 127, 176-191.
- Dokuz, A.** (2011). A slab detachment and delamination model for the generation of Carboniferous high-potassium I-type magmatism in the Eastern Pontides, NE Turkey: Köse composite pluton. *Gondwana Research* 19, 926-944.
- Eby, G.N.** (1990). The A-type granitoids: a review of their occurrence and chemical characteristics and speculation on their petrogenesis. *Lithos* 26, 115-134.
- Eby, G.N.** (1992). Chemical subdivision of the A-type granitoids: petrogenesis and tectonic implications. *Geology* 20, 641-644.
- Esfahani, M.M., Khalili, M., Kochhar, N., ve Gupta, L.N.** (2009). A-type granite of the Hasan Robot area (NW of Isfahan, Iran) and its tectonic significance. *Journal of Asian Earth Sciences* doi: 10.1016/j.jseaes.2009.05.010.
- Foland, K.A. & Allen, J.C.** (1991). Magma sources for Mesozoic anorogenic granites of the White Mountain magma series, New England, USA. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 109, 195-211.
- Harris, N.B.W., Duyverman, H.J., ve Almond, D.C.** (1983). The trace element and isotope geochemistry of the Sabolaka igneous complex, Sudan. *Journal of Geological Society London* 140, 245-256.
- Harris, N.B.W., Marzouki, F.M.H., ve Ali, S.** (1986). The Jabel Sayid complex, Arabian shield: geochemical constraints on the origin of peralkaline and related granites. *Journal of Geological Society London* 143, 287-295.



- Hisarlı, Z.M.** (2011). Paleomagnetic constraints on the late Cretaceous and early Cenozoic tectonic history of the Eastern Pontides. *Journal of Geodynamics* 52, 114-128.
- Gedikoğlu, A., Pelin, S. ve Özsayar, T.** (1979). The main Lines of Geotectonic development in the East Pontids in the Mesozoic era, *Geocome-I*, 555-580.
- Gedik, A., Ercan, T., Korkmaz, S. ve Karataş, S.** (1992). Rize-Fındıklı Çamlıhemşin Arasında (Doğu Karadeniz) Yer Alan Magmatik Kayaçların Petrolojisi ve Doğu Pontid'lerdeki Bölgesel Yayılımları, *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 35, 15-38.
- Güngör, Y., Boztuğ, D. ve Yılmaz, O.** (1997). Kaçkar Batoliti Altıparmak Dağı- Soğanlı Dağı Arası (GD Çamlıhemşin-Rize) Kesiminin Petrografik, Jeokimyasal ve Petrojenetik İncelenmesi. *Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu*, Nisan - Mayıs, Adana, Bildiri Özleri, 223–224
- Görür, N.** (1997). Cretaceous syn-to post-rift sedimentation on the Southern Continental Margin of the Western Black Sea Basin. In: Robinson, A.G. (Ed.), 227-240.
- Güven, İ. H.** (1993). Doğu Pontidlerin Jeolojisi ve 1/250000 Ölçekli Kompilasyonu, MTA, Ankara (Yayınlanmamış).
- Goodge, J.W. & Vervoort, J.D.** (2006). Origin of Mesoproterozoic A-type granites in Laurentia: Hf isotope evidence. *Earth and Planetary Science Letters* 243, 711-731.
- Jica.** (1985). The Republic of Turkey Report On The Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area, Phase 1, *Japan International Cooperation Agency Metal Mining Agency of Japan*.
- Jiang, N., Zhang, S., Zhou, W., ve Liu, Y.** (2009). Origin of a Mesozoic granite with A-type characteristics from the North China craton: highly fractionated from I-type magmas? *Contributions to Mineralogy and Petrology* 158, 113-130.
- Jiang, N., Guo, J., ve Zhai, M.,** (2011). Nature and origin of the Wenguan granite: Implication for the provenance of Proterozoic A-type granites in the North China craton. *Journal of Asian Earth Sciences* 42, 76-82.
- Jiang, Y.H., Zhao, P., Zhou, Q., Liao, S.Y., ve Jin, G.D.** (2011). Petrogenesis and tectonic implications of Early Cretaceous S- and A-type granites in the northwest of the Gan-Hang rift, SE China. *Lithos* 121, 55-73.
- Kandemir, R. & Yılmaz, C.** (2009). Lithostratigraphy, facies, and deposition environment of the lower Jurassic Ammonitico Rosso type sediments (ARTS) in the Gümüşhane area, NE Turkey: implications for the opening of the northern branch of the Neo-Tethys Ocean. *Journal of Asian Earth Sciences* 34, 586-598.

- Kandemir, R. & Lerosey-Aubril, R.** (2011). First report a trilobite in the Carboniferous of Eastern Pontides, NE Turkey. *Turkish Journal of Earth Sciences* 20, 179-183.
- Kaygusuz, A.** (2000). Torul ve Çevresinde Yüzeyleyen Kayaçların Petrografik ve Jeokimyasal İncelenmesi, (Doktora Tezi), KTÜ, Fen. Bil. Enst., Trabzon, 235.
- Kaygusuz, A., Siebel, W., Şen, C., ve Satir, M.** (2008). Petrochemistry and petrology of I-type granitoids in an arc setting: the composite Torul pluton, Eastern Pontides, NE Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 97, 739–764.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, İ., Aydın, F., Kandemir, R. ve Wijbrans, J.,** (2009b). Generation of the Early Cenozoic adakitvolcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: Implications for crustal thickening to delamination. *Lithos*, doi: 10.1016/J.Lithos.2009.08.003.
- Karlı, O., Chen, B., Aydın, F., ve Şen, C.** (2007). Geochemical and Sr-Nd-Pb isotopic compositions of the Eocene Dölek and Sariçiçek Plutons, Eastern Turkey: Implications for magma interaction in the genesis of high-K calc-alkaline granitoids in a post-collision extensional setting. *Lithos* 98, 67-96.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Bin, C., Kandemir, R., ve Wijbrans, R.J.** (2010a). Relative contributions of crust and mantle to generation of Campanian high-K calc-alkaline I-type granitoids in a subduction setting, with special reference to the Harşit pluton, Eastern Turkey. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 160, 467-487.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Aydın, F., Kandemir, R., ve Wijbrans, R.J.** (2010b). Generation of the Early Cenozoic adakitic volcanism by partial melting of mafic lower crust, Eastern Turkey: implications for crustal thickening to delamination. *Lithos* 114, 109-120.
- Karlı, O., Uysal, I., Ketenci, M., Dokuz, A., Aydın, F., Kandemir, R., ve Wijbrans, J.** (2011). Adakite-like granitoid porphyries in Eastern Pontides, NE Turkey: potential parental melts and geodynamic implications. *Lithos* 127, 354-372.
- Karlı, O., Caran, Ş., Dokuz, A., Çoban, H., Chen, B., ve Kandemir, R.** (2012a). A-type granitoids from the Eastern Pontides, NE Turkey: Records for generation of hybrid A-type rocks in a subduction-related environment. *Tectonophysics* 530-531, 208-224.
- Karlı, O., Dokuz, A., Uysal, I., Ketenci, M., Chen, B., ve Kandemir, R.** (2012b). Deciphering the shoshonitic monzonites with I-type characteristic, the Sisdağı pluton, NE Turkey: Magmatic response to continental lithospheric thinning. *Journal of Asian Earth Science* 51, 45-62.
- Ketin ve Canitez., Ketin, İ. ve Canitez, N.** (1972). Yapısal Jeoloji, İTÜ Kütüphanesi, 520, İstanbul.

- Kemp, A.I.S., ve Hawkesworth, C.J.** (2003). Granitic perspectives on the generation and secular evolution of the continental crust. *Treatise Geochemistry* 3, 349-410.
- Kerr, A., ve Fryer, B.J.** (1993). Nd isotope evidence for crust-mantle interaction in the generation of A-type granitoid suites in Labrador, Canada. *Chemical Geology* 104, 39-60.
- King, P.L., White, A.J.R., Chappell, B.W., ve Allen, C.M.** (1997). Characterization and origin of aluminous A-type granites from the Lachlan Fold Belt, southern Australia. *Journal of Petrology* 38, 371-391.
- King, P.L., White, A.J.R., Chappell, B.W., ve Allen, C.M.** (1997). Characterization and origin of aluminous A-type granites from the Lachlan Fold Belt, southern Australia. *Journal of Petrology* 38, 371-391.
- Köprübaşı, N., Şen, C. ve Kaygusuz, A.** (2000). Doğu Pontid Adayayı Granitoidlerin Karşılaştırılmalı Petrografik ve Kimyasal Özellikleri, *Uygulamalı Yerbilimleri*, 111-120.
- Landenberger, B. ve Collins, W.J.** (1996). Derivation of A-type granites from a dehydrated charnokitic lower crust: evidence from the Chaelundi Complex, Eastern Australia. *Journal of Petrology* 37, 145-170.
- Loiselle, M.C. ve Wones, D.R.** (1979). Characteristics and origin of anorogenic granites. *Abstracts papers to be presented at the Annual Meetings of the Geological Society of America and Associated Societies*, San Diego, CA 11, p. 468.
- Landenberger, B. & Collins, W.J.** (1996). Derivation of A-type granites from a dehydrated charnokitic lower crust:evidence from the Chaelundi Complex, Eastern Aystralia. *Journal of Petrology* 38, 371-391.
- Magna, T., Janoušek, V., Kohút, M., Oberli, F., ve Wiechert, U.** (2010). Fingerprinting sources of orogenic plutonic rocks from Variscan belt with lithium isotopes and possible link to subduction-related origin of some A-type granites. *Chemical Geology* doi: 10.1016/j.chemgeo.2010.03.020.
- Martin, R.F.** (2006). A-type granites of crustal origin ultimately result from open-system fenitization-type reactions in an extensional environment. *Lithos* 91, 125-136.
- Maniar, P.D. & Piccoli, P.M.** (1989). *Tectonic discrimination of granitoids*. *Bull. Am. Geol. Soc.* 101, 635-643.
- Miller, C.F., McDowell, S.M., ve Mapes, R.W.** (2003). Hot and cold granites? Implications of zircon saturation temperatures and preservation of inheritance. *Geology* 31, 529-532.

- Misara, S., Sarkar, S.S., ve Ghosh, S.** (2002). Evolution of Mayurbhanj granite pluton, eastern Singhbhum, India: a case study of petrogenesis of an A-type granite in bimodal association. *Journal of Asian Earth Sciences* 20, 965-989.
- Moghazi, A.M., Harbi, H.M., ve Ali, K.A.** (2011). Geochemistry of the Late Neoproterozoic Hadb adh Dayheen ring complex, Central Arabian Shield: Implications for the origin of rare-meta-bearing post-orogenic A-type granites. *Journal of Asian Earth Sciences* 42, 1324-1340.
- Muskin, A., Navon, O., Halicz, L., Hartmann, G., ve Stein, M.** (2003). The petrogenesis of A-type magmas from the Amram Massif, Southern, Southern Israel. *Journal of Petrology* 44, 815-832.
- Meijers, M.J.M., Vrouwe, B., van Hinsbergen, D.J.J., Kuiper, K.F., Wijbrans, J., Davies, G.R., Stephenson, R.A., Kaymakci, N., Matenco, L., ..... Saintot, A.** (2010). Jurassic arc volcanism on Crimea (Ukraine): Implications for the paleo-subduction zone configuration of the Black Sea region. *Lithos* 119, 412-426.
- Middlemost, E.A.K.** (1994). Naming materials in the magma/igneous rock system. *Earth Science Review*. 37, 215-224.
- Miller, C.F., McDowell, S.M., ve Mapes, R.W.** (2003). Hot and cold granites? Implications of zircon saturation temperatures and preservation of inheritance. *Geology* 31, 529-532.
- Mingram, B., Trumbull, R.B., Littman, S., ve Gerstenberger, H.** (2000). A petrogenetic study of anorogenic felsic magmatism in the Cretaceous Paresis ring complex, Namibia: evidence for mixing of crust and mantle-derived components. *Lithos* 54, 1-22.
- Muskin, A., Navon, O., Halicz, L., Hartmann, G., ve Stein, M.** (2003). The petrogenesis of A-type magmas from the Amram Massif, southern Israel. *Journal of Petrology* 44, 815-832.
- Okay, A.I., Leven, E.J.,** 1996. Stratigraphy and paleontology of the upper Paleozoic sequences in the Pular (Bayburt) region, Eastern Pontides. *Turkish Journal of Earth Sciences* 5, 145-155.
- Okay, A.I., Şengör, A.M.C., ve Görür, N.** (1994). Kinematic history of the opening of the Black Sea and its effect on the surrounding regions. *Geology* 22, 267-270.
- Okay, A.I., ve Şahintürk, Ö.** (1997). Geology of the Eastern Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. *AAPG Memoir* 68, 292-311.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O.** (1999). Tethyan sutures of northern Turkey. In "The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen" (eds. Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F., Seranne, M.), *Geological Society, London, Special Publication* 156, 475-515.

- Okay, A.I., Monod, ve O., Monie, P.** (2002). Triassic bluechists and eclogites from northwest Turkey: vestiges of the Paleo-Tethyan subduction. *Lithos* 64 (3-4), 155-178.
- Okay, A.I., Göncüoğlu, K.** (2004). The Karakaya complex: a review of data and concepts. *Turkish Journal of Earth Sciences* 13 (2), 77-95.
- Özsayar, T., Pelin, S. ve Gedikoğlu, A.** (1981). Doğu Pontidler'de Kretase, *K.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, 1, 2, 65-114, Trabzon.
- Ustaömer, T. ve Robertson, H.F.A.** (2010). Late Paleozoic-Early Cenozoic tectonic development of the Eastern Pontides (Artvin area), Turkey: stages of closure of Tethys along the southern margin of Eurasia. Special Publications, *Geological Society London* 340, 281-327.
- Patiño Douce, A.E.** (1997). Generation of metaluminous A-type granites by low-pressure melting of calc-alkaline granitoids. *Geology* 25, 743-746.
- Patiño Douce, A.E.** (1999). What do experiments tell us about the relative contributions of crust and mantle to the origin of granitic magmas? In: Castro, A., Fernandez, C., Vigneresse, J.L., (Eds.), *Understanding Granites: Integrating New and Classical Techniques. Geological Society London* 168, 55-75.
- Peccerillo, A. ve Taylor, S.R.** (1976). Geochemistry of Eocene calc-alkaline volcanic rocks- Kastamonu, *Mineralogy and Petrology* 58, 63-81.
- Rao, C.V.D. ve Reddy, U.V.B.** (2007). Petrology and geochemistry of paleoproterozoic A-type granite at Kanigiri in the Nellore-Khammam schist belt, Andhra Pradesh, India. *Journal of Asian Earth Sciences* 30, 1-19.
- Robinson, A.G., Banks, C.J., Rutherford, M.M., Hirst, J.P.P.,** 1995. Stratigraphic and structural development of the Eastern Pontides, Turkey. *Journal of Geological Society London* 152, 861-872.
- Rolland, Y., Perincek, D., Kaymakci, N., Sosson, M., Barrier, E., .....Avagyan, A.** (2012). Evidence for ~80-75 Ma subduction jump during Anatolia-Tauride-Armenian block accretion and ~48 Ma Arabia-Eurasia collision in Lesser Caucasus-East Anatolia. *Journal of Geodynamics* 56-57, 76-85.
- Rice, S.P., Robertson, A.H.F., ve Ustaömer, T.** (2006). Late Cretaceous-Early Cenozoic tectonic evolution of the Eurasian active margin in the Central and Eastern Pontides, northern Turkey. *Special publications, Geological Society London* 260, 413-445.
- Rice, S.P., Robertson, A.H.F., Ustaömer, T., Inan, N., .....Tasli, K.** (2009). Late Cretaceous-Early Eocene tectonic development of the Tethyan suture zone in the Erzincan area, Eastern Pontides, Turkey. *Geological Magazine* 146, 567-590.

- Shellnutt, J.G. ve Zhou, M.F.** (2007). Permian peralkaline, peraluminous and metaluminous A-type granites in the Panxi district, SW China: their relationship to the Emeishan mantle plume. *Chemical Geology* 243, 286-316.
- Shen, X., Zhang, H., Wang, Q., Wyman, D.A., ..... Yueheng, Y.** (2011). Late Devonian-Early Permian A-type granites in the southern Altay Range, Northwest China: Petrogenesis and implications for tectonic setting of A2-type. *Journal of Asian Earth Sciences* 42, 986-1007.
- Sun, Y., Ma, C., Liu, Y., ve She, Z.** (2011). Geochronological and geochemical constraints on the petrogenesis of late Triassic aluminous A-type granites in southeast China. *Journal of Asian Earth Sciences* 42, 1117-1131.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y.** (1981). Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach. *Tectonophysics* 75, 181-241.
- Şen, C.** (2007). Jurassic volcanism in the Eastern Pontides: is it rift related or subduction related? *Turkish Journal of Earth Sciences* 16, 523-539.
- Schmitt, A.K.; Emmermann, R., Trumbull, R.B., Bühm, B., ..... Henjes-Kunst, F.** (2000). Petrogenesis and  $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$  geochronology of the Brandberg complex, Namibia: evidence for a major mantle contribution in metaluminous and peralkaline granites. *Journal of Petrology* 41, 1207-1239.
- Schultze-Westrum, H.H.** (1961). Karagöl Yanı ile Eseli Maden Yataklarının Detaylı Tetkiki Hakkında Rapor, Görele Kazası, Giresun Vilayeti, *MTA Maden Etüd rap.* 23, Ankara.
- Schultze-Westrum, H.H.** (1961). Karagöl Yanı ile Eseli Maden Yataklarının Detaylı Tetkiki Hakkında Rapor, Görele Kazası, Giresun Vilayeti, *MTA Maden Etüd rap.* 23, Ankara.
- Schultze-Westrum, H.H.** (1961). Karagöl Yanı ile Eseli Maden Yataklarının Detaylı Tetkiki Hakkında Rapor, Görele Kazası, Giresun Vilayeti, *MTA Maden Etüd rap.* 23, Ankara.
- Smith, I.E.M., White, A.J.R., Chappell, B.W., ve Eggleton, R.A.** (1988). Fractionation in a zoned monzonite pluton: Mount Dromedary, southeastern Australia. *Geological Magazine* 125, 273-284.
- Sun, S.S. ve McDonough, W.E.** (1989). Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*. Special Publication. *Geological Society of London* pp. 313-345.
- Şarman, E.** (1975). İsrail ve Eseli Güneyindeki G41b1, b2, b3, b4, G42 al, a4 Paftalarına Ait Sahanın 1/10000 Ölçekli Jeolojik Etüd Raporu, *MTA Maden etüd rap.* No: 1259, Ankara.

- Temizel, İ., Arslan, M., Ruffet, G., ve Peucat, J.J.** (2012). Petrochemistry, geochronology and Sr-Nd isotopic systematics of the Tertiary collisional and post-collisional volcanic rocks from the Ulubey (Ordu) area, eastern Pontide, NE Turkey: Implications for extension-related origin and mantle source characteristic. *Lithos* 128, 126-147.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M., ve Dokuz, A.** (2005). Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey). *Contributions to Mineralogy and Petrology* 150, 441-455.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Satir, M. ve Dokuz, A.** (2005). Post-collisional plutonism with adakite-like signatures: the Eocene Saraycik granodiorite (Eastern Pontides, Turkey). *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 150, 441-455.
- Topuz, G., Eyüboğlu, Y. ve Dokuz, A.** (2002). Petrology and Age of The Saraycik Granodiorite, Pulur Massif, Eastern Pontides, NE Turkey: *Preliminary Results, 1st International Symposium of Istanbul Technical University The Faculty of Mines on Earth Sciences and Engineering*, İstanbul- Turkey, 120.
- Topuz, G., Altherr, R., Schwarz, W.H., Dokuz, A., ..... Meyer, H.P.** (2007). Variscan amphibolite-facies rocks from the Kurtoğlu metamorphic complex. Gümüşhane area, Eastern Pontides, Turkey. *International Journal of Earth Sciences* 96, 861-873.
- Topuz, G., Altherr, R., Wolfgang S., Schwarz, W.H., Zack, T., Hasözbeğ, A., Mathias, B., Satir, M., .... Şen, C.** (2010). Carboniferous high-potassium I-type granitoid magmatism in the Eastern Pontides: The Gümüşhane pluton (NE Turkey). *Lithos* 116, 92-110.
- Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satir, M., ..... Şen, C.** (2011). Post-collisional adakite-like magmatism in the Ağvanis massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Lithos* 125, 131-150
- Tokel, S.** (1972). Stratigraphical and Volcanic History of The Gümüşhane Region, (Doktora Tezi), University College, London.
- Tokel, S.** (1972). Stratigraphical and Volcanic History of The Gümüşhane Region, (Doktora Tezi), University College, London.
- Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Schwarz, W.H., Siebel, W., Zack, T., Satir, M., ..... Şen, C.** (2011). Post-collisional adakite-like magmatism in the Ağvanis massif and implications for the evolution of the Eocene magmatism in the Eastern Pontides (NE Turkey). *Lithos* 125, 131-150.
- Turner, S.P., Foden, J.D., ve Morrison, R.S.** (1992). Derivation of some A-type magmas by fractionation of basaltic magma; an example from the Padthaway Ridge, South Australia. *Lithos* 28, 151-179.
- Türk-Japon Ekibi.** (1985). *The Republic of Turkey Report on the Cooperative Mineral Exploration of Gümüşhane Area*, phase, 1, 72.

- Trumbull, R.B., Harris, C., Frindt, C., ve Wignad, M.** (2004). Oxygen and neodymium isotope evidence for source diversity in Cretaceous anorogenic granites from Namibia and implications for A-type granite genesis. *Lithos* 73, 21-40.
- Turner, S.P., Foden, J.D., ve Morrison, R.S.** (1992). Derivation of some A-type magmas by fractionation of basaltic magma; an example from the Padthaway Ridge, South Australia. *Lithos* 28, 151-179.
- Tüysüz, O.** (1999). Geology of the Cretaceous sedimentary basins of the Western Pontides. *Geological Journal* 34, 75-93.
- Vernikovskiy, V.A., Pease, V.L., Vernikovskaya, A.E., Ramanov, A.P., Gee, D.G., ..... Travin, A.V.** (2003). First report of early Triassic A-type granite and syenite intrusions from Taimyr: product of the northern Eurasian superplume? *Lithos* 66, 23-36.
- Volkert, R.A., Feigenson, M.D., Patino, L.C., Delaney, J.S., ..... Drake, A.A.** (2000). Sr and Nd isotopic compositions, age and petrogenesis of A-type granitoids of the Vernon Supersuite, New Jersey Highlands, USA. *Lithos* 50, 325-347
- Watson, E.B., Harrison, ve T.M.** (1983). Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters* 64, 295-304.
- Watkins, J., Clemens, J., ve Treloar, P.** (2007). Archean TTGs as sources of younger granitic magmas: melting of sodic metatonalites at 0.6-1.2 GPa. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 154, 91-110.
- Watson, E.B. & Harrison, T.M.** (1983). Zircon saturation revisited: temperature and composition effects in a variety of crustal magma types. *Earth and Planetary Science Letters* 64, 295-304.
- Wei, C.S., Zhao, Z.F., ve Spicuzza, M.J.** (2008). Zircon oxygen isotopic constraint on the sources of late Mesozoic A-type granites in eastern China. *Chemical Geology* 250, 1-15.
- Whalen, J.B., Currie, K.L., ve Chappell, B.W.** (1987). A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 95, 407-419.
- Wu F.Y., Sun, D.Y., Li, H., Jahn, B.M., ve Wilde, S.** (2002). A-type granites in northeastern China: age and geochemical constraints on their petrogenesis. *Chemical Geology* 187, 143-173.
- Whalen, J.B., Currie, K.L., ve Chappell, B.W.** (1987). A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. *Contributions to Mineralogy and Petrology* 95, 407-419.
- Wickham S.M., Alberts, A.D., Litvinovsky, B.A., Bindeman, I.N., ..... Schauble, E.A.**(1996). A stable isotope study of anorogenic magmatism in East Central Asia. *Journal of Petrology* 37, 1063-1095.



- Wu, F.Y., Sun, D.Y., Li, H.M., Jahn, B.M., ..... Wilde, S.A.** (2002). A-type granites in northeastern China: age and geochemical constraints on their petrogenesis. *Chemical Geology* 187, 143-173.
- Xu, C., Huang, Z., Qi, L., Fu, P., Liu, C., Li, E., .....Guan, T.** (2007). Geochemistry of Cretaceous granites from Mianning in the Panxi region, Sichuan Province, southern China: implications for their generation. *Journal of Asian Earth Sciences* 29, 737-750.
- Zankl, H.** (1961). Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, NE Anatolien, *Geol. Rdsch.*, 51, 218-239.
- Zankl, H.** (1962). Magmatismus und Bauplan des Ostpontischen Gebirges im Querprofil des Harşit-Tales, Bayerische, *Akademie der Wissenschaften*, Abhandlungen, Neue Folge, München, Heft, 109,61-91.
- Zhang, H.F., Parrish, R., Zhang, L., Xu, W.C., Yuan, H.L., Gao, S., ..... Crowley, Q.G.** (2007). A-type granite and adakitic magmatism association in Songpan-Garze fold belt, eastern Tibetan Plateau: implication for lithospheric delamination. *Lithos* 97, 323-335.
- Zhao, X.F., Zhou, M.F., Li, J.W., ve Wu, F.Y.** (2008). Association of the Neoproterozoic A- and I-type granites in South China: implications for generation of A-type granites in a subduction related environment. *Chemical Geology* 257, 1-15.
- Yalçınlar, İ.** (1952). İspir-Pazar-Arhavi ve Yusufeli Arasındaki Bölgenin Jeolojisi, *MTA, Rap. No: 2022*, Ankara.
- Yang, J.H., Wu, F.Y., Chung, S.L., Wilde, S.A., ..... Chu, M.F.** (2006). A hybrid origin for the Qianshan A-type granite, northeast China: Geochemical and Sr-Nd-Hf isotopic evidence. *Lithos* 89, 89-106.
- Yang, J.H., Wu, F.Y., Chung, S.L., Wilde, S.A., ..... Chu, M.F.** (2006). A hybrid origin for the Qianshan A-type granite, northeast China: Geochemical and Sr-Nd-Hf isotopic evidence. *Lithos* 89, 89-106.
- Yang, G., Li, Y., Wu, H., Zhong, X., Yang, B., Yan, C., Yan, J., ..... Si, G.** (2011). Geochronological and geochemical constraints on petrogenesis of the Huangyangshan A-type granite from the East Junggar, Xinjiang, NW China. *Journal of Asian Earth Sciences* 40, 722-736.
- Yılmaz, Y.** (1972). Petrology and Structure of The Gümüşhane Granite and Surrounding Rocks, North-Eastern Anatolia, (Doktora Tezi), London University, 260.
- Yılmaz, Y.** (1972). Petrology and structure of the Gümüşhane granite and the surrounding rocks. NE Anatolia, (PhD Thesis), University College London, England. 248 pp.

- Yilmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., ..... Şengör, A.M.C.** (1997). Geology and tectonic evolution of the Pontides. In: Robinson, A.G. (Ed.), Regional and Petroleum Geology of the Black Sea and Surrounding Region. *Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem.* 68, 183-226.
- Yilmaz, S. & Boztuğ D.** (1996). Space and time relations of three plutonic phases in the Eastern Pontides, Turkey. *International Geology Review* 38, 935-956
- Zhao, X.F., Zhou, M.F., Li, J.W., ve Wu, F.Y.** (2008). Association of Neoproterozoic A- and I-type granites in South China: implications for generation of A-type granites in a subduction-related environment. *Chemical Geology* 257, 1-15.
- Zhao, T.P. & Zhou, M.F.** (2009). Geochemical constraints on the tectonic setting of Paleoproterozoic A-type granites in the southern margin of the North China Craton. *Journal of Asian Earth Sciences* 36, 183-195.
- Zhang, H.F., Parrish, R., Zhang, Li., Xu, W.C., Yuan, H.L., Gao, S., ..... Crowley, Q.G.** (2007). A-type granite and adakitic magmatism association in Songpan-Garze fold belt, eastern Tibetan Plateau: implication for lithospheric delamination. *Lithos* 97, 323-335.

## **EKLER**

**EK A :** Topçam ve Çambaşı Plotalarındaki Gronitoyid Kayaçlarda Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikler.

**EK B :** Topçam ve Çambaşı plütonlarının LA-ICP-MS zirkon U-Pb analiz değerleri.



**EK A : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikleri.**

**Çizelge A. 1 :Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikleri.**

Sample	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	TC17-2	C17-2	
	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	
<b>SiO<sub>2</sub></b>	51,96	51,43	51,36	50,82	53,87	51,46	51,60	51,72	50,73	51,46	51,60	51,72	50,73	51,16	25,39	51,93	52,46	51,18			
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,36	0,33	0,32	0,44	0,37	0,34	0,31	0,39	0,48	0,34	0,31	0,39	0,48	0,36	0,17	0,32	0,38	0,37			
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	3,18	3,21	3,38	3,80	3,31	3,46	3,25	3,17	3,47	3,46	3,25	3,17	3,47	3,06	2,98	2,77	2,97	3,71			
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,01	0,02	0,00	0,00	0,03	0,04	0,00	-0,01	0,01			
<b>FeO<sub>T</sub></b>	9,11	9,39	9,89	10,12	9,85	9,81	9,67	9,53	9,72	9,81	9,67	9,53	9,72	9,34	5,23	9,36	9,14	9,65			
<b>MnO</b>	0,85	0,87	0,91	0,91	0,87	0,94	0,94	0,90	1,06	0,94	0,94	0,90	1,06	0,86	1,68	0,95	0,95	0,86			
<b>NiO</b>	0,02	0,00	0,02	0,02	0,00	0,01	0,00	0,03	0,01	0,01	0,00	0,03	0,01	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02			
<b>MgO</b>	17,27	16,94	16,87	16,62	17,36	16,75	16,91	17,29	16,49	16,75	16,91	17,29	16,49	16,82	8,13	17,06	17,71	17,22			
<b>CaO</b>	12,11	12,00	12,14	12,38	12,09	11,76	12,24	12,24	12,56	11,76	12,24	12,24	12,56	11,81	30,12	12,19	12,26	12,02			
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,73	0,78	0,87	0,88	0,80	0,81	0,85	0,87	0,87	0,81	0,85	0,87	0,87	0,80	0,48	0,80	0,82	0,98			
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,40	0,33	0,30	0,40	0,34	0,31	0,34	0,35	0,29	0,31	0,34	0,35	0,29	0,32	0,16	0,28	0,30	0,33			
<b>H<sub>2</sub>O</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00			
<b>Σ</b>	95,98	95,29	96,06	96,43	98,87	95,67	96,13	96,51	95,68	95,67	96,13	96,51	95,68	94,62	74,38	95,64	96,99	96,36			
<b>O</b>		23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
<b>Si</b>	7,558	7,548	7,504	7,423	7,604	7,532	7,527	7,511	7,459	7,532	7,527	7,511	7,459	7,562	5,452	7,593	7,555	7,449			
<b>Ti</b>	0,039	0,037	0,035	0,048	0,039	0,037	0,034	0,043	0,053	0,037	0,034	0,043	0,053	0,040	0,028	0,035	0,041	0,040			
<b>Al</b>	0,545	0,555	0,582	0,654	0,551	0,597	0,559	0,543	0,601	0,597	0,559	0,543	0,601	0,534	0,754	0,477	0,504	0,637			
<b>Cr</b>		0,000	0,000	0,006	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,000	0,004	0,006	0,000	-0,001	0,002			
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000			
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	1,108	1,153	1,209	1,236	1,162	1,200	1,179	1,158	1,196	1,200	1,179	1,158	1,196	1,154	0,940	1,144	1,101	1,175			
<b>Mn</b>	0,105	0,108	0,113	0,113	0,104	0,117	0,116	0,110	0,132	0,117	0,116	0,110	0,132	0,108	0,306	0,117	0,116	0,106			
<b>Ni</b>	0,002	0,000	0,002	0,002	0,000	0,002	0,000	0,004	0,001	0,002	0,000	0,004	0,001	0,005	0,000	0,000	0,000	0,003			
<b>Mg</b>	3,746	3,707	3,674	3,619	3,653	3,656	3,677	3,744	3,615	3,656	3,677	3,744	3,615	3,707	2,602	3,719	3,803	3,737			
<b>Ca</b>	1,888	1,888	1,901	1,937	1,829	1,845	1,912	1,905	1,979	1,845	1,912	1,905	1,979	1,870	6,931	1,910	1,892	1,874			
<b>Na</b>	0,206	0,223	0,245	0,250	0,218	0,231	0,241	0,246	0,249	0,231	0,241	0,246	0,249	0,230	0,199	0,227	0,228	0,277			
<b>K</b>	0,074	0,062	0,055	0,074	0,061	0,057	0,062	0,065	0,054	0,057	0,062	0,065	0,054	0,061	0,044	0,051	0,056	0,060			
<b>Σ</b>	15,270	15,280	15,321	15,361	15,222	15,275	15,310	15,329	15,339	15,275	15,310	15,329	15,339	15,275	17,262	15,273	15,295	15,360			
<b>Mg#</b>	77,168	76,274	75,246	74,541	75,867	75,284	75,713	76,383	75,150	75,284	75,713	76,383	75,150	76,260	73,464	76,473	77,547	76,084			

**Çizelge A. 1 (devam) : Topçam Ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikleri.**

Sample	TC17-2											29BP11-						
	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	2	1	1	Amf	Amf	Amf	
<b>SiO<sub>2</sub></b>	53,00	50,40	51,24	56,39	47,72	39,55	41,55	50,51	52,01	50,41	51,14	44,47	43,43	43,19	43,47	43,50	43,25	43,27
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,31	0,38	0,34	9,91	0,44	0,21	0,33	0,32	0,36	0,45	0,33	1,27	1,24	1,30	1,29	1,21	1,34	1,29
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	4,34	3,54	3,32	1,79	4,71	7,76	5,88	3,11	3,21	3,26	3,35	6,85	6,55	6,60	6,69	6,61	6,62	6,64
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,04	0,07	0,00	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	9,02	9,46	9,22	2,97	9,92	11,38	9,05	9,18	8,35	9,28	9,03	15,85	15,58	15,42	15,05	15,05	15,31	15,35
<b>MnO</b>	0,79	0,89	0,83	0,38	0,92	0,40	0,88	0,87	0,82	0,89	0,77	0,51	0,48	0,53	0,57	0,45	0,44	0,47
<b>NiO</b>	0,00	0,03	0,01	0,07	0,03	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,02
<b>MgO</b>	19,68	17,13	17,29	3,76	15,54	9,98	12,38	17,48	18,54	16,93	17,35	12,66	12,49	12,44	12,50	12,46	12,36	12,49
<b>CaO</b>	9,89	12,03	12,12	8,05	11,77	6,23	11,76	11,95	11,59	12,19	11,80	11,23	11,42	11,38	11,40	11,48	11,43	11,50
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,61	0,99	0,88	0,10	1,02	0,32	0,91	0,77	0,91	0,93	0,78	1,31	1,40	1,45	1,34	1,28	1,39	1,44
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,22	0,39	0,35	0,04	0,39	0,24	0,27	0,33	0,30	0,33	0,46	0,79	0,76	0,80	0,79	0,78	0,81	0,79
<b>H<sub>2</sub>O</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σ</b>	97,91	95,30	95,61	83,47	92,48	76,13	83,06	94,52	96,07	94,70	95,03	94,99	93,35	93,18	93,12	92,82	92,95	93,24
<b>O</b>	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
<b>Si</b>	7,476	7,429	7,500	8,759	7,290	7,274	7,107	7,484	7,522	7,469	7,517	6,847	6,821	6,801	6,827	6,848	6,817	6,803
<b>Ti</b>	0,033	0,042	0,037	1,157	0,051	0,030	0,042	0,036	0,039	0,050	0,036	0,147	0,146	0,154	0,152	0,143	0,159	0,152
<b>Al</b>	0,721	0,614	0,572	0,328	0,848	1,682	1,186	0,543	0,546	0,569	0,580	1,243	1,212	1,225	1,238	1,227	1,230	1,230
<b>Cr</b>	0,005	0,008	0,000	0,001	0,002	0,004	0,002	0,000	0,000	0,004	0,002	0,003	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	1,064	1,166	1,129	0,385	1,267	1,751	1,294	1,137	1,010	1,149	1,110	2,041	2,047	2,031	1,976	1,982	2,018	2,018
<b>Mn</b>	0,094	0,111	0,103	0,049	0,119	0,062	0,128	0,109	0,100	0,112	0,096	0,066	0,065	0,071	0,075	0,060	0,058	0,062
<b>Ni</b>	0,000	0,003	0,002	0,009	0,004	0,004	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000	0,005	0,000	0,004	0,004	0,000	0,000	0,003
<b>Mg</b>	4,137	3,765	3,773	0,871	3,538	2,736	3,158	3,860	3,997	3,740	3,802	2,907	2,924	2,921	2,927	2,925	2,903	2,926
<b>Ca</b>	1,495	1,900	1,901	1,339	1,926	1,227	2,155	1,898	1,796	1,936	1,859	1,852	1,922	1,919	1,918	1,937	1,931	1,938
<b>Na</b>	0,168	0,284	0,251	0,031	0,302	0,115	0,303	0,221	0,254	0,267	0,222	0,391	0,426	0,444	0,409	0,392	0,425	0,438
<b>K</b>	0,040	0,073	0,066	0,009	0,077	0,056	0,060	0,062	0,055	0,062	0,087	0,155	0,153	0,161	0,158	0,157	0,163	0,158
<b>Σ</b>	15,233	15,396	15,335	12,939	15,424	14,939	15,438	15,350	15,321	15,359	15,310	15,657	15,716	15,733	15,685	15,670	15,703	15,728
<b>Mg#</b>	79,543	76,350	76,973	69,318	73,632	60,987	70,930	77,242	79,825	76,492	77,407	58,749	58,826	58,985	59,697	59,610	58,997	59,186

**Çizelge A. 1 (devam) : Topçam Ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikleri.**

Sample	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	TC17-5 Amf	OK4-3 Amf	OK4-4 Amf	OK4-6 Amf	OK4-7 Amf	OK4-10 Amf	OK4-14 Amf	OK4-15 Amf
<b>SiO<sub>2</sub></b>	50,46	51,02	50,98	51,62	52,25	50,98	49,80	50,34	48,72	49,21	28,02	42,54	47,31	49,69	44,03	43,12	42,50	41,44
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,12	0,08	0,11	0,06	0,14	0,19	0,29	0,41	0,42	0,48	35,90	1,59	0,30	0,20	0,87	1,43	1,65	1,31
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	1,69	1,57	1,56	1,59	1,54	4,17	2,87	2,84	3,95	3,21	1,20	7,05	3,42	2,03	5,79	6,56	7,41	7,20
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	-0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,04	0,00	0,02	0,01	0,00	0,04	0,01
<b>FeO<sub>T</sub></b>	13,10	12,85	12,98	12,85	13,12	12,50	9,90	9,06	10,15	9,30	1,86	21,43	19,43	18,17	21,19	21,93	20,64	24,96
<b>MnO</b>	1,52	1,55	1,60	1,51	1,65	1,33	0,92	0,91	0,89	0,92	0,21	0,78	0,79	0,73	0,73	0,87	0,67	0,90
<b>NiO</b>	0,00	0,01	-0,01	0,04	-0,05	0,00	0,03	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04
<b>MgO</b>	14,46	14,35	14,66	14,72	14,61	14,53	16,62	17,36	17,92	17,93	0,00	7,90	10,57	11,68	8,60	8,24	8,43	5,98
<b>CaO</b>	12,20	12,37	12,37	12,26	12,12	11,85	12,35	12,13	10,50	11,41	27,43	10,36	10,82	10,80	10,67	10,05	10,38	10,01
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,27	0,24	0,23	0,19	0,26	0,59	0,71	0,82	0,68	0,77	0,02	2,18	1,42	1,04	1,87	2,11	2,16	2,09
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,15	0,13	0,15	0,12	0,15	0,18	0,31	0,28	0,26	0,24	0,00	0,93	0,42	0,27	0,92	0,87	1,00	0,93
<b>H<sub>2</sub>O</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σ</b>	93,97	94,18	94,58	94,97	95,78	96,34	93,81	94,15	93,55	93,49	94,63	94,83	94,52	94,64	94,67	95,19	94,87	94,88
<b>O</b>	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
<b>Si</b>	7,670	7,722	7,690	7,732	7,759	7,504	7,482	7,493	7,317	7,386	4,498	6,787	7,399	7,656	7,003	6,853	6,748	6,735
<b>Ti</b>	0,014	0,009	0,012	0,007	0,016	0,021	0,033	0,046	0,047	0,054	4,333	0,191	0,035	0,023	0,105	0,171	0,197	0,161
<b>Al</b>	0,302	0,280	0,278	0,281	0,270	0,724	0,508	0,498	0,699	0,567	0,227	1,325	0,631	0,369	1,085	1,229	1,386	1,379
<b>Cr</b>	0,000	0,000	-0,003	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,005	0,000	0,002	0,001	0,000	0,005	0,001
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	1,665	1,627	1,637	1,610	1,629	1,539	1,244	1,127	1,274	1,167	0,250	2,860	2,541	2,342	2,818	2,914	2,741	3,392
<b>Mn</b>	0,195	0,199	0,205	0,191	0,208	0,165	0,117	0,115	0,114	0,117	0,028	0,106	0,104	0,095	0,099	0,117	0,090	0,124
<b>Ni</b>	0,000	0,001	-0,001	0,005	-0,007	0,000	0,004	0,000	0,007	0,000	0,000	0,004	0,004	0,002	0,000	0,000	0,000	0,005
<b>Mg</b>	3,276	3,237	3,297	3,287	3,234	3,189	3,722	3,852	4,013	4,012	-0,001	1,879	2,465	2,683	2,039	1,952	1,996	1,448
<b>Ca</b>	1,987	2,006	1,999	1,968	1,929	1,869	1,988	1,935	1,689	1,835	4,718	1,771	1,814	1,784	1,818	1,712	1,765	1,743
<b>Na</b>	0,079	0,071	0,066	0,056	0,075	0,169	0,208	0,235	0,197	0,224	0,006	0,673	0,431	0,311	0,578	0,651	0,665	0,658
<b>K</b>	0,029	0,026	0,030	0,024	0,029	0,034	0,059	0,053	0,049	0,047	0,000	0,188	0,085	0,053	0,187	0,176	0,202	0,192
<b>Σ</b>	15,218	15,177	15,208	15,161	15,142	15,215	15,365	15,356	15,408	15,411	14,058	15,788	15,508	15,318	15,731	15,775	15,794	15,840
<b>Mg#</b>	66,302	66,551	66,819	67,121	66,499	67,450	74,954	77,359	75,898	77,464	-0,462	39,653	49,237	53,402	41,975	40,118	42,139	29,924

**Çizelge A. 1 (devam) : Topçam Ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçlarda Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikleri**

Sample	TC16-15	TC16-16	TC16-18	TC16-22	TC16-25	OC22-3	OC22-3	OC22-4	OC22-4	OC22-4	OC22-4	OC22-4	OC22-4	OC22-4	29BP11-1	29BP11-1
	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf
SiO <sub>2</sub>	51,21	51,88	51,93	51,20	49,85	31,32	51,05	46,15	49,52	49,68	49,90	49,05	49,52	50,35	49,07	57,24
TiO <sub>2</sub>	0,39	0,32	0,05	0,37	0,20	0,58	0,10	0,51	0,39	0,25	0,35	0,51	0,40	0,46	0,47	0,38
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	3,06	2,80	1,41	2,74	1,82	14,20	0,89	5,20	3,00	3,04	3,03	3,39	2,93	2,56	3,22	2,60
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
FeO <sub>T</sub>	9,25	9,38	13,77	9,25	12,00	18,61	9,88	13,13	11,98	12,23	12,19	12,50	12,30	12,00	12,63	11,62
MnO	1,01	1,13	1,57	1,30	1,38	0,34	0,96	0,72	0,97	1,09	1,05	1,02	1,00	0,92	1,07	0,81
NiO	0,00	0,08	0,00	0,01	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00	0,07	0,00	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00
MgO	17,46	17,15	14,00	16,85	14,70	18,47	12,78	13,75	15,83	15,77	15,96	15,63	15,74	16,02	15,60	14,15
CaO	11,95	12,00	12,08	11,61	11,90	0,99	21,43	10,89	10,71	10,64	10,90	10,89	10,91	11,05	10,74	10,17
Na <sub>2</sub> O	0,78	0,76	0,28	0,80	0,44	0,02	0,20	1,56	1,08	1,18	1,10	1,14	1,01	0,80	1,16	0,85
K <sub>2</sub> O	0,32	0,26	0,11	0,24	0,21	0,74	0,09	0,80	0,35	0,38	0,39	0,43	0,40	0,36	0,39	0,29
H <sub>2</sub> O	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
Σ	95,42	95,78	95,22	94,36	92,54	85,26	97,41	92,72	93,83	94,32	94,88	94,65	94,22	94,55	94,34	98,12
<b>O</b>	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
Si	7,512	7,581	7,784	7,592	7,660	5,394	7,566	7,170	7,488	7,487	7,474	7,392	7,476	7,546	7,419	8,074
Ti	0,043	0,035	0,005	0,041	0,023	0,075	0,012	0,060	0,044	0,029	0,039	0,058	0,045	0,052	0,053	0,041
Al	0,528	0,483	0,249	0,478	0,330	2,882	0,155	0,952	0,535	0,540	0,535	0,602	0,521	0,452	0,574	0,432
Cr	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>3+</sup>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
Fe <sup>2+</sup>	1,135	1,147	1,726	1,147	1,543	2,680	1,225	1,706	1,514	1,541	1,527	1,576	1,553	1,504	1,596	1,371
Mn	0,125	0,140	0,200	0,163	0,180	0,050	0,121	0,095	0,125	0,139	0,134	0,131	0,128	0,117	0,137	0,097
Ni	0,000	0,010	0,000	0,002	0,002	0,000	0,001	0,000	0,000	0,008	0,000	0,007	0,000	0,003	0,000	0,000
Mg	3,819	3,737	3,129	3,724	3,367	4,741	2,823	3,185	3,568	3,543	3,564	3,512	3,543	3,578	3,516	2,976
Ca	1,878	1,879	1,940	1,844	1,959	0,183	3,402	1,813	1,735	1,718	1,750	1,759	1,765	1,774	1,739	1,537
Na	0,222	0,217	0,082	0,230	0,130	0,008	0,058	0,470	0,315	0,345	0,319	0,334	0,294	0,234	0,339	0,232
K	0,059	0,048	0,020	0,046	0,042	0,163	0,017	0,159	0,068	0,072	0,075	0,082	0,078	0,069	0,075	0,052
Σ	15,321	15,275	15,137	15,266	15,238	16,175	15,382	15,609	15,393	15,423	15,417	15,456	15,404	15,328	15,448	14,811
Mg#	77,083	76,519	64,449	76,456	68,580	63,887	69,737	65,120	70,205	69,689	70,010	69,031	69,525	70,406	68,777	68,459



**Çizelge A. 1 (devam) : Topçam Ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoid Kayaçalarda Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikleri.**

Sample	OC22-4	OC20-5	OC20-8	OC20-16
	Amf	Amf	Amf	Amf
<b>SiO<sub>2</sub></b>	97,63	48,39	46,71	45,99
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,03	0,98	0,96	1,25
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,02	5,24	5,76	6,27
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,06	0,00	0,03	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,45	13,62	13,87	14,21
<b>MnO</b>	0,04	0,87	0,87	0,91
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,08	0,00
<b>MgO</b>	0,01	13,68	13,82	13,03
<b>CaO</b>	0,02	11,58	11,09	11,24
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,00	1,26	1,67	1,80
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,00	0,71	0,90	0,92
<b>H<sub>2</sub>O</b>	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>Σ</b>	98,25	96,32	95,76	95,64
<b>O</b>	23	23	23	23
<b>Si</b>	11,465	7,222	7,061	6,986
<b>Ti</b>	0,003	0,110	0,110	0,143
<b>Al</b>	0,002	0,922	1,026	1,122
<b>Cr</b>	0,006	0,000	0,004	0,000
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,044	1,700	1,753	1,806
<b>Mn</b>	0,004	0,110	0,111	0,117
<b>Ni</b>	0,000	0,000	0,010	0,000
<b>Mg</b>	0,002	3,042	3,114	2,951
<b>Ca</b>	0,002	1,852	1,796	1,829
<b>Na</b>	0,000	0,364	0,488	0,530
<b>K</b>	0,000	0,134	0,173	0,179
<b>Σ</b>	11,528	15,456	15,645	15,664
<b>Mg#</b>	4,413	64,159	63,979	62,042

**Çizelge A. 1 (devam) : Topçam Ve Çambaşı Plotlarındaki Grinitoyid Kayaçlarada Gözlenen Amfibollerin Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	TC17-7	TC17-8	TC17-16	TC11-11	TC11-12	TC11-17	TC11-18	TC8-2	TC8-	TC8-9	TC8-10	TC8-17	TC8-19	TC8-24	OC12-25	OC12-26	
	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	Amf	
<b>SiO<sub>2</sub></b>	46,88	50,82	48,27	51,17	52,06	52,30	52,88	53,54	53,05	53,04	51,11	53,46	54,18	53,02	53,87	52,98	
<b>TiO<sub>2</sub></b>	1,15	0,08	0,86	0,11	0,03	0,05	0,06	0,09	0,14	0,12	0,10	0,05	0,09	0,15	0,17	0,15	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	5,61	2,47	4,86	3,01	2,68	1,70	2,40	2,03	1,51	2,59	3,64	1,40	1,34	2,26	2,13	2,91	
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,02	0,02	0,01	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	
<b>Fe<sub>T</sub>O</b>	13,25	14,44	12,59	12,79	14,95	16,09	9,86	8,78	8,88	8,11	9,96	11,28	7,75	7,99	9,01	9,42	
<b>MnO</b>	0,90	1,28	1,07	0,81	1,41	0,97	0,99	0,92	0,77	0,61	0,58	0,71	0,62	0,53	0,46	0,52	
<b>NiO</b>	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	
<b>MgO</b>	14,15	13,40	14,71	14,74	12,85	12,96	16,05	17,82	17,47	18,06	17,06	16,09	18,74	18,51	17,35	17,09	
<b>CaO</b>	10,68	12,10	11,50	12,74	11,99	12,43	12,78	11,58	12,44	12,57	12,02	12,57	12,27	11,89	12,43	12,58	
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	1,65	0,50	1,34	0,52	0,27	0,23	0,25	0,66	0,40	0,85	1,01	0,35	0,58	0,82	0,93	1,06	
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,67	0,18	0,60	0,13	0,14	0,10	0,14	0,25	0,14	0,23	0,28	0,08	0,15	0,23	0,33	0,41	
<b>H<sub>2</sub>O</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>Σ</b>	94,97	95,32	95,81	96,08	96,39	96,85	95,43	95,68	94,81	96,21	95,79	96,00	95,77	95,40	96,69	97,13	
<b>O</b>	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23	23
<b>Si</b>	7,101	7,646	7,218	7,569	7,727	7,766	7,739	7,759	7,776	7,646	7,482	7,814	7,805	7,685	7,745	7,621	
<b>Ti</b>	0,131	0,009	0,097	0,013	0,004	0,006	0,006	0,009	0,015	0,013	0,011	0,006	0,010	0,016	0,018	0,016	
<b>Al</b>	1,001	0,438	0,857	0,524	0,469	0,298	0,415	0,347	0,261	0,440	0,627	0,242	0,228	0,387	0,360	0,493	
<b>Cr</b>	0,002	0,003	0,001	0,006	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,003	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,001	
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	1,678	1,817	1,575	1,582	1,856	1,998	1,207	1,064	1,089	0,978	1,220	1,379	0,934	0,968	1,084	1,133	
<b>Mn</b>	0,116	0,163	0,135	0,102	0,177	0,122	0,123	0,112	0,096	0,074	0,071	0,088	0,076	0,065	0,056	0,063	
<b>Ni</b>	0,000	0,004	0,000	0,000	0,000	0,004	0,000	0,002	0,000	0,001	0,004	0,000	0,003	0,000	0,002	0,000	
<b>Mg</b>	3,195	3,005	3,278	3,250	2,844	2,868	3,501	3,850	3,818	3,881	3,723	3,505	4,025	4,001	3,719	3,664	
<b>Ca</b>	1,732	1,950	1,843	2,020	1,907	1,978	2,005	1,798	1,954	1,942	1,886	1,969	1,893	1,847	1,914	1,939	
<b>Na</b>	0,485	0,147	0,388	0,150	0,077	0,065	0,070	0,185	0,115	0,239	0,287	0,099	0,163	0,230	0,258	0,297	
<b>K</b>	0,130	0,035	0,115	0,025	0,027	0,018	0,026	0,046	0,026	0,042	0,052	0,016	0,027	0,042	0,061	0,076	
<b>Σ</b>	15,573	15,215	15,507	15,241	15,087	15,121	15,095	15,174	15,149	15,259	15,364	15,117	15,165	15,242	15,216	15,302	
<b>Mg#</b>	65,564	62,322	67,548	67,269	60,506	58,945	74,358	78,345	77,809	79,880	75,324	71,769	81,160	80,513	77,435	76,389	

**Çizelge A. 2 : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoid Kayaçalarda Gözlenen Biyotitlerin Mikroprob Özellikleri.**

Sample	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4
	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit
<b>SiO<sub>2</sub></b>	28,76	34,65	36,32	35,75	35,88	35,90	35,82	35,86	35,82	35,94	34,66	36,03	36,15	36,27	36,34	35,96	36,23	36,49
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,88	3,65	3,72	3,74	3,81	3,81	3,80	3,79	3,82	3,96	3,04	3,85	3,80	3,88	3,69	3,84	3,79	3,87
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	15,29	11,47	12,27	12,30	12,33	12,62	12,38	12,68	12,66	12,68	12,88	12,41	12,34	12,37	12,26	12,66	12,37	12,38
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,01	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03
<b>FeO<sub>T</sub></b>	16,13	13,60	13,47	13,61	13,55	13,71	13,91	14,19	14,18	14,06	13,74	14,25	13,93	13,87	14,14	13,93	13,93	13,46
<b>MnO</b>	0,74	0,60	0,50	0,54	0,46	0,55	0,48	0,50	0,46	0,38	0,39	0,46	0,41	0,40	0,40	0,44	0,33	0,53
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,03	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,02
<b>MgO</b>	19,05	15,55	16,32	15,76	15,95	15,85	15,51	15,71	15,53	15,41	17,43	15,68	15,78	15,60	15,63	16,05	15,77	16,04
<b>CaO</b>	0,25	0,07	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,04	0,13	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,01	0,02
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,25	0,13	0,16	0,18	0,21	0,26	0,21	0,20	0,20	0,33	0,16	0,24	0,28	0,35	0,33	0,35	0,35	0,28
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,46	7,77	8,91	9,00	8,84	8,88	8,94	8,77	8,82	8,91	6,70	8,94	8,88	8,88	8,82	8,38	8,73	8,52
<b>Σ</b>	81,82	87,50	91,69	90,89	91,08	91,57	91,10	91,75	91,52	91,77	89,14	91,87	91,59	91,66	91,63	91,61	91,55	91,64
<b>Si</b>	2,449	2,817	2,818	2,807	2,806	2,795	2,807	2,790	2,794	2,795	2,742	2,803	2,814	2,820	2,828	2,791	2,818	2,825
<b>Ti</b>	0,056	0,223	0,217	0,221	0,224	0,223	0,224	0,222	0,224	0,232	0,181	0,225	0,222	0,227	0,216	0,224	0,222	0,225
<b>Al</b>	1,534	1,099	1,122	1,138	1,136	1,158	1,144	1,163	1,164	1,162	1,201	1,138	1,132	1,133	1,125	1,158	1,134	1,130
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	1,149	0,925	0,874	0,893	0,886	0,892	0,912	0,923	0,925	0,915	0,909	0,927	0,907	0,902	0,920	0,904	0,906	0,872
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,053	0,041	0,033	0,036	0,031	0,036	0,032	0,033	0,030	0,025	0,026	0,030	0,027	0,027	0,026	0,029	0,022	0,035
<b>Mn</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,002	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,002	0,001
<b>Ni</b>	2,418	1,885	1,887	1,844	1,859	1,839	1,812	1,822	1,806	1,787	2,055	1,818	1,832	1,808	1,813	1,857	1,829	1,851
<b>Ca</b>	0,023	0,006	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,002	0,000	0,003	0,011	0,000	0,002	0,001	0,002	0,000	0,001	0,002
<b>Na</b>	0,040	0,021	0,024	0,028	0,032	0,039	0,032	0,031	0,031	0,050	0,025	0,036	0,042	0,053	0,050	0,052	0,053	0,042
<b>K</b>	0,049	0,806	0,882	0,901	0,882	0,882	0,894	0,870	0,878	0,884	0,677	0,887	0,882	0,880	0,875	0,830	0,866	0,842
<b>Σ</b>	7,773	7,824	7,857	7,868	7,859	7,864	7,860	7,857	7,854	7,858	7,828	7,865	7,859	7,853	7,856	7,846	7,853	7,826
<b>Mg#</b>	67,795	67,084	68,344	67,366	67,725	67,328	66,523	66,373	66,128	66,148	69,325	66,232	66,882	66,723	66,337	67,249	66,865	67,984

**Çizelge A. 2 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçlarda Gözlenen Biyotitlerin Mikroprob Özellikleri.**

Sample	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	TC17-4	OC12-20	OC12-23	OC12-23	OC12-24	OC12-4c	OC12-4r	OC12-25	OC12-26	OC12-27	
	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit										
<b>SiO<sub>2</sub></b>	36,59	35,50	36,90	36,74	36,07	30,61	43,36	38,51	38,58	37,28	38,67	38,54	38,30	37,37	37,88	37,97	
<b>TiO<sub>2</sub></b>	3,74	3,43	3,58	3,39	3,18	0,64	1,35	2,94	3,71	2,36	1,98	3,88	3,90	3,50	3,54	3,16	
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	12,67	12,52	12,23	12,08	12,83	15,31	16,47	12,68	12,64	13,43	12,65	11,75	11,82	11,62	11,64	12,05	
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,03	0,04	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	
<b>FeO<sub>T</sub></b>	13,62	14,13	13,32	13,24	13,90	16,80	10,40	13,23	12,96	13,45	12,24	15,28	15,29	17,90	17,47	18,14	
<b>MnO</b>	0,49	0,47	0,56	0,53	0,40	0,72	0,22	0,29	0,32	0,46	0,33	0,39	0,40	0,59	0,57	0,60	
<b>NiO</b>	0,00	0,05	0,01	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	
<b>MgO</b>	16,01	15,90	16,36	16,51	17,16	20,21	7,18	16,73	16,89	17,67	17,62	14,84	14,73	12,99	13,41	13,08	
<b>CaO</b>	0,02	1,25	0,02	0,08	0,03	0,11	0,79	0,00	0,02	0,06	0,00	0,00	0,04	0,00	0,01	0,02	
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,27	0,30	0,25	0,23	0,22	0,07	4,71	0,26	0,19	0,13	0,14	0,13	0,30	0,08	0,06	0,08	
<b>K<sub>2</sub>O</b>	8,75	8,02	8,91	8,17	7,48	1,00	5,92	9,29	9,32	7,95	9,65	9,50	9,14	9,40	9,27	9,32	
<b>Σ</b>	92,16	91,61	92,18	91,06	91,28	85,50	90,42	93,94	94,66	92,82	93,32	94,31	93,91	93,45	93,86	94,43	
<b>Si</b>	2,819	2,769	2,843	2,852	2,791	2,496	3,252	2,895	2,876	2,826	2,917	2,922	2,914	2,906	2,919	2,916	
<b>Ti</b>	0,217	0,201	0,207	0,198	0,185	0,039	0,076	0,166	0,208	0,135	0,113	0,221	0,223	0,205	0,205	0,183	
<b>Al</b>	1,151	1,151	1,110	1,105	1,170	1,472	1,456	1,124	1,111	1,199	1,125	1,050	1,059	1,065	1,057	1,091	
<b>Cr</b>	0,000	0,002	0,003	0,004	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	
<b>Fe<sup>3+</sup></b>	0,878	0,922	0,858	0,860	0,900	1,146	0,653	0,832	0,808	0,852	0,772	0,969	0,973	1,164	1,126	1,165	
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,032	0,031	0,037	0,035	0,026	0,050	0,014	0,019	0,020	0,030	0,021	0,025	0,026	0,039	0,037	0,039	
<b>Mn</b>	0,000	0,003	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	
<b>Ni</b>	1,840	1,848	1,878	1,911	1,979	2,457	0,803	1,876	1,877	1,997	1,981	1,677	1,670	1,506	1,540	1,498	
<b>Ca</b>	0,001	0,105	0,002	0,007	0,002	0,010	0,064	0,000	0,002	0,005	0,000	0,000	0,003	0,000	0,001	0,001	
<b>Na</b>	0,040	0,046	0,037	0,034	0,033	0,011	0,686	0,038	0,027	0,020	0,020	0,019	0,045	0,013	0,009	0,013	
<b>K</b>	0,860	0,798	0,876	0,810	0,739	0,104	0,567	0,891	0,886	0,769	0,928	0,918	0,887	0,932	0,911	0,914	
<b>Σ</b>	7,838	7,876	7,850	7,817	7,825	7,785	7,570	7,841	7,817	7,833	7,881	7,801	7,800	7,829	7,807	7,819	
<b>Mg#</b>	67,701	66,725	68,644	68,975	68,753	68,195	55,175	69,272	69,907	70,085	71,948	63,377	63,19	6	56,405	57,773	56,253

**Çizelge A. 2 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Biyotitlerin Mikroprob Özellikleri.**

Sample	OC22-12	OC22-17	OC22-20	OC22-21
	Biyotit	Biyotit	Biyotit	Biyotit
SiO <sub>2</sub>	38,44	38,18	37,83	37,99
TiO <sub>2</sub>	3,40	3,73	3,38	2,96
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	11,22	11,73	11,65	11,50
Cr <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,00	0,02	0,04	0,00
FeO <sub>T</sub>	15,69	16,16	16,22	15,61
MnO	0,40	0,38	0,32	0,30
NiO	0,04	0,01	0,00	0,00
MgO	14,81	14,58	14,50	14,62
CaO	0,05	0,02	0,00	0,09
Na <sub>2</sub> O	0,10	0,16	0,07	0,09
K <sub>2</sub> O	8,97	9,28	9,43	8,81
Σ	93,11	94,24	93,45	91,98
Si	2,951	2,909	2,912	2,950
Ti	0,196	0,214	0,196	0,173
Al	1,015	1,053	1,057	1,052
Cr	0,000	0,001	0,003	0,000
Fe <sup>3+</sup>	1,008	1,030	1,044	1,014
Fe <sup>2+</sup>	0,026	0,025	0,021	0,020
Mn	0,002	0,001	0,000	0,000
Ni	1,695	1,655	1,664	1,692
Ca	0,004	0,001	0,000	0,007
Na	0,014	0,023	0,011	0,014
K	0,878	0,902	0,925	0,873
Σ	7,791	7,813	7,831	7,795
Mg#	62,719	61,648	61,447	62,537

**Çizelge A. 3 :** Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçlarada Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.

<b>Sample</b>	OC12-1 Feldspat	OC12-2 Feldspat	OC12-3 Feldspat
<b>SiO<sub>2</sub></b>	68,25	88,47	66,45
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,00	0,01	0,00
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	20,00	4,99	19,45
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,03	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,11	0,06	0,08
<b>MnO</b>	0,02	0,02	0,01
<b>NiO</b>	0,03	0,01	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,09	0,00
<b>CaO</b>	0,67	0,18	0,66
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	10,92	1,82	9,51
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,21	1,20	2,64
<b>Σ</b>	100,21	96,88	98,80
<b>Si</b>	2,976	3,750	2,970
<b>Ti</b>	0,000	0,000	0,000
<b>Al</b>	1,028	0,249	1,025
<b>Cr</b>	0,000	0,001	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,004	0,002	0,003
<b>Ca</b>	0,031	0,008	0,031
<b>Na</b>	0,923	0,150	0,824
<b>K</b>	0,012	0,065	0,151
<b>Σ</b>	4,977	4,232	5,005
<b>Al</b>	95,521	67,188	81,911
<b>An</b>	3,259	3,629	3,120
<b>Or</b>	1,220	29,183	14,969

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

Sample	OCA22-	OCA22-	OCA22-	OCA22-	OCA22-	OCA22-	OCA22-	OCA22-
	10	13	14	15	16	18	19	22
	Feldspat	Feldspat	Feldspat	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	56,79	63,85	66,11	58,30	54,14	63,56	63,38	55,86
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,08	0,00	0,01	0,02	0,00	0,03	0,02	0,02
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	26,19	17,95	19,24	24,01	27,21	17,88	18,91	26,19
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,03	0,01	0,04	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,23	0,09	0,03	0,24	0,22	0,21	0,12	0,32
<b>MnO</b>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,02
<b>NiO</b>	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
<b>CaO</b>	8,75	0,00	0,41	6,14	10,36	0,11	0,74	8,63
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	6,49	0,62	8,53	7,67	5,72	1,59	3,85	6,57
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,21	15,29	4,58	0,12	0,23	13,94	10,29	0,20
<b>Σ</b>	98,77	97,85	98,95	96,55	97,89	97,38	97,37	97,82
<b>Si</b>	2,581	3,006	2,972	2,690	2,498	2,999	2,957	2,567
<b>Ti</b>	0,003	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,001
<b>Al</b>	1,403	0,996	1,020	1,305	1,480	0,994	1,040	1,418
<b>Cr</b>	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,009	0,004	0,001	0,009	0,008	0,008	0,005	0,012
<b>Ca</b>	0,426	0,000	0,020	0,304	0,512	0,005	0,037	0,425
<b>Na</b>	0,572	0,056	0,743	0,686	0,512	0,145	0,349	0,586
<b>K</b>	0,012	0,919	0,262	0,007	0,014	0,839	0,613	0,012
<b>Σ</b>	5,007	4,983	5,020	5,004	5,024	4,995	5,003	5,022
<b>Al</b>	56,623	5,770	72,470	68,825	49,327	14,693	34,922	57,304
<b>An</b>	42,166	0,000	1,945	30,449	49,364	0,553	3,706	41,549
<b>Or</b>	1,210	94,230	25,586	0,725	1,310	84,754	61,372	1,147

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri**

Sample	TC16-1	TC16-2	TC16-3	TC16-6	TC16-8	TC16-9	TC16-10	TC16-17	TC16-20	TC16-24	OC22-1	OC22-1	OC22-1	OC22-1	OC22-1	OC22-1	OC22-1
	Feldspat	Feldspa t	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r	Feldspa r
<b>SiO<sub>2</sub></b>	64,32	56,74	57,36	63,87	58,20	60,07	63,54	56,13	63,78	63,13	55,20	54,18	51,14	52,25	52,19	51,70	51,03
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,03	0,01	0,00	0,00	0,05	0,01	0,02	0,04	0,03	0,03	0,05	0,08	0,03	0,06	0,02	0,00	0,02
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	18,35	25,22	24,97	17,92	24,49	22,91	18,63	25,93	18,64	17,67	24,70	25,42	27,28	26,65	26,36	26,43	27,68
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,04	0,01	0,00	0,03	0,03	0,00	0,00	0,05	0,01	0,04	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,19	0,40	0,32	0,03	0,33	0,30	0,27	0,37	0,15	0,03	0,28	0,45	0,22	0,31	0,24	0,26	0,27
<b>MnO</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
<b>NiO</b>	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
<b>CaO</b>	0,53	8,40	8,23	0,01	7,36	5,49	0,62	8,81	0,63	0,00	7,80	8,94	10,75	10,38	9,78	10,29	11,48
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	3,67	6,40	6,67	0,78	6,97	8,00	3,65	6,45	3,60	0,20	7,03	6,12	5,00	5,36	5,61	5,35	4,47
<b>K<sub>2</sub>O</b>	10,88	0,45	0,29	15,05	0,48	0,33	10,48	0,27	10,51	15,22	0,14	0,33	0,27	0,33	0,29	0,24	0,26
<b>Σ</b>	98,02	97,66	97,86	97,68	97,91	97,15	97,23	98,10	97,37	96,36	95,20	95,55	94,72	95,38	94,52	94,32	95,24
<b>Si</b>	2,985	2,610	2,628	3,008	2,660	2,749	2,970	2,574	2,974	3,014	2,556	2,445	2,480	2,495	2,480	2,429	2,556
<b>Ti</b>	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,003	0,001	0,002	0,001	0,000	0,001	0,003
<b>Al</b>	1,004	1,367	1,348	0,995	1,319	1,236	1,026	1,402	1,025	0,994	1,414	1,537	1,491	1,485	1,494	1,552	1,414
<b>Cr</b>	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002	0,000	0,002	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,007	0,015	0,012	0,001	0,013	0,011	0,011	0,014	0,006	0,001	0,018	0,009	0,012	0,010	0,011	0,011	0,018
<b>Ca</b>	0,026	0,414	0,404	0,000	0,360	0,269	0,031	0,433	0,032	0,000	0,452	0,551	0,528	0,501	0,529	0,586	0,452
<b>Na</b>	0,330	0,570	0,593	0,072	0,618	0,710	0,331	0,573	0,325	0,018	0,560	0,464	0,494	0,520	0,497	0,413	0,560
<b>K</b>	0,644	0,026	0,017	0,904	0,028	0,019	0,625	0,016	0,625	0,927	0,020	0,016	0,020	0,017	0,014	0,016	0,020
<b>Σ</b>	4,999	5,004	5,003	4,982	5,001	4,997	4,994	5,017	4,988	4,960	5,023	5,024	5,028	5,030	5,028	5,008	5,023
<b>Al</b>	32,985	56,441	58,462	7,339	61,410	71,079	33,515	56,088	33,139	1,932	61,489	54,293	44,969	47,392	50,074	47,791	40,709
<b>An</b>	2,628	40,973	39,854	0,047	35,814	26,981	3,160	42,379	3,214	0,000	37,721	43,801	53,437	50,691	48,243	50,826	57,749
<b>Or</b>	64,387	2,586	1,685	92,615	2,775	1,940	63,325	1,534	63,647	98,068	0,791	1,906	1,594	1,917	1,683	1,383	1,542



**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	OC22-1 Feldspat	OC22-1 Feldspat	OC22-1 Feldspat	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	51,13	46,24	52,19	52,22	52,47	50,69	51,68	51,36	52,00	56,12	53,28	52,14	54,65	59,85	59,72	64,46	61,52	62,52
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,00	0,00	0,05	0,08	0,02	0,04	0,23	0,09	0,03	0,00	0,02	0,01	0,03	0,04	0,07	0,04	0,02	0,02
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	26,58	30,20	26,67	26,18	25,31	27,14	26,38	25,89	25,64	24,77	25,00	25,40	23,28	17,37	17,67	18,94	15,22	19,42
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,05	0,00	0,00	0,01	0,02
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,46	0,29	0,34	0,52	0,22	0,20	0,34	0,26	0,24	0,75	0,31	0,19	0,28	0,26	0,58	0,35	0,13	0,07
<b>MnO</b>	0,04	0,00	0,02	0,01	0,03	0,01	0,02	0,00	0,02	0,05	0,04	0,00	0,00	0,02	0,04	0,03	0,00	0,03
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,03	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,47	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00
<b>CaO</b>	9,65	14,82	10,19	10,13	8,87	10,76	9,94	9,65	9,57	3,87	8,73	9,21	6,30	0,04	0,14	1,97	0,02	1,32
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	4,82	2,97	5,20	5,19	6,02	4,91	5,61	5,70	5,50	6,13	6,19	5,83	7,84	0,88	1,47	8,47	0,57	9,98
<b>K<sub>2</sub>O</b>	1,04	0,11	0,31	0,38	0,43	0,33	0,32	0,35	0,35	2,72	0,38	0,22	0,29	14,44	13,89	0,71	14,25	1,22
<b>Σ</b>	93,76	94,64	94,97	94,75	93,38	94,11	94,59	93,31	93,34	94,88	93,95	93,03	92,72	92,97	93,59	94,97	91,74	94,59
<b>Si</b>	2,473	2,243	2,484	2,495	2,536	2,441	2,476	2,491	2,515	2,653	2,557	2,527	2,645	2,976	2,954	2,971	3,081	2,919
<b>Ti</b>	0,000	0,000	0,002	0,003	0,001	0,001	0,008	0,003	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
<b>Al</b>	1,515	1,726	1,496	1,474	1,441	1,540	1,489	1,480	1,462	1,380	1,414	1,451	1,328	1,018	1,030	1,029	0,898	1,068
<b>Cr</b>	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,000	0,000	0,000	0,001
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,019	0,012	0,014	0,021	0,009	0,008	0,014	0,010	0,010	0,030	0,012	0,008	0,011	0,011	0,024	0,014	0,005	0,003
<b>Ca</b>	0,500	0,770	0,520	0,519	0,459	0,555	0,510	0,502	0,496	0,196	0,449	0,478	0,327	0,002	0,007	0,097	0,001	0,066
<b>Na</b>	0,452	0,279	0,480	0,481	0,564	0,458	0,521	0,536	0,516	0,562	0,576	0,548	0,735	0,084	0,141	0,757	0,056	0,903
<b>K</b>	0,064	0,007	0,019	0,023	0,026	0,020	0,020	0,021	0,022	0,164	0,023	0,013	0,018	0,916	0,876	0,042	0,911	0,073
<b>Σ</b>	5,027	5,037	5,015	5,017	5,038	5,027	5,042	5,044	5,022	5,020	5,034	5,027	5,066	5,013	5,037	4,913	4,952	5,034
<b>Al</b>	44,484	26,439	47,136	47,008	53,741	44,316	49,610	50,588	49,931	60,952	54,956	52,721	68,098	8,429	13,782	84,509	5,744	86,703
<b>An</b>	49,187	72,894	51,045	50,727	43,745	53,717	48,534	47,382	47,980	21,251	42,832	46,000	30,266	0,229	0,731	10,832	0,094	6,316
<b>Or</b>	6,329	0,667	1,820	2,265	2,515	1,966	1,856	2,030	2,089	17,798	2,213	1,279	1,637	91,343	85,487	4,658	94,162	6,981

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	OC22-1 Feldspat	OC22-1 Feldspat	OC22-1 Feldspat	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-1 Feldspar	OC22-2 Feldspar	OC22-2 Feldspar	OC22-2 Feldspar	OC22-2 Feldspar	OC22-2 Feldspar	OC22-2 Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	59,04	59,84	58,64	58,63	58,77	59,76	59,73	63,06	60,01	59,37	59,05	59,85	59,00	58,91	58,23	59,61	7,84	60,83
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,07	0,01	0,08	0,00	0,05	0,08	0,13	0,03	0,02	0,05	0,06	0,06	0,24	0,05	0,08	0,05	0,04	0,07
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	17,73	17,22	17,69	17,01	18,29	17,70	18,03	18,93	17,69	18,22	18,21	18,89	18,56	18,57	18,28	18,47	20,54	18,08
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,52	0,19	0,22	0,11	0,15	0,08	0,35	0,05	0,13	0,26	0,13	0,12	0,39	0,19	0,15	0,14	6,44	0,11
<b>MnO</b>	0,09	0,02	0,15	0,00	0,03	0,01	0,02	0,00	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,04	0,00	0,00	0,02	0,00
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,02	0,01	0,03	0,00	0,04	0,00	0,06	0,00	0,03	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,06	0,01
<b>MgO</b>	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02
<b>CaO</b>	0,47	0,00	0,47	0,08	0,86	0,19	0,73	0,81	0,36	0,86	0,86	1,05	1,06	0,86	0,83	0,76	0,97	0,84
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	2,81	0,72	2,88	1,05	3,18	2,12	3,52	9,85	2,22	3,69	3,75	5,16	3,94	3,84	3,51	3,63	0,60	3,79
<b>K<sub>2</sub>O</b>	10,39	14,81	11,34	13,93	10,16	13,00	10,39	1,39	12,03	9,73	9,39	7,41	8,85	9,31	9,70	9,66	1,66	9,99
<b>Σ</b>	91,13	92,81	91,52	90,80	91,53	92,93	92,95	94,14	92,54	92,22	91,50	92,56	92,09	91,77	90,78	92,35	38,18	93,75
<b>Si</b>	2,954	2,983	2,940	2,980	2,927	2,959	2,937	2,950	2,969	2,932	2,933	2,917	2,911	2,918	2,921	2,933	1,042	2,953
<b>Ti</b>	0,003	0,000	0,003	0,000	0,002	0,003	0,005	0,001	0,001	0,002	0,002	0,002	0,009	0,002	0,003	0,002	0,004	0,003
<b>Al</b>	1,045	1,012	1,045	1,019	1,074	1,033	1,045	1,044	1,031	1,061	1,066	1,085	1,079	1,084	1,081	1,071	3,217	1,034
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,022	0,008	0,009	0,004	0,006	0,003	0,014	0,002	0,006	0,011	0,005	0,005	0,016	0,008	0,006	0,006	0,716	0,005
<b>Ca</b>	0,025	0,000	0,025	0,004	0,046	0,010	0,038	0,041	0,019	0,045	0,046	0,055	0,056	0,046	0,044	0,040	0,138	0,044
<b>Na</b>	0,273	0,070	0,280	0,103	0,307	0,204	0,336	0,893	0,213	0,353	0,361	0,488	0,377	0,369	0,341	0,346	0,155	0,357
<b>K</b>	0,663	0,942	0,725	0,903	0,646	0,821	0,652	0,083	0,759	0,613	0,595	0,461	0,557	0,588	0,621	0,606	0,281	0,618
<b>Σ</b>	4,989	5,017	5,037	5,014	5,010	5,034	5,030	5,014	5,000	5,018	5,010	5,013	5,008	5,016	5,017	5,006	5,563	5,015
<b>Al</b>	28,378	6,923	27,184	10,208	30,733	19,702	32,730	87,861	21,477	34,893	36,020	48,614	38,099	36,766	33,886	34,892	27,011	34,995
<b>An</b>	2,624	0,000	2,434	0,416	4,599	0,972	3,738	4,007	1,913	4,477	4,546	5,460	5,655	4,550	4,420	4,053	23,999	4,298
<b>Or</b>	68,998	93,077	70,382	89,376	64,668	79,325	63,532	8,133	76,610	60,630	59,433	45,926	56,247	58,684	61,694	61,055	48,991	60,708

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	OC22-2 Feldspat	OC22-2 Feldspat	TC17-1 Feldspat	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	59,15	59,77	58,64	64,00	62,77	59,19	59,54	59,42	59,89	60,03	57,59	59,88	60,90	54,85	62,48	58,93	55,16	58,81
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,04	0,07	0,08	0,03	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,02	0,04	0,01	0,02	0,01	0,01	0,03
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	18,06	17,76	17,69	22,13	22,37	24,76	24,68	24,53	24,33	24,15	25,92	24,32	23,58	24,25	22,86	25,00	25,42	25,74
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,16	0,13	0,22	0,30	0,29	0,40	0,43	0,40	0,41	0,46	0,41	0,40	0,44	0,44	0,35	0,44	0,36	0,46
<b>MnO</b>	0,03	0,00	0,15	0,01	0,00	0,01	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,05	0,03	0,00	0,00	0,00
<b>NiO</b>	0,00	0,06	0,02	0,02	0,00	0,00	0,04	0,01	0,03	0,04	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,62	0,34	0,02	0,14	0,02
<b>CaO</b>	0,80	0,56	0,47	4,00	4,45	6,95	6,93	6,76	6,63	6,43	8,21	6,40	6,25	1,42	6,18	7,59	5,42	7,25
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	3,33	3,11	2,88	9,37	8,84	7,43	7,44	7,53	7,65	7,65	6,82	7,84	7,35	11,69	7,30	7,22	8,37	7,31
<b>K<sub>2</sub>O</b>	9,79	11,00	11,34	0,39	0,43	0,45	0,50	0,57	0,60	0,57	0,44	0,70	0,83	0,29	0,35	0,43	0,90	0,70
<b>Σ</b>	91,35	92,47	91,52	100,25	99,15	99,21	99,65	99,29	99,54	99,36	99,44	99,62	99,42	93,62	99,94	99,64	95,82	100,34
<b>Si</b>	2,943	2,954	2,940	2,828	2,806	2,668	2,673	2,677	2,691	2,700	2,602	2,690	2,732	2,628	2,774	2,651	2,591	2,630
<b>Ti</b>	0,001	0,003	0,003	0,001	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001
<b>Al</b>	1,059	1,035	1,045	1,152	1,179	1,315	1,306	1,303	1,288	1,280	1,380	1,288	1,247	1,370	1,196	1,325	1,407	1,357
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,007	0,006	0,009	0,011	0,011	0,015	0,016	0,015	0,015	0,017	0,015	0,015	0,017	0,018	0,013	0,016	0,014	0,017
<b>Ca</b>	0,043	0,030	0,025	0,189	0,213	0,336	0,334	0,327	0,319	0,310	0,397	0,308	0,300	0,073	0,294	0,366	0,273	0,348
<b>Na</b>	0,321	0,298	0,280	0,802	0,766	0,649	0,648	0,658	0,667	0,667	0,597	0,683	0,639	1,086	0,629	0,629	0,763	0,634
<b>K</b>	0,621	0,694	0,725	0,022	0,025	0,026	0,029	0,033	0,034	0,033	0,025	0,040	0,047	0,018	0,020	0,025	0,054	0,040
<b>Σ</b>	4,997	5,021	5,037	5,007	5,000	5,011	5,011	5,016	5,016	5,010	5,019	5,027	4,986	5,238	4,951	5,014	5,113	5,028
<b>Al</b>	32,610	29,166	27,184	79,143	76,336	64,224	64,129	64,693	65,373	66,066	58,575	66,237	64,781	92,293	66,724	61,727	70,012	62,068
<b>An</b>	4,333	2,912	2,434	18,666	21,214	33,232	33,025	32,099	31,267	30,694	38,955	29,883	30,419	6,216	31,192	35,867	25,039	34,017
<b>Or</b>	63,057	67,922	70,382	2,191	2,450	2,544	2,846	3,208	3,360	3,239	2,470	3,880	4,800	1,491	2,083	2,405	4,949	3,915

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	TC17-1 Feldspat	TC17-1 Feldspat	TC17-1 Feldspat	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-1 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	61,68	57,89	60,02	58,53	56,11	62,21	60,76	60,29	59,93	59,33	63,26	62,85	63,26	63,49	60,02	63,64	65,96	63,53
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,00	0,03	0,01	0,00	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,03	0,01	0,00	0,01	0,02	0,20	0,02	0,00	0,01
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	26,77	25,80	24,81	24,78	26,64	24,78	23,67	23,88	24,14	25,70	18,25	20,16	18,35	17,90	17,89	18,15	20,50	18,27
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	0,00	0,03	0,04	0,03	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,39	0,47	0,34	0,40	0,40	0,24	0,39	0,42	0,35	0,47	0,06	0,14	0,05	0,08	5,25	0,01	0,01	0,08
<b>MnO</b>	0,03	0,02	0,04	0,03	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,00	0,10	0,00	0,00	0,03
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,07	0,00	0,04
<b>MgO</b>	0,06	0,00	0,02	0,00	0,00	0,11	0,01	0,00	0,02	0,11	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01
<b>CaO</b>	6,89	7,93	5,71	7,28	8,54	3,40	6,32	6,41	6,36	3,41	0,05	1,36	0,03	0,02	0,21	0,02	1,49	0,18
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	8,56	7,02	8,05	7,16	7,13	7,71	7,58	7,71	7,66	7,46	3,10	8,00	0,80	0,57	1,27	0,81	10,92	1,43
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,46	0,42	0,47	0,53	0,35	2,19	0,60	0,58	0,51	2,01	12,24	5,07	15,04	15,37	13,30	15,40	0,26	14,21
<b>Σ</b>	104,84	99,58	99,46	98,73	99,29	100,71	99,33	99,33	98,99	98,56	97,00	97,65	97,55	97,49	98,24	98,13	99,16	97,81
<b>Si</b>	2,637	2,611	2,690	2,655	2,550	2,747	2,728	2,711	2,702	2,683	2,982	2,890	2,987	3,003	2,886	2,993	2,923	2,986
<b>Ti</b>	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,007	0,001	0,000	0,000
<b>Al</b>	1,349	1,371	1,311	1,325	1,427	1,289	1,252	1,265	1,283	1,370	1,014	1,092	1,021	0,998	1,014	1,006	1,071	1,012
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,000	0,001	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,014	0,018	0,013	0,015	0,015	0,009	0,015	0,016	0,013	0,018	0,002	0,005	0,002	0,003	0,211	0,001	0,001	0,003
<b>Ca</b>	0,316	0,383	0,274	0,354	0,416	0,161	0,304	0,309	0,307	0,165	0,003	0,067	0,002	0,001	0,011	0,001	0,071	0,009
<b>Na</b>	0,710	0,614	0,699	0,630	0,628	0,660	0,659	0,672	0,670	0,654	0,283	0,714	0,074	0,052	0,118	0,074	0,938	0,131
<b>K</b>	0,025	0,024	0,027	0,031	0,020	0,123	0,034	0,033	0,029	0,116	0,736	0,297	0,906	0,927	0,815	0,924	0,015	0,852
<b>Σ</b>	5,055	5,022	5,017	5,012	5,060	4,999	4,993	5,009	5,006	5,016	5,021	5,069	4,992	4,986	5,067	5,002	5,018	4,999
<b>Al</b>	67,559	60,096	69,876	62,074	59,018	69,891	66,121	66,254	66,575	69,961	27,686	66,195	7,497	5,337	12,518	7,431	91,639	13,174
<b>An</b>	30,053	37,537	27,415	34,894	39,086	17,052	30,462	30,450	30,521	17,650	0,266	6,224	0,167	0,079	1,144	0,077	6,905	0,934
<b>Or</b>	2,388	2,367	2,708	3,032	1,896	13,057	3,416	3,296	2,904	12,389	72,049	27,581	92,336	94,584	86,338	92,491	1,456	85,891

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	TC17-3 Feldspat	TC17-3 Feldspat	TC17-3 Feldspat	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-3 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	64,34	64,23	64,44	65,09	65,59	63,79	64,35	65,13	67,19	65,82	68,11	65,44	67,38	64,56	64,28	64,41	62,36	66,29
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,00	0,00	0,00	0,02	0,04	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06	0,02	0,01	0,00	0,00
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	18,53	19,02	20,74	18,60	18,83	20,84	18,42	19,01	19,86	19,75	20,17	18,41	20,64	18,64	18,95	18,48	19,59	20,87
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,03	0,02	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,19	0,19	0,37	0,00	0,11	0,10	0,05	0,18	0,04	0,48	0,06	0,01	0,10	0,64	0,08	0,00	0,08	0,14
<b>MnO</b>	0,00	0,00	0,13	0,04	0,06	0,02	0,00	0,00	0,02	0,02	0,06	0,06	0,03	0,03	0,00	0,01	0,00	0,05
<b>NiO</b>	0,00	0,04	0,00	0,01	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,01	0,03
<b>MgO</b>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,02	0,15
<b>CaO</b>	0,42	0,62	0,96	0,13	0,32	2,45	0,02	0,61	0,70	0,82	1,34	0,02	1,51	0,51	0,26	0,01	0,92	1,01
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	2,90	3,44	8,54	4,89	4,01	5,76	0,86	3,85	8,75	8,70	7,26	0,77	10,89	2,09	0,99	0,35	7,13	10,62
<b>K<sub>2</sub>O</b>	11,90	11,13	3,04	9,99	10,11	6,56	15,05	10,70	3,79	4,05	5,52	15,40	0,43	12,57	14,61	15,76	5,47	0,15
<b>Σ</b>	98,29	98,67	98,24	98,78	99,08	99,57	98,82	99,52	100,36	99,66	102,54	100,13	101,06	99,09	99,20	99,07	95,58	99,31
<b>Si</b>	2,984	2,964	2,908	2,986	2,992	2,883	2,996	2,973	2,967	2,944	2,962	3,007	2,931	2,980	2,977	2,996	2,920	2,924
<b>Ti</b>	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000
<b>Al</b>	1,013	1,034	1,103	1,006	1,012	1,110	1,010	1,022	1,034	1,041	1,033	0,997	1,058	1,014	1,034	1,013	1,081	1,085
<b>Cr</b>	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,007	0,007	0,014	0,000	0,004	0,004	0,002	0,007	0,001	0,018	0,002	0,001	0,004	0,025	0,003	0,000	0,003	0,005
<b>Ca</b>	0,021	0,030	0,047	0,006	0,015	0,119	0,001	0,030	0,033	0,039	0,062	0,001	0,070	0,025	0,013	0,000	0,046	0,048
<b>Na</b>	0,261	0,308	0,747	0,435	0,354	0,504	0,078	0,341	0,749	0,755	0,612	0,068	0,918	0,187	0,088	0,032	0,647	0,908
<b>K</b>	0,704	0,655	0,175	0,585	0,588	0,378	0,894	0,623	0,213	0,231	0,306	0,903	0,024	0,740	0,863	0,936	0,327	0,009
<b>Σ</b>	4,991	5,001	5,001	5,021	4,971	5,002	4,983	4,997	4,998	5,029	4,981	4,980	5,010	4,974	4,981	4,980	5,026	4,992
<b>Al</b>	26,468	30,984	77,148	42,411	36,996	50,374	7,999	34,298	75,232	73,642	62,406	7,036	90,676	19,651	9,171	3,292	63,455	94,163
<b>An</b>	2,095	3,068	4,803	0,601	1,614	11,869	0,078	2,986	3,333	3,826	6,349	0,091	6,962	2,627	1,337	0,051	4,506	4,953
<b>Or</b>	71,436	65,948	18,049	56,988	61,391	37,757	91,923	62,715	21,435	22,532	31,245	92,874	2,363	77,722	89,491	96,657	32,038	0,884

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	TC17-6 Feldspat	TC17-6 Feldspat	TC17-6 Feldspat	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar	TC17-6 Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	63,20	63,76	66,57	63,53	65,76	63,53	66,70	63,53	64,91	64,72	65,20	65,38	65,25	65,89	67,41	63,94	65,26	65,02
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,04	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,02	0,03	0,06	0,01	0,03	0,00	0,14	0,05	0,05
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	18,98	18,74	19,95	18,58	20,78	18,09	19,61	18,44	18,98	18,80	18,88	18,98	18,94	17,74	17,46	18,77	19,26	19,21
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,04	0,01	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,03	0,02	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,21	0,22	0,04	0,18	0,11	0,07	0,01	0,05	0,19	0,14	0,16	0,20	0,17	0,16	0,05	0,20	0,22	0,26
<b>MnO</b>	0,02	0,03	0,04	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02
<b>NiO</b>	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05	0,05	0,00	0,00	0,02	0,03	0,01	0,04	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,02	0,01	0,02	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,00	0,00
<b>CaO</b>	0,62	0,56	0,59	0,32	1,60	0,06	0,53	0,18	0,49	0,46	0,54	0,51	0,58	0,60	0,07	0,35	0,68	0,81
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	3,82	3,90	11,42	1,99	9,77	0,82	7,98	0,71	3,51	2,49	4,10	3,93	4,29	3,37	0,76	1,88	4,30	4,42
<b>K<sub>2</sub>O</b>	10,56	10,67	0,24	13,31	1,80	15,50	4,58	14,57	11,16	12,33	10,56	10,69	10,24	9,88	14,53	13,56	10,05	9,78
<b>Σ</b>	97,47	97,90	98,87	97,93	99,83	98,11	99,47	97,54	99,27	99,03	99,53	99,79	99,52	97,72	100,31	98,85	99,81	99,55
<b>Si</b>	2,951	2,964	2,953	2,975	2,911	2,992	2,975	2,991	2,974	2,981	2,975	2,975	2,975	3,037	3,067	2,969	2,964	2,961
<b>Ti</b>	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,002	0,000	0,001	0,000	0,005	0,002	0,002
<b>Al</b>	1,044	1,027	1,043	1,026	1,084	1,004	1,031	1,023	1,025	1,021	1,016	1,018	1,018	0,964	0,936	1,027	1,031	1,031
<b>Cr</b>	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,008	0,009	0,002	0,007	0,004	0,003	0,001	0,002	0,007	0,005	0,006	0,008	0,007	0,006	0,002	0,008	0,008	0,010
<b>Ca</b>	0,031	0,028	0,028	0,016	0,076	0,003	0,025	0,009	0,024	0,023	0,026	0,025	0,028	0,029	0,004	0,017	0,033	0,039
<b>Na</b>	0,346	0,352	0,982	0,180	0,838	0,075	0,691	0,065	0,311	0,223	0,362	0,347	0,379	0,301	0,067	0,169	0,379	0,390
<b>K</b>	0,629	0,633	0,014	0,795	0,101	0,931	0,261	0,875	0,652	0,725	0,615	0,620	0,596	0,581	0,843	0,803	0,582	0,568
<b>Σ</b>	5,013	5,014	5,023	5,000	5,016	5,009	4,985	4,968	4,995	4,981	5,004	4,997	5,003	4,921	4,920	4,999	4,999	5,001
<b>Al</b>	34,387	34,737	95,923	18,186	82,534	7,440	70,711	6,823	31,532	22,962	36,101	34,964	37,795	33,033	7,371	17,101	38,098	39,094
<b>An</b>	3,069	2,765	2,736	1,613	7,479	0,291	2,599	0,950	2,432	2,345	2,633	2,508	2,825	3,234	0,396	1,752	3,327	3,945
<b>Or</b>	62,544	62,498	1,342	80,202	9,987	92,269	26,690	92,226	66,036	74,693	61,266	62,528	59,381	63,734	92,233	81,147	58,575	56,961

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	TC17-6	TC17-6	TC17-6	OCA12-1	OCA12-2	OCA12-3	OCA12-4	OCA12-5	OCA12-7	OCA12-8	OCA12-10	OCA12-11	OCA12-14	OCA12-16	OCA12-17	OCA12-18	OCA12-25	OCA12-26
	Feldspat	Feldspat	Feldspat	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	66,94	65,11	63,57	57,58	58,06	63,71	58,86	59,49	64,32	63,18	63,49	64,16	62,55	57,56	58,46	62,77	53,87	52,98
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,05	0,08	0,00	0,01	0,03	0,11	0,02	0,03	0,00	0,00	0,02	0,00	0,01	0,03	0,02	0,12	0,17	0,15
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	17,99	18,37	18,17	26,39	25,56	18,10	25,91	25,36	22,42	18,71	17,31	18,64	23,41	26,48	25,71	19,28	2,13	2,91
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,04	0,02	0,00	0,00	0,01	0,01	0,00	0,02	0,01	0,00	0,01	0,03	0,01	0,05	0,00	0,04	0,00	0,01
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,14	0,12	0,12	0,35	0,32	0,49	0,29	0,32	0,17	0,09	0,65	0,08	0,14	0,32	0,21	0,15	9,01	9,42
<b>MnO</b>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06	0,06	0,00	0,00	0,01	0,09	0,03	0,21	0,02	0,00	0,01	0,00	0,46	0,52
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,00	0,05	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,02	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,01	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	17,35	17,09
<b>CaO</b>	0,20	0,11	0,19	8,30	7,95	0,06	7,83	7,12	3,89	0,09	0,02	0,67	4,90	8,58	7,99	1,24	12,43	12,58
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	2,90	1,00	0,87	6,88	7,03	0,70	7,03	7,41	9,54	0,52	0,42	4,78	8,83	6,66	7,21	2,85	0,93	1,06
<b>K<sub>2</sub>O</b>	11,82	15,13	14,42	0,26	0,25	15,25	0,38	0,37	0,18	14,72	15,39	9,79	0,58	0,33	0,19	11,10	0,33	0,41
<b>Σ</b>	100,07	99,96	97,38	99,84	99,28	98,50	100,33	100,12	100,57	97,42	97,37	98,36	100,45	100,02	99,81	97,57	96,69	97,13
<b>Si</b>	3,034	2,999	2,997	2,589	2,621	2,989	2,627	2,656	2,827	2,980	3,015	2,964	2,767	2,584	2,624	2,934	2,694	2,651
<b>Ti</b>	0,002	0,003	0,000	0,000	0,001	0,004	0,001	0,001	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,004	0,006	0,006
<b>Al</b>	0,961	0,997	1,010	1,399	1,360	1,001	1,363	1,334	1,161	1,040	0,969	1,015	1,221	1,401	1,360	1,062	0,125	0,172
<b>Cr</b>	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,005	0,005	0,005	0,013	0,012	0,019	0,011	0,012	0,006	0,004	0,026	0,003	0,005	0,012	0,008	0,006	0,377	0,394
<b>Ca</b>	0,010	0,006	0,010	0,400	0,385	0,003	0,375	0,340	0,183	0,004	0,001	0,033	0,232	0,413	0,384	0,062	0,666	0,674
<b>Na</b>	0,255	0,089	0,079	0,600	0,616	0,064	0,609	0,642	0,813	0,048	0,039	0,428	0,757	0,580	0,628	0,258	0,090	0,103
<b>K</b>	0,683	0,889	0,868	0,015	0,014	0,913	0,021	0,021	0,010	0,886	0,932	0,577	0,033	0,019	0,011	0,662	0,021	0,026
<b>Σ</b>	4,952	4,989	4,971	5,018	5,012	4,995	5,006	5,007	5,004	4,967	4,985	5,030	5,017	5,013	5,015	4,990	5,293	5,322
<b>Al</b>	26,888	9,037	8,300	59,117	60,668	6,529	60,580	63,971	80,779	5,102	4,009	41,232	74,101	57,327	61,366	26,306	11,562	12,834
<b>An</b>	1,029	0,574	1,004	39,393	37,925	0,297	37,286	33,927	18,204	0,465	0,113	3,175	22,716	40,798	37,557	6,304	85,703	83,897
<b>Or</b>	72,083	90,390	90,696	1,490	1,407	93,175	2,134	2,101	1,017	94,433	95,878	55,593	3,183	1,874	1,078	67,390	2,735	3,269

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

Sample	OCA20-9	OCA20-10	OCA20-11	OCA20-12	OCA20-12	OCA20-15	OCA20-18	OCA20-23	OCA20-24
	Feldspat	Feldspat	Feldspat	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	65,12	56,43	55,83	58,31	64,46	63,68	56,45	62,85	56,00
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,01	0,03	0,02	0,02	0,04	0,00	0,02	0,09	0,05
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	18,26	26,41	26,52	25,56	18,70	17,83	26,75	19,37	26,79
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	0,05	0,00	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,10	0,32	0,24	0,23	0,15	0,13	0,22	0,10	0,29
<b>MnO</b>	0,00	0,01	0,00	0,01	0,00	0,06	0,00	0,00	0,03
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,02	0,01	0,05
<b>MgO</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00	0,00
<b>CaO</b>	0,09	9,16	9,31	7,65	0,48	0,03	9,51	0,91	9,47
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	1,76	6,34	6,22	7,28	3,36	0,61	6,26	3,58	6,37
<b>K<sub>2</sub>O</b>	13,17	0,43	0,34	0,33	11,06	15,26	0,16	10,54	0,31
<b>Σ</b>	98,52	99,12	98,59	99,38	98,28	97,63	99,38	97,46	99,36
<b>Si</b>	3,014	2,564	2,551	2,628	2,980	3,007	2,555	2,934	2,542
<b>Ti</b>	0,000	0,001	0,001	0,001	0,001	0,000	0,001	0,003	0,002
<b>Al</b>	0,996	1,414	1,428	1,358	1,019	0,992	1,427	1,066	1,433
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,002	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,004	0,012	0,009	0,009	0,006	0,005	0,008	0,004	0,011
<b>Ca</b>	0,005	0,446	0,456	0,369	0,024	0,001	0,461	0,046	0,461
<b>Na</b>	0,158	0,558	0,551	0,636	0,302	0,056	0,549	0,324	0,560
<b>K</b>	0,778	0,025	0,020	0,019	0,653	0,919	0,009	0,628	0,018
<b>Σ</b>	4,955	5,020	5,019	5,020	4,986	4,985	5,010	5,006	5,029
<b>Al</b>	16,795	54,271	53,672	62,092	30,833	5,718	53,888	32,506	53,911
<b>An</b>	0,485	43,315	44,391	36,078	2,436	0,145	45,223	4,561	44,338
<b>Or</b>	82,720	2,415	1,937	1,830	66,730	94,136	0,889	62,933	1,751



**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

Sample	TC17-11	TC17-14	TC17-15	TC17-17	TC17-18	TC17-19	TC17-21	TC6-15	TC6-16	TC6-17	TC6-22	TC6-24	TC11-1	TC11-2	TC11-3	TC11-5	TC11-6	TC11-8
	Feldspat	Feldspat	Feldspat	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	64,55	63,28	64,45	63,57	58,80	64,51	64,54	56,35	58,66	62,85	62,81	62,84	63,17	54,94	63,25	55,82	55,42	63,41
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,03	0,00	0,04	0,00	0,00	0,03	0,02	0,04	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,03	0,03	0,01	0,00	0,05
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	17,74	18,19	18,43	17,92	24,14	20,25	18,96	25,78	24,37	17,62	18,45	18,06	18,59	27,62	19,00	27,14	27,38	19,04
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,06	0,03	0,01	0,00	0,01	0,04	0,00	0,03	0,01	0,00	0,00	0,04	0,00	0,02	0,02	0,00	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,05	0,01	0,15	0,04	0,34	0,38	0,21	0,36	0,59	0,08	0,06	0,11	0,11	0,46	0,23	0,35	0,45	0,17
<b>MnO</b>	0,00	0,04	0,00	0,02	0,00	0,06	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00
<b>NiO</b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00
<b>CaO</b>	0,09	0,03	0,26	0,00	6,58	0,94	0,65	8,81	7,08	0,03	0,18	0,10	0,14	10,03	0,65	9,68	9,66	0,25
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	0,38	0,31	3,16	0,24	7,69	7,74	4,49	6,39	7,44	0,75	3,53	2,40	1,00	5,73	2,89	6,02	6,12	1,55
<b>K<sub>2</sub>O</b>	14,93	16,02	11,74	15,58	0,39	4,09	9,67	0,28	0,21	15,03	10,60	11,98	14,40	0,48	11,40	0,62	0,21	13,96
<b>Σ</b>	97,77	97,95	98,27	97,39	97,97	98,02	98,59	98,02	98,39	96,38	95,65	95,51	97,46	99,28	97,48	99,69	99,28	98,43
<b>Si</b>	3,028	2,989	2,988	3,008	2,683	2,926	2,966	2,584	2,668	3,006	2,979	2,996	2,979	2,501	2,957	2,529	2,518	2,960
<b>Ti</b>	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,002
<b>Al</b>	0,981	1,012	1,007	0,999	1,298	1,083	1,027	1,393	1,307	0,993	1,031	1,015	1,033	1,482	1,047	1,449	1,466	1,048
<b>Cr</b>	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,002	0,000	0,006	0,001	0,013	0,014	0,008	0,014	0,022	0,003	0,002	0,004	0,004	0,017	0,009	0,013	0,017	0,007
<b>Ca</b>	0,004	0,001	0,013	0,000	0,322	0,046	0,032	0,433	0,345	0,002	0,009	0,005	0,007	0,489	0,033	0,470	0,470	0,013
<b>Na</b>	0,034	0,028	0,284	0,022	0,681	0,681	0,400	0,568	0,657	0,069	0,325	0,222	0,091	0,506	0,262	0,529	0,540	0,141
<b>K</b>	0,893	0,965	0,695	0,940	0,023	0,237	0,567	0,016	0,012	0,917	0,641	0,728	0,866	0,028	0,680	0,036	0,012	0,832
<b>Σ</b>	4,944	5,001	4,996	4,973	5,020	4,990	5,003	5,010	5,012	4,991	4,989	4,971	4,983	5,024	4,989	5,028	5,025	5,001
<b>Al</b>	3,675	2,839	28,676	2,288	66,400	70,672	40,056	55,853	64,756	6,999	33,295	23,193	9,481	49,453	26,874	51,126	52,796	14,269
<b>An</b>	0,468	0,141	1,294	0,005	31,382	4,750	3,220	42,545	34,029	0,171	0,944	0,554	0,707	47,821	3,356	45,400	46,005	1,288
<b>Or</b>	95,857	97,020	70,030	97,707	2,218	24,578	56,723	1,602	1,216	92,830	65,761	76,253	89,811	2,726	69,770	3,474	1,198	84,443

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçalarda Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

Sample	TC11-9	TC11-10	TC11-13	TC11-14	TC11-15	TC11-20	TC11-23	TC11-24	TC11-25	TC8-1	TC8-9	TC8-11	TC8-12	TC8-12	TC8-18	TC8-21	TC8-22	TC8-23
	Feldspat	Feldspat	Feldspat	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar	Feldspar
<b>SiO<sub>2</sub></b>	55,76	52,99	64,55	55,25	55,46	55,70	56,33	56,48	62,88	55,67	54,62	55,14	54,17	63,66	56,78	62,95	66,16	56,52
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,01	0,03	0,00	0,00	0,00	0,06	0,03	0,01	0,03	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,02	0,02	0,03
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	27,54	28,88	19,57	27,73	27,80	27,53	27,01	26,70	18,78	26,86	27,51	27,13	27,51	18,30	26,21	22,64	20,41	26,37
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,01	0,04	0,01	0,00	0,01	0,05	0,05	0,03	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,47	0,46	0,05	0,44	0,35	0,34	0,32	0,44	0,03	0,44	0,20	0,21	0,32	0,08	0,34	0,15	0,08	0,37
<b>MnO</b>	0,00	0,02	0,04	0,02	0,00	0,00	0,02	0,00	0,03	0,00	0,00	0,03	0,00	0,02	0,03	0,03	0,00	0,02
<b>NiO</b>	0,00	0,03	0,00	0,01	0,00	0,00	0,00	0,04	0,04	0,00	0,00	0,01	0,02	0,01	0,00	0,01	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,03	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,02	0,02	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>CaO</b>	9,90	11,43	0,15	9,95	9,98	9,67	9,20	8,86	0,27	9,18	10,00	9,75	10,49	0,00	8,36	3,72	1,45	8,36
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	6,03	4,96	4,97	6,12	6,04	6,07	6,41	6,07	0,82	6,48	5,86	6,28	5,75	0,54	6,55	9,77	10,67	7,05
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,26	0,40	9,51	0,16	0,32	0,52	0,46	0,94	14,73	0,19	0,15	0,10	0,12	15,35	0,42	0,23	0,42	0,13
<b>Σ</b>	99,99	99,24	98,89	99,70	99,97	99,92	99,84	99,62	97,66	98,85	98,35	98,64	98,38	97,96	98,73	99,54	99,21	98,86
<b>Si</b>	2,516	2,424	2,953	2,502	2,505	2,517	2,543	2,558	2,966	2,538	2,503	2,520	2,488	2,994	2,583	2,802	2,930	2,570
<b>Ti</b>	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,001	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,001	0,001
<b>Al</b>	1,465	1,557	1,055	1,480	1,480	1,466	1,438	1,425	1,044	1,443	1,486	1,462	1,490	1,015	1,406	1,188	1,065	1,413
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,002	0,001	0,000	0,000	0,002	0,002	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,018	0,018	0,002	0,017	0,013	0,013	0,012	0,017	0,001	0,017	0,008	0,008	0,012	0,003	0,013	0,006	0,003	0,014
<b>Ca</b>	0,478	0,560	0,007	0,483	0,483	0,468	0,445	0,430	0,013	0,448	0,491	0,477	0,516	0,000	0,407	0,178	0,069	0,407
<b>Na</b>	0,527	0,440	0,441	0,537	0,529	0,532	0,561	0,533	0,075	0,573	0,521	0,556	0,512	0,049	0,578	0,843	0,916	0,622
<b>K</b>	0,015	0,024	0,555	0,009	0,019	0,030	0,027	0,054	0,886	0,011	0,009	0,006	0,007	0,921	0,024	0,013	0,024	0,008
<b>Σ</b>	5,022	5,028	5,017	5,031	5,029	5,029	5,030	5,022	4,992	5,031	5,018	5,030	5,026	4,983	5,014	5,032	5,007	5,036
<b>Al</b>	51,660	42,997	43,973	52,181	51,318	51,628	54,342	52,413	7,691	55,507	51,019	53,523	49,450	5,042	57,242	81,547	90,831	59,969
<b>An</b>	46,868	54,697	0,712	46,897	46,865	45,459	43,078	42,272	1,377	43,435	48,135	45,939	49,875	0,000	40,365	17,168	6,821	39,306
<b>Or</b>	1,472	2,306	55,316	0,921	1,817	2,913	2,580	5,315	90,932	1,058	0,846	0,539	0,675	94,958	2,393	1,285	2,348	0,725

**Çizelge A. 3 (devam) : Topçam ve Çambaşı Plotlarındaki Gronitoyid Kayaçlarada Gözlenen Fe – Ti Mikroprob Özellikleri.**

<b>Sample</b>	TC8-26 Feldspat	TC8-27 Feldspat	TC8-28 Feldspat	TC8-29 Feldspat	TC8-30 Feldspat
<b>SiO<sub>2</sub></b>	66,08	63,47	65,30	65,40	63,24
<b>TiO<sub>2</sub></b>	0,02	0,00	0,00	0,01	0,00
<b>Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	20,72	18,19	20,85	19,90	17,91
<b>Cr<sub>2</sub>O<sub>3</sub></b>	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>FeO<sub>T</sub></b>	0,08	0,00	0,07	0,00	0,01
<b>MnO</b>	0,02	0,00	0,01	0,06	0,00
<b>NiO</b>	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00
<b>MgO</b>	0,00	0,00	0,02	0,00	0,00
<b>CaO</b>	1,16	0,01	1,56	1,10	0,02
<b>Na<sub>2</sub>O</b>	10,80	0,35	11,07	9,48	0,27
<b>K<sub>2</sub>O</b>	0,62	15,61	0,17	3,22	15,50
<b>Σ</b>	99,52	97,63	99,05	99,17	96,95
<b>Si</b>	2,920	2,997	2,901	2,931	3,006
<b>Ti</b>	0,001	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Al</b>	1,079	1,012	1,092	1,052	1,003
<b>Cr</b>	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
<b>Fe<sup>2+</sup></b>	0,003	0,000	0,003	0,000	0,000
<b>Ca</b>	0,055	0,000	0,074	0,053	0,001
<b>Na</b>	0,926	0,032	0,954	0,824	0,025
<b>K</b>	0,035	0,940	0,010	0,184	0,940
<b>Σ</b>	5,020	4,983	5,035	5,046	4,975
<b>Al</b>	91,159	3,319	91,889	77,671	2,540
<b>An</b>	5,416	0,037	7,167	4,997	0,119
<b>Or</b>	3,425	96,644	0,944	17,331	97,341

**EK B : Topçam ve Çambaşı plütonlarının LA-ICP-MS zirkon U-Pb analiz değerleri.**

**Çizelge B.1 : Topçam ve Çambaşı plütonlarının LA-ICP-MS zirkon U-Pb analiz değerleri.**

Nokta	Pb	U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	hata%	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	hata%	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1σ	hata%
<i>Çambaşı plütonu, OC-20</i>											
OC-1	14	1130	0,0111	0,0001	1.19	0.0714	0.0021	2.91	0.0467	0.0013	2.78
OC-2	16	1227	0,0114	0,0002	1.34	0.0727	0.0019	2.65	0.0461	0.0012	2.60
OC-3	7	542	0,0112	0,0002	1.57	0.0702	0.0040	5.71	0.0454	0.0024	5.36
OC-4	39	3053	0,0112	0,0001	0.87	0.0723	0.0008	1.17	0.0467	0.0005	1.13
OC-5	25	1919	0,0115	0,0001	0.80	0.0730	0.0012	1.68	0.0460	0.0008	1.64
OC-6	8	575	0,0112	0,0002	1.47	0.0802	0.0037	4.65	0.0518	0.0023	4.45
OC-7	11	844	0,0113	0,0001	1.20	0.0767	0.0027	3.46	0.0491	0.0017	3.37
OC-8	14	1050	0,0115	0,0001	1.05	0.0776	0.0024	3.06	0.0489	0.0015	3.01
OC-9	10	739	0,0113	0,0002	1.39	0.0786	0.0035	4.44	0.0505	0.0022	4.41
OC-10	10	803	0,0113	0,0001	1.12	0.0738	0.0028	3.83	0.0472	0.0018	3.77
OC-11	24	1857	0,0114	0,0001	0.91	0.0772	0.0015	1.95	0.0490	0.0009	1.89
OC-12	14	1106	0,0115	0,0001	0.95	0.0784	0.0022	2.83	0.0495	0.0014	2.78
OC-13	10	801	0,0114	0,0001	1.19	0.0714	0.0030	4.25	0.0455	0.0019	4.17
OC-14	13	980	0,0114	0,0001	0.97	0.0721	0.0024	3.30	0.0457	0.0015	3.24
OC-15	28	2142	0,0115	0,0001	0.83	0.0782	0.0012	1.55	0.0495	0.0007	1.51
OC-16	11	793	0,0115	0,0001	1.25	0.0769	0.0028	3.68	0.0485	0.0017	3.53
OC-17	13	980	0,0113	0,0002	1.53	0.0716	0.0024	3.32	0.0461	0.0014	3.11
OC-18	4	329	0,0113	0,0003	2.65	0.0758	0.0069	9.06	0.0487	0.0043	8.84
OC-19	6	459	0,0113	0,0002	1.83	0.0755	0.0049	6.55	0.0486	0.0031	6.31
OC-20	9	698	0,0115	0,0002	1.54	0.0766	0.0031	4.06	0.0483	0.0019	4.01
OC-21	12	887	0,0115	0,0001	1.23	0.0760	0.0028	3.66	0.0481	0.0018	3.65
OC-22	10	557	0,0114	0,0001	1.25	0.0699	0.0033	4.71	0.0446	0.0021	4.66
OC-23	13	970	0,0112	0,0001	1.19	0.0739	0.0024	3.27	0.0477	0.0015	3.12
OC-24	6	445	0,0112	0,0002	1.90	0.0765	0.0052	6.78	0.0493	0.0033	6.64
OC-25	11	864	0,0113	0,0001	1.19	0.0781	0.0025	3.25	0.0499	0.0016	3.20
OC-26	7	535	0,0113	0,0002	1.61	0.0789	0.0049	6.15	0.0505	0.0031	6.11
OC-27	16	1233	0,0113	0,0001	1.14	0.0811	0.0019	2.29	0.0519	0.0011	2.19
OC28	10	784	0,0112	0,0001	1.25	0.0695	0.0028	4.01	0.0449	0.0018	3.89
OC-29	8	674	0,0113	0,0001	1.33	0.0772	0.0034	4.40	0.0496	0.0021	4.30
OC-30	15	1170	0,0113	0,0001	1.06	0.0687	0.0020	2.91	0.0442	0.0013	2.86

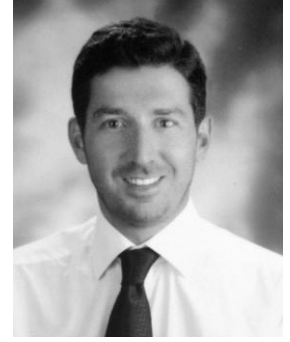
Nokta	<sup>208</sup> Pb/ <sup>232</sup> Th	1σ	hata%	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	1σ	hata%	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1σ
<i>Çambaşı plütonu, OC-20</i>												
OC-1	0.0045	0.0001	1.18	0.6452	0.0047	0.73	71	1	70	2	36	67
OC-2	0.0046	0.0000	0.99	0.6754	0.0053	0.78	73	1	71	2	4	63
OC-3	0.0052	0.0001	2.34	0.6120	0.0014	0.23	72	1	69	4	-35	130
OC-4	0.0047	0.0000	0.42	0.6434	0.0019	0.29	72	1	71	1	36	27
OC-5	0.0041	0.0000	0.72	0.7105	0.0014	0.20	74	1	72	1	0	40
OC-6	0.0042	0.0001	1.73	0.8622	0.0009	0.10	72	1	78	4	276	102
OC-7	0.0039	0.0000	1.26	0.9648	0.0026	0.27	73	1	75	3	154	79
OC-8	0.0039	0.0000	1.21	0.7739	0.0022	0.28	74	1	76	2	144	71
OC-9	0.0037	0.0001	1.72	0.8478	0.0009	0.10	72	1	77	3	220	102
OC-10	0.0038	0.0001	1.48	0.8051	0.0030	0.37	73	1	72	3	61	90
OC-11	0.0040	0.0000	0.90	0.7044	0.0016	0.22	73	1	76	1	146	44
OC-12	0.0042	0.0000	1.19	0.7057	0.0031	0.44	74	1	77	2	171	65
OC-13	0.0044	0.0001	1.59	0.6623	0.0039	0.59	73	1	70	3	-30	101
OC-14	0.0042	0.0001	1.31	0.6862	0.0076	1.11	73	1	71	2	-17	78
OC-15	0.0043	0.0000	0.58	0.6979	0.0012	0.17	73	1	76	1	170	35
OC-16	0.0041	0.0001	1.68	0.8154	0.0007	0.09	74	1	75	3	124	83
OC-17	0.0038	0.0000	1.05	0.9940	0.0056	0.57	72	1	70	2	3	75
OC-18	0.0039	0.0002	4.16	0.7592	0.0058	0.76	72	1	74	7	134	208
OC-19	0.0039	0.0001	2.37	0.8856	0.0032	0.36	72	1	74	5	131	149
OC-20	0.0039	0.0001	1.68	0.8795	0.0034	0.39	74	1	75	3	114	95
OC-21	0.0040	0.0001	1.34	0.8089	0.0025	0.31	73	1	74	3	103	86
OC-22	0.0042	0.0001	1.72	0.6792	0.0015	0.23	73	1	69	3	-78	114
OC-23	0.0041	0.0000	0.98	0.9537	0.0028	0.30	72	1	72	2	85	74
OC-24	0.0038	0.0001	3.13	0.7131	0.0014	0.19	72	1	75	5	164	155
OC-25	0.0040	0.0001	1.80	0.6770	0.0028	0.41	73	1	76	2	192	74
OC-26	0.0041	0.0001	2.64	0.6878	0.0006	0.09	73	1	77	5	220	141
OC-27	0.0041	0.0000	1.01	0.7552	0.0051	0.68	73	1	79	2	282	50
OC-28	0.0042	0.0001	1.20	0.8057	0.0023	0.28	72	1	68	3	-58	95
OC-29	0.0042	0.0001	2.09	0.5537	0.0142	2.57	72	1	75	3	178	100
OC-30	0.0044	0.0000	0.97	0.6624	0.0024	0.36	72	1	67	2	-102	70

Nokta	Pb	U	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	hata%	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ	hata%	<sup>207</sup> Pb/ <sup>206</sup> Pb	1σ	hata%
Topçam plütonu, TC-8											
TÇ-1	14	1169	0,0113	0,0001	1.15	0.0758	0.0023	3.07	0.0485	0.0014	2.83
TÇ-2	12	915	0,0117	0,0001	1.04	0.0759	0.0028	3.69	0.0470	0.0017	3.60
TÇ-3	18	1478	0,0114	0,0001	1.00	0.0756	0.0018	2.40	0.0481	0.0011	2.23
TÇ-4	31	2305	0,0117	0,0001	0.92	0.0766	0.0013	1.65	0.0476	0.0007	1.43
TÇ-5	10	795	0,0117	0,0001	1.02	0.0758	0.0033	4.38	0.0471	0.0020	4.25
TÇ-6	59	4249	0,0116	0,0001	0.77	0.0806	0.0010	1.21	0.0506	0.0005	0.89
TÇ-7	16	1240	0,0116	0,0001	0.90	0.0767	0.0022	2.91	0.0480	0.0013	2.75
TÇ-8	13	979	0,0115	0,0001	1.05	0.0795	0.0033	4.15	0.0502	0.0020	3.94
TÇ-9	17	1364	0,0115	0,0001	0.92	0.0751	0.0021	2.76	0.0473	0.0012	2.64
TÇ-10	9	712	0,0116	0,0001	1.08	0.0754	0.0036	4.80	0.0471	0.0022	4.63
TÇ-11	38	2591	0,0116	0,0001	0.83	0.0774	0.0012	1.59	0.0483	0.0007	1.37
TÇ-12	8	579	0,0116	0,0002	1.92	0.0769	0.0070	9.04	0.0481	0.0036	7.38
TÇ-13	14	992	0,0113	0,0001	0.90	0.0811	0.0027	3.30	0.0519	0.0016	3.17
TÇ-14	20	1426	0,0116	0,0001	0.90	0.0781	0.0021	2.73	0.0489	0.0012	2.53
TÇ-15	7	505	0,0115	0,0002	1.61	0.0771	0.0061	7.93	0.0488	0.0037	7.67
TÇ-16	8	606	0,0115	0,0002	1.37	0.0748	0.0052	6.90	0.0471	0.0030	6.31
TÇ-17	15	1144	0,0113	0,0001	0.96	0.0738	0.0022	3.05	0.0474	0.0014	2.88
TÇ-18	15	1108	0,0113	0,0001	0.92	0.0763	0.0024	3.12	0.0489	0.0015	2.98
TÇ-19	8	610	0,0114	0,0001	1.21	0.0804	0.0041	5.11	0.0513	0.0025	4.96
TÇ-20	17	1332	0,0113	0,0001	0.89	0.0809	0.0021	2.57	0.0521	0.0012	2.38
TÇ-21	8	614	0,0114	0,0001	1.26	0.0757	0.0043	5.72	0.0483	0.0027	5.56
TÇ-22	44	3271	0,0115	0,0001	1.02	0.0746	0.0011	1.48	0.0470	0.0006	1.23
TÇ-23	11	852	0,0114	0,0001	0.94	0.0781	0.0028	3.59	0.0497	0.0017	3.47
TÇ-24	13	972	0,0114	0,0001	0.92	0.0747	0.0027	3.63	0.0475	0.0017	3.49
TÇ-25	20	1377	0,0114	0,0001	1.13	0.0777	0.0020	2.60	0.0494	0.0012	2.44
TÇ-26	24	1535	0,0115	0,0001	0.90	0.0745	0.0017	2.31	0.0469	0.0010	2.13
TÇ-27	36	2267	0,0114	0,0001	0.83	0.0736	0.0012	1.68	0.0469	0.0007	1.47
TÇ-28	16	1196	0,0114	0,0001	0.92	0.0816	0.0022	2.70	0.0519	0.0013	2.53
TÇ-29	24	1790	0,0114	0,0001	1.03	0.0756	0.0015	2.00	0.0481	0.0009	1.83
TÇ-30	16	1146	0,0114	0,0001	0.88	0.0743	0.0023	3.13	0.0473	0.0014	2.96

Nokta	<sup>208</sup> Pb/ <sup>232</sup> Th	1σ	hata%	<sup>232</sup> Th/ <sup>238</sup> U	1σ	hata%	<sup>206</sup> Pb/ <sup>238</sup> U	1σ	<sup>207</sup> Pb/ <sup>235</sup> U	1σ
Topçam plütonu, TC-8										
TÇ-1	0.0044	0.0001	1.87	0.4315	0.0019	0.44	73	1	74	2
TÇ-2	0.0042	0.0001	1.59	0.7090	0.0072	1.01	75	1	74	3
TÇ-3	0.0042	0.0001	1.38	0.5348	0.0036	0.68	73	1	74	2
TÇ-4	0.0045	0.0000	0.54	0.7584	0.0017	0.22	75	1	75	1
TÇ-5	0.0050	0.0001	2.64	0.4595	0.0035	0.77	75	1	74	3
TÇ-6	0.0049	0.0000	0.50	0.7655	0.0023	0.30	74	1	79	1
TÇ-7	0.0046	0.0001	1.23	0.5777	0.0023	0.41	74	1	75	2
TÇ-8	0.0047	0.0001	1.69	0.6907	0.0027	0.39	74	1	78	3
TÇ-9	0.0044	0.0001	1.16	0.6127	0.0037	0.61	74	1	74	2
TÇ-10	0.0041	0.0001	2.09	0.6889	0.0019	0.27	74	1	74	4
TÇ-11	0.0041	0.0000	0.39	1.1458	0.0042	0.37	74	1	76	1
TÇ-12	0.0041	0.0001	2.41	0.8589	0.0188	2.19	74	1	75	7
TÇ-13	0.0037	0.0000	1.02	1.1392	0.0026	0.23	74	1	79	3
TÇ-14	0.0038	0.0000	1.04	1.0593	0.0106	1.00	73	1	76	2
TÇ-15	0.0043	0.0001	3.14	0.7110	0.0011	0.16	74	1	75	6
TÇ-16	0.0047	0.0001	2.71	0.8139	0.0180	2.21	73	1	73	5
TÇ-17	0.0041	0.0000	1.09	0.7698	0.0047	0.61	74	1	72	2
TÇ-18	0.0041	0.0000	1.02	0.8802	0.0062	0.70	72	1	75	2
TÇ-19	0.0041	0.0001	1.84	0.8632	0.0015	0.18	73	1	79	4
TÇ-20	0.0038	0.0000	1.01	0.8131	0.0029	0.36	72	1	79	2
TÇ-21	0.0039	0.0001	2.43	0.7959	0.0130	1.64	73	1	74	4
TÇ-22	0.0037	0.0000	0.39	0.9579	0.0008	0.08	74	1	73	1
TÇ-23	0.0036	0.0001	1.64	0.8930	0.0062	0.70	73	1	76	3
TÇ-24	0.0036	0.0000	1.24	0.9735	0.0061	0.62	73	1	73	3
TÇ-25	0.0037	0.0000	0.77	1.2499	0.0029	0.23	73	1	72	2
TÇ-26	0.0037	0.0000	0.67	1.5219	0.0042	0.28	74	1	80	2
TÇ-27	0.0038	0.0000	0.31	1.7153	0.0167	0.97	73	1	74	1
TÇ-28	0.0039	0.0000	0.91	0.9356	0.0022	0.23	73	1	68	2
TÇ-29	0.0040	0.0000	0.62	0.9130	0.0034	0.38	73	1	75	1
TÇ-30	0.0041	0.0000	0.97	0.8890	0.0011	0.13	73	1	67	2



## ÖZGEÇMİŞ



- Ad Soyad:** Murat KETENCİ
- Doğum Yeri ve Tarihi:** ÜSKÜDAR/İSTANBUL, 30.01.1984
- Adres:** İstanbul Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, MASLAK/İSTANBUL
- E-Posta:** [muratketenci@hotmail.com](mailto:muratketenci@hotmail.com)
- Lisans:** Karadeniz Teknik Üniversitesi-Jeoloji Mühendisliği
- Yüksek Lisans:** Karadeniz Teknik Üniversitesi-Jeoloji Mühendisliği

### Mesleki Deneyim ve Ödüller:

- F3.** 01.03.2008–01.03.2010 Tübitak 107Y177 Proje Bursiyeri, Adakit benzeri porfirlerin petrolojik özellikleri, KD Türkiye: Doğu Pontidler'in Üst Kretase sonrası jeodinamik modeli için yeni bulgular. Proje Asistanı.
- F4.** 01.07.2011–01.10.2013 A-tipi Granitoidlerin Petrokimyası ve Kökensel Özellikleri, KD Türkiye: Doğu Pontidler'in Geç Mesozoyik-Erken Senozoyik Jeodinamik Evrimi İçin Yeni Bulgular, TÜBİTAK Projesi, Proje Asistanı.
- F5.** Lisans, Yüksek Lisans, Doktora Onur/Yüksek Onur Dereceleri, TÜBİTAK Yayın Teşvik Ödülleri, ÖSYM Bursu.

### Yayın ve Patent Listesi:

- A1.** Karsli, O., Dokuz, A., Uysal, İ., **Ketenci, M.**, .....Kandemir, R. (2011). Deciphering the shoshonitic monzonites with I-type characteristic, the Sidağı Pluton (NE Turkey): magmatic response to continental lithospheric thinning. *Journal of Asian Earth Sciences* 51, 45-62.
- A2.** Karsli, O., **Ketenci, M.**, Uysal, İ., Dokuz, AR., .....Wijbrans, J. (2011). Adakite-like granitoid porphyries in the Eastern Pontides, NE Turkey: potential parental melts and geodynamic implications. *Lithos* 127, 354-372.

- D1.** Karsli, O., Uysal, İ., **Ketenci, M.**, Dokuz, A., .....J. (2011). Adakite like granitoid porphyries, Eastern Turkey: Potential parental melts and geodynamic implications, *Geophysical Research Abstarcts, EGU 2011-4251-2*.
- E1.** Karsli, O., **Ketenci, M.**, Uysal, İ., Boztuğ, D., Kandemir, R., Adakit Benzeri Asidik Porfirlerin Petrolojisi, KD Türkiye: Doğu Pontidler'in Geç Kretase Sonrası Jeodinamik Evrimi İçin Bulgular, *KTÜ 45.Yıl Jeoloji Sempozyumu, Trabzon, 9-10, 2010*.
- F1.** Karsli, O., Uysal, İ., **Ketenci, M.**, Dokuz, A., Kandemir, R., and Wijbrans, J., 2012. Adakite like granitoid, Eastern Turkey: Geodynamic implications and potential parental melts and, *Geophysical Research Abstarcts, EGU2012-3451-2*.
- F2.** IV. Ulusal Jeokimya Sempozyumu, 26-28 Mayıs 2010.