



Karamadazı Plütununun (Yafayalı-Kayseri)  
Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal İncelemesi  
*Mineralogical-Petrographical and Geochemical Study of the  
Karamadan Plüton, Yahyalı-Kayseri, Central Anatolia, Turkey*

Durmuş BOZTUĞ · Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 58140 Sivas • e-posta: boztug@cumhuriyet.edu.tr  
Ali ÇEVİKBAŞ · MTA Genel Müdürlüğü, 06520 Ankara  
Cavit DEMİRKOL · Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 01330 Balcalı, Adana  
Sibel TATAR · Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 58140 Sivas  
Mustafa AKYILDIZ · Çukurova Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 01330 Balcalı, Adana  
Nazmi OTLU · Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Müh. Bölümü, 58140 Sivas

Öz

Orta Toros kuşağında ender olarak yüzeylenen granitik kayaç çıkımlarından birisini oluşturan Karamadazı (Yahyalı-Kayseri) plütunu, Bolkardağ birliğine ait Permo-Triyas yaşlı mermerleri sıcak dokanakla kesmekte ve hatta yer yer manyetiti i skarn cevher yatakları oluşturmaktadır. Kuvaterner yaşlı yamaç molozu ve alüvyonlarla örtülen Karamadazı plütununun jeolojik-stratigrafik yaşı hakkında yeterli veri bulunmamakla birlikte, bölgesel jeolojik denetirmelerle Üst Kretase-Alt Tersiyer yaşlı olabileceği ileri sürülmektedir. Tipik olarak bimodal karakter gösteren Karamadazı plütunu kuvars diyorit/tonalit ve lökogradit bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. Kuvars diyorit/tonalitlerin mineralojik bileşimi plajiyoklaz (albit-oligoklaz) + kalsik klinoamfibol + kuvars + biyotit + klorit + epidot + apatit + titanit; lökograditlerin mineralojik bileşimleri ise kuvars + K-feldispat + plajiyoklaz + biyotit (bazan biyotit yerine + kalsik klinoamfibol) + klorit + apatit + titanit, minerallerinden oluşmaktadır. Mineralojik ve jeokimyasal verilere göre daima iki farklı topluluk oluşturan kuvars/diyorit ve lökograditlerin, sırasıyla, mafik ve felsik bileşimli iki farklı magma kaynağından türeyebilecekleri; diğer taraftan, hem kuvars diyorit/tonalitlerin ve hem de lökograditlerin, türemiş oldukları magma kaynaklarının oldukça diferansiyasyona uğramış uç üyeleri olabilecekleri ileri sürülmektedir. Bimodal karakter sergileyen Karamadazı plütunu kuvars diyorit/tonalitlerinin K bakımından aşırı derecede fakir, buna karşılık Na bakımından zengin olmaları önemli bir karakteristik olarak değerlendirilmektedir. Bimodal Karamadazı plütunu kayaçlarını oluşturan mafik ve felsik magma kaynaklarının, çarpışma sonrası bir jeotektonik ortamda, manto ve kabuktan türemiş kalkalkali magmaların ileri derecede diferansiyasyona uğramış türlerini temsil edebilecekleri düşünülmektedir. Diğer taraftan, magma(lar)ın evrimi/katılaşması sırasında yankayaç asimilasyonu, asimilasyon-fraksiyonel kristalleşme veya beslenme-fraksiyonel kristalleşme, metasomatizma, vb. süreçlerin gelişip gelişmediğinin aydınlatılabilmesi için tümkayaç REE jeokimyası, mineral kimyasına dayalı jeotermobarometre çalışmaları, mutlak yaş tayini ve izotop jeokimyası çalışmaları gibi bazı ileri jeokimyasal çalışmaların gerçekleştirilmesi önerilmektedir.

**Anahtar Sözcükler:** Karamadazı, mineraloji, petrografi, jeokimya.

**Abstract**

*The Karamadazı pluton (Yahyalı-Kayseri) constitutes one of the scarcely exposed granitic outcrops in the middle parts of Toros in Turkey. It intrudes the Permo-Trassic marble belonging to Bolkardağ unit by forming some magnetite-type skarn occurrences of which some are economically operated. Although there is no any geological and stratigraphical age evidences about the age of the Karamadazı pluton, just covered by Quaternary debris and*

*alluvium, a Late Cretaceous to Early Tertiary emplacement age can be proposed on the basis of regional geological correlation. The Karamadan pluton is formed by two different types of rocks of quartz dioritic/tonalitic and Ie uco granitic in composition which led it to be called a typical bimodal pluton. The mineralogical assemblages of the quartz dionites/tonalites and leucogranites consist of plagioclase(albite + oligoclase) + calcic clinoamphibole + quartz ± biotite ± chlorite ± epidote ± apatite ± sphene, and quartz + K-feldspar + plagioclase ± biotite ( ± calcic clinoamphibole instead of biotite in some samples) ± chlorite ± apatite ± sphene, respectively. Mineralogical and geochemical data, always represent the coexistency of two different magmatic associations composed of quartz diorites/tonalites and leucogranites which are considered to be derived from different mafic and felsic magma sources, respectively. On the other hand, major and trace element geochemistry data also reveal that both of the quartz diorites/tonalites and leucogranites seem to be the highly differentiated derivatives of their discrete magma sources. The extremely depletion in K, and a considerable enrichment in Na is an important characteristic for the quartz diorite/tonalite type of rocks of bimodal Karamadazi pluton. As to the geodynamics, the calc-alkaline mafic and felsic magma sources of the bimodal Karamadazi pluton can be proposed to have been derived from mantle and crust, respectively, in a post-collisional situation. Some advanced geochemical studies such as REE, geothermobarometry based on mineral chemistry, absolute age dating and isotope geochemistry would be appreciated for better understanding of some processes involving assimilation, assimilation-fractional crystallization, replenishment-fractional crystallization and metasomatism during the evolution/solidification of magma source(s) in the petrogenesis of bimodal Karamadazi pluton.*

**Key Words:** Karamadazi, meneralogy, petrography, geochemistry.

## GİRİŞ

Toros kuşağının orta kesimlerinde, Aladağlar birliğinin kuzeyinde, Yahyalı-Kayseri yöresinde yüzeylenen Bolkardağ birliğine (Özgül, 1976) ait metasedimentlere sıcak dokanakla sokulum yapan Karamadazi plütönu (Yahyalı-Kayseri) (Şekil 1), tüm Toros kuşağı boyunca ender olarak rastlanan granitoid çıkımlarından (Çevikbaş ve diğ., 1997) birisini oluşturmaktadır. Aynı zamanda ekonomik olarak işletilen manyetit i skarn yataklanmasıyla birlik oluşturan Karamadazi plütönu, ilk kez Oygür ve diğ. (1982) tarafından Kayseri-Yahyalı-Karamadazi ve Kovalı yöresi demir madenlerinin jeolojik incelenmesi çerçevesinde haritalanarak tanımlanmıştır. Oygür ve diğ. (1982), Karamadazi plütönuunun, dıştan içe doğru kuvars-diyorit, granodiyorit ve biyotit-granit bileşiminde kayaçlardan meydana geldiğini belirtmişlerdir. Diğer taraftan, değişik bileşimler gösteren bu kayaçlar arasındaki sınır ilişkilerinin, açık bir şekilde gözlenememekle birlikte, bir tek magma kaynağından itibaren katılma sırasında meydana gelen zonlanma nedeniyle tedrici olduğu ileri sürülmüştür (Oygür ve diğ., 1982).

Karamadazi plütönuunun mineralojik-petrografik ve jeokimyasal incelenmesinin amaçlandığı bu çalışmada, ince kesitlerin alttan aydınlatmalı polar i zan mikroskopta (Nikon Labophot Pol

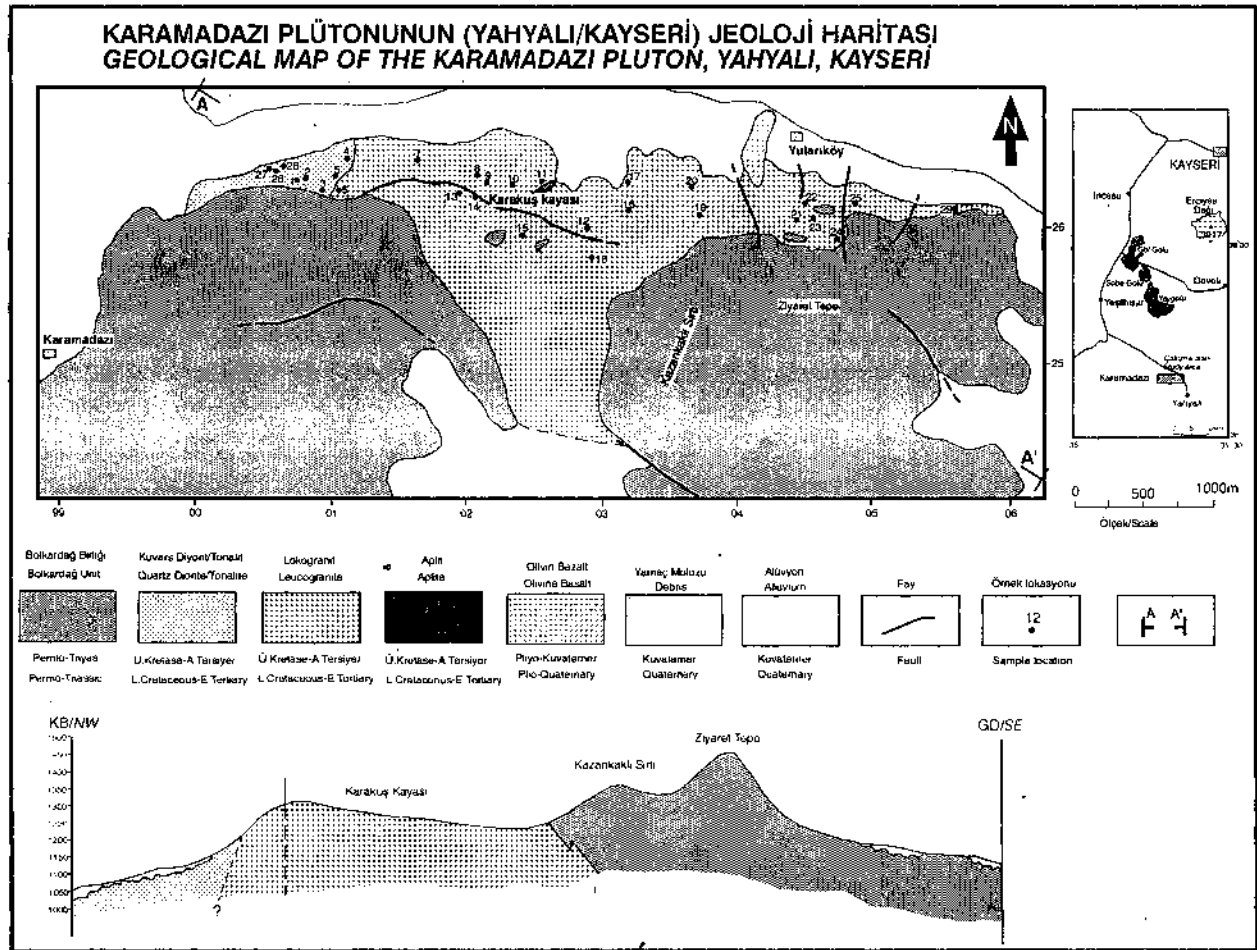
binoküler model) incelenmesine dayalı mineralojik-petrografik çalışmaların (MacKenzie ve Guilford, 1991; Erkan, 1994, 1995; Hibbard, 1995) yanısıra USGS ve CRPG (Govindaraju, 1989) kayaç standartları eşliğinde Rigaku 3270 E-WDS model XRF Spektrometresinde ana ve eser element jeokimyasal analiz çalışmaları gerçekleştirilmiştir. Jeokimyasal analiz sonuçları NEWPET bilgisayar programında değerlendirilmiştir. Tüm laboratuvar çalışmaları, Cumhuriyet Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Mineralojik-Petrografik ve Jeokimyasal Araştırma Laboratuvarlarında (MİPJAL) gerçekleştirilmiştir.

## JEOLJİK KONUM

Karamadazi plütönu, inceleme alanında yüzeylenen Toros kuşağının önemli birliklerinden birisi olan Bolkardağ birliğine ait Permo-Triyas yaşlı mermerleri (Oygür ve diğ., 1982) sıcak dokanakla keserek kontakt metamorfik-metasomatik skarn oluşumlarına yol açmıştır (Şekil 1). Hatta bu skarn oluşumlarına eşlik eden ekonomik boyutta manyetit yatakları gelişmiştir. Karamadazi plütönu, arazide, haritalanabilir iki ayrı tür derinlik kayaçlarından oluşmaktadır. Bunlardan birincisi, plütönuun batı kesimlerinde yüzeylenen ve makro el örneği düzeyinde taneseli dokulu, bol miktarda plajiyoklaz,

amfibol ve kuvars minerallerinden oluşan "kuvars diyoritler/tonalitler", ikincisi ise plütonun hemen hemen tamamını oluşturan ve el örneği düzeyinde sadece kuvars, feldispat ve çok az miktarlarda biyotit pullan içeren "lökogranitler" dir. Diğer taraftan, koyu renkli granitoidler, aynı zamanda, plütonun doğu kesiminde, lökogranitlerin içerisinde haritalanamayacak boyutlarda küçük yüzlekler halinde olmak üzere çıkma vermektedir (KM-25

no'lu tonalit-porfir bileşimli kayaç örneği; Şekil 1). İnceleme alanının doğu kesimlerinde, K-G doğrultuya sahip olan ve uzunluğu yaklaşık 1 km, genişliği ise yaklaşık 200-300 m olan bir olivinli bazalt çıkması Karamadazi plütonu lökogranitlerini keser şekilde yüzelemektedir (Şekil 1). Çalışma alanındaki tüm birimler, Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları ile uyumsuz olarak örtülmektedir (Şekil 1).



Şekil 1. Karamadazi plütonunun (Yahyalı-Kayseri) jeoloji haritası.  
Figure 1. Geology map of the Karamadazi pliton (Yahyalı-Kayseri).

Şekil Pde verilen jeoloji haritasından da kolayca görüleceği gibi, Karamadazi plütonu, Permo-Triyas yaşlı Bolkardağ birliğini sıcak dokanakla kesmekte ve Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları ile uyumsuz olarak örtülmektedir. Bu nedenle, plütonun yerleşme yaşı hakkında herhangi bir jeolojik-stratigrafik veri bulunmamaktadır. Diğer taraftan, henüz, herhangi bir mutlak yaş tayini yöntemiyle gerçekleştirilmiş radyometrik yaş verisi

de bulunmadığından; sadece, bölgesel jeolojik konum içerisinde benzer konumlu diğer derinlik kayaçlarıyla denştirilerek olası bir jeolojik-stratigrafik yaş önermek mümkündür ki Oygür ve diğ. (1982), Çevikbaş ve Öztunalı (1992), Çevikbaş ve diğ. (1995, 1997) tarafından yapılan çalışmaların topluca değerlendirilmesi sonucunda, Karamadazi plütonunun yerleşim yaşının Üst Kretase-Alt Tersim yer aralığında olabileceği ileri sürülebilmektedir.

**MİNERALOJİK-PETROGRAFEK İNCELEME**

Karamadazı plütönundan alınan toplam 32 adet kayaç örneğinin ince kesit tanımlaması Çizelge 1 de verilmiştir. Bu çizelgeden de görüleceği gibi, Karamadazı plütönu kayaçlarını kuvars diyoritler/tonalitler ve lökograditler olarak iki alt grupta incelemek mümkündür.

Diğer taraftan, Debon ve Le Fort (1982) tarafından ileri sürülen ve tümkayaç ana element jeokimyası verilerine (Çizelge 2) dayandırılan tanımlama diyagramında da kayaçların iki farklı alanda konumlandıkları göze çarpmaktadır. Bunlardan birincisi

**Çizelge 1.** Karamadazı plütönu kayaç örneklerinin mikroskopik incelenmesi  
*Table 1. Microscopical study of rock samples from the Karamadazı pluton.*

Kayaç No Sample	Doku Texture	Mineralojik Bileşim Mineralogical Composition	Kayaç Adı Rock name
KM-1	ince taneli/fine grained	q+kl+pl+bi+kl±sf±ap±al	lökogradit/leucogranite
KM-2	orta taneli/medium grained	pl+q+ah+tr/akt+kl±ap±sf	Kuvars diyorit/quartz diorite
KM-2 <sub>1</sub>	ince taneli/fine grained	pl+q+ah+tr/akt+bi+kl±ap±sf	k.diyorit porfir/q.diorite porphy.
KM-3	orta taneli/medium grained	pl+ku+ah+tr/akt±ep±kl±ap±sf	kuvarsdiyorit/quartz diorite
KM-3 <sub>1</sub>	ince taneli/fine grained	pl+q+ah+tr/akt+bi+kl±ap±sf	k.diyorit porfir/q.diorite porphy.
KM-4	orta taneli/medium grained	pl+q+ah+tr/akt±ep±ap±sf	tonalit/tonalite
KM-5	porfirik/porphyritic	pl+q+ah+tr/akt±bi±sf±ap	tonalit porfir/porphyritic tonalite
KM-6	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±ah±bi±ap±sf	lökogradit/leucogranite
KM-6 <sub>1</sub>	ince-orta/fine-medium gr.	pl+q+kl±bi±ah±ap	lökogradit/leucogranite
KM-7	ince-orta/fine-medium gr.	q+pl+kl±bi±ah±ap±sf	lökogradit/leucogranite
KM-8	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+kl+pl±bi±mu±kl	lökogradit/leucogranite
KM-9	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±bi±mu	lökogradit/leucogranite
KM-10	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±bi±sf	lökogradit/leucogranite
KM-11	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±ah±kl±ap±sf	lökogradit/leucogranite
KM-12	ince-orta/fine-medium gr.	q+pl+kl±bi±ap	lökogradit/leucogranite
KM-13	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±bi±ap	lökogradit/leucogranite
KM-14	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±ah±ap±sf	lökogradit/leucogranite
KM-15	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±kl±ap±sf	lökogradit/leucogranite
KM-16	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±bi±kl±sf	lökogradit/leucogranite
KM-17	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±bi±zir	lökogradit/leucogranite
KM-18	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±bi	lökogradit/leucogranite
KM-19	ince-orta/fine-medium gr.	q+pl+kl±ah±ap±sf	lökogradit/leucogranite
KM-20	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+pl+kl±bi±ap±zir	lökogradit/leucogranite
KM-21	ince-orta/fine-medium gr.	q+kl+pl±bi	granofir/granophyre
KM-22	ince-orta/fine-medium gr.	q+kl+pl±bi+kl±sf±ap	lökogradit/leucogranite
KM-23	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+kl+pl±bi±al±sf±ap	lökogradit/leucogranite
KM-24	orta-kaba/medium-coarse gr.	q+kl+pl±bi±ah±ap±sf±al	lökogradit/leucogranite
KM-25	porfirik/porphyritic	pl+ah+tr/akt+q+ap+ep±kl	q.diyorit porfir/q. diorite porphy
KM-25 <sub>1</sub>	ince taneli /fine grained	pl+ah+tr/akt+q+ap+ep±kl	tonalit porfir/tonalite porphy
KM-26	porfirik/porphyritic	pl+q+tr/akt+bi+kl±sf±ap	q.diyorit porfir/q. diorite porphy
KM-27	orta taneli/medium grained	pl+q+ah+tr/akt±ep±ap±sf	kuvars diyorit/quartz diorite
KM-29	orta taneli/medium grained	q+pl+kl±bi±sf±kl	lökogradit/leucogranite

Açıklamalar: ah, aktinolitik hornblend; al, allanit; ap, apatit; bi, biyotit; ep, epidot; kf, K-feldispat; kl, klorit; mu, muskovit; pl, plajiyoklaz; q, kuvars; tr/akt, tremolit/aktinolit; sf, sfen; zir, zirkon.

Explanations: ah, actinolitic hornblende; al, allanite; ap, apatite; bi, biotite; ep, epidote; kf, K-feldspar; kl, chlorite; mu, muscovite; pl, plagioclase; q, quartz; tr/akt, tremolite/actinolite; sf, sphene; zir, zircon.

lökogranitler olup, çoğunlukla adamellit/granit bölgesine düşmektedir (Şekil 2). Debon ve Le Fort (1982), önerdikleri diyagramın adamellit bölgesinin, aslında, Streckeisen (1976) tarafından önerilen tanımlamanın monzogranit bölgesine karşılık geldiğini de belirtmişlerdir. Diğer bir kayaç grubu ise kuvars diyorit bölgesine yakın olmakla birlikte diyagramın tanımlama alanı dışında yer almaktadır (Şekil 2). Bu durumun, aşağıda jeokimyasal inceleme bölümünde de değinileceği gibi, bu kayaçlarda, muhtemelen plajiyoklaz bileşiminden kaynaklanabilecek Na fazlalığından (bkz. Çizelge 2) dolayı diyagramın P parametresinin normalden biraz daha yüksek negatif değerler olarak diyagram dışına taşmasından kaynaklanabileceği düşünülmektedir.

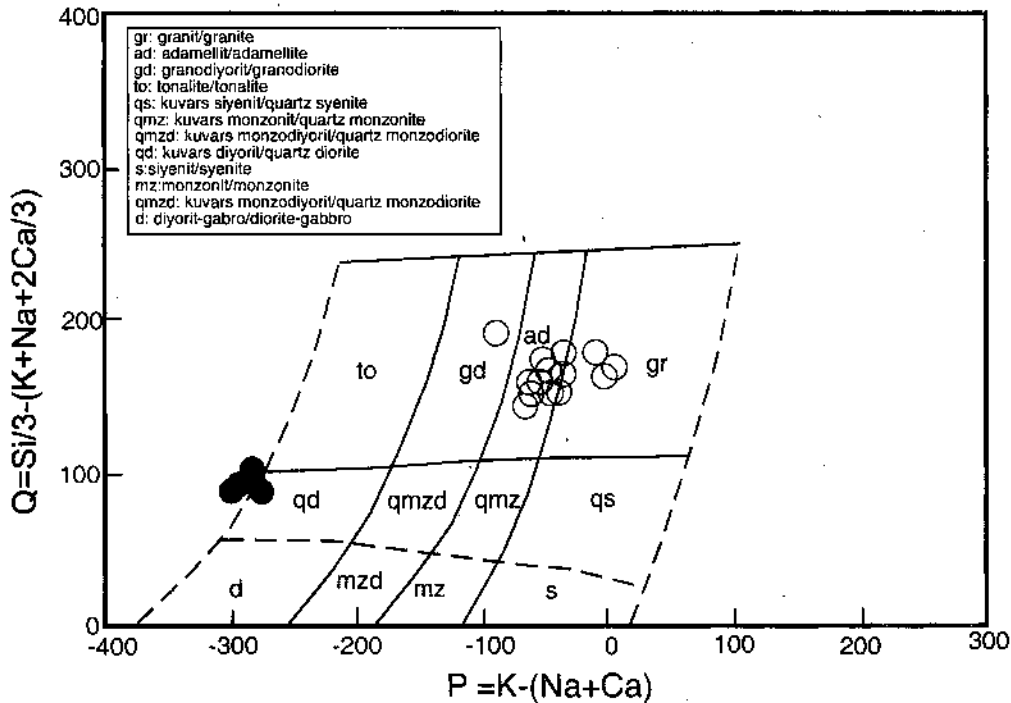
### Kuvars Diyoritler/Tonalitler

Daha önce de bahsedildiği gibi, Karamadazi plütununun batısında haritalanabilecek boyutlarda yüzlek veren, doğusunda ise lökogranitlerin içerisinde haritalanamayacak ölçeklerde çıkma veren kayaçlar halinde görülmektedir. Genel olarak

holokristalin-hipidiyomorf taneler dokulu ve orta tane boyuna sahip derinlik kayaçları (KM-2, KM-21, **KM-3**, KM-31, KM-4, KM-5, KM-25<sub>15</sub> ve KM-27; bkz. Çizelge 1) olarak görülmekle birlikte zaman zaman da faneritik-porfirik dokulu (KM-25, KM-26; bkz. Çizelge 1) kayaçlar şeklinde görülen kuvars diyoritlerin/tonalitlerin kayaç oluşturu ana bileşenleri plajiyoklaz (albit-oligoklaz) + kuvars + aktinolitik hornblend + tremolit/aktinolit ± biyotit (nadiren sadece bazı kayaç örneklerinde; bkz. Çizelge 1); aksesuar bileşenleri apatit + titanit + zirkon ve ikincil bozunma ürünleri ise serisit + epidot + klorit topluluğundan oluşmaktadır. Kayaç oluşturu ana bileşenlerden bazı amfibol mineraleri yarı özşekilli ve baklava dilimi biçimli, açık yeşil renkli ve belirgin pleokroyizma gösterenleri, özellikle mineral kimyası verileri olmadığından dolayı Hibbard (1995, p. 43) tarafından da belirtildiği gibi aktinolitik hornblend veya kalsik klinoamfibol olarak da tanımlanabilecek özelliklerdedir. Kuvars miktarının azalma veya artmasına bağlı olarak kuvars diyorit veya tonalit olarak isimlendirilmişlerdir (Çizelge 1).

**Şekil 2.** Karamadazi plütunu kayaç örneklerinin Debon ve Le Fort (1982) kimyasal isimlendirme diyagramındaki konumu. İçi dolu ve boş semboller, sırasıyla, kuvars diyorit/tonalit ve lökogranitleri gösterir.

*Figure 2. The plot of rock samples from the Karamadazi pluton in the chemical nomenclature diagram of Debon and Le Fort (1982). Filled and empty circles represent the quartz diorite/tonalite and leucogranites, respectively.*



Porfirik dokulu kayaçlar ise benzer şekilde kuvars diyorit porfir veya tonalit porfir şeklinde isimlendirilmişlerdir (Çizelge 1). Kayaçlarda kesinlikle herhangi bir K-feldispat minerali bulunmamaktadır. Plajiyoklaz mineralleri, gösterdikleri tüm optik mineralojik özellikleri (yarı özşekilli, tabii prizmatik biçimli, temiz yüzeyle, polisentetik ikizlenme göstermeyen, nadir olarak zan 1 anma ve basit ikizlenme gösteren bileşenler halindedir) nedeniyle albit-oligoklaz olarak (MacKenzie ve Guilford, 1991; Erkan, 1994) tanımlanmıştır. Diğer taraftan, amfibol mineralleri ise yarı öz şekilli, levhamsı prizmatik biçimli, bazan lifsi-İğnemsı ve hatta fırçamsı biçimli ve tipik olarak açık yeşilimsi

renkli ve pleokroyizma göstermeleri ile aktinolitik hornblend veya aktinolit ve bazan da renksiz veya çok soluk yeşilimsi renkli ve zayıf pleokroyizma göstermeleri nedeniyle tremolit/aktinolit bileşimi, diğer bir deyişle düşük sıcaklık ve basınç koşullarında oluşmuş kalsik klinoamfibol bileşimi sergilemektedir; Aksevar minerallerden apatitin, tüm kuvars diyoritlerde/tonalitlerde oldukça iri bileşenler halinde bulunması, özellikle bazan 2 X 1.5 mm boyutlarında levhamsı prizmatik biçimli bileşenler halinde görülmesi ve titanit minerallerinin ise bazan oldukça bol olarak görülmesi dikkat çekici özellikler olarak değerlendirilmektedir.

Çizelge 2. Karamadazi plütönu tümkayaç örneklerinin ana ve eser element kimyasal analiz sonuçları (ana elementler % ağırlık; eser elementler ppm cinsinden verilmiştir).

Table 2. Major and trace element chemical analyses results of the wholerock samples from the Karamadazi pluton (major and trace elements are given in wt. % and ppm, respectively).

Lökogranitler/ Leucogranites	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	tFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	TOTAL	Cr	Cu	Pb	Zn	Rb	Ba	Sr	Ga	Nb	Zr	Y	Th
KM-6	74.22	14.94	0.06	0.32	0.01	0.80	0.86	3.31	5.90	0.02	0.04	100.28	34	10	8	41	131	376	226	16	11	68	18	18
KM-7	71.50	14.83	0.05	0.32	0.01	0.57	0.59	3.65	5.86	0.02	0.07	100.47	18	8	9	38	201	167	234	17	18	92	29	28
KM-10	75.07	14.74	0.08	0.16	0.02	0.54	0.74	4.55	4.76	0.02	0.38	101.06	18	9	9	43	268	99	101	20	50	95	54	25
KM-11	72.78	15.72	0.10	0.35	0.03	0.71	1.14	4.53	4.70	0.05	0.11	100.22	9	8	10	43	225	457	152	19	30	115	43	19
KM-14	74.65	14.23	0.05	0.09	0.03	0.56	1.29	3.65	4.91	0.02	0.17	99.65	8	8	10	40	234	274	141	16	29	80	43	21
KM-16	74.15	14.56	0.05	0.47	0.02	0.58	0.72	4.24	4.71	0.02	0.21	99.73	23	7	10	39	244	141	61	18	28	61	42	16
KM-17	73.62	15.20	0.08	0.67	0.03	0.60	0.75	4.61	4.64	0.03	0.27	100.50	17	10	11	41	258	121	58	18	31	77	45	19
KM-18	74.49	15.24	0.10	0.29	0.02	0.57	0.76	4.57	4.60	0.02	0.25	100.91	21	8	10	38	298	129	68	19	26	98	32	23
KM-19	75.47	14.18	0.06	0.09	0.02	0.57	1.33	4.31	3.45	0.02	0.42	99.92	20	13	10	40	285	220	363	17	27	98	33	19
KM-20	74.64	14.35	0.11	0.79	0.04	0.68	0.81	4.17	4.53	0.04	0.16	100.32	13	7	13	45	227	126	68	17	29	88	41	23
KM-22	74.62	14.37	0.05	0.35	0.05	0.61	1.14	3.32	5.44	0.01	0.63	100.59	57	8	6	45	220	139	352	17	42	102	47	24
KM-23	74.38	15.06	0.05	0.17	0.01	0.57	0.82	4.05	5.11	0.01	0.16	100.39	21	11	9	37	183	57	66	18	19	74	30	19
KM-24	73.53	15.40	0.06	0.23	0.02	0.60	0.86	4.21	5.16	0.01	0.50	100.58	22	8	11	38	186	80	68	16	18	70	30	16
KM-29	74.17	15.63	0.06	0.36	0.02	0.59	0.61	4.45	5.04	0.01	0.20	101.14	19	5	14	43	221	31	39	18	26	81	36	23
Kuv. Diy.-Ton./ Q Dio.-Tonaitite	SiO <sub>2</sub>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	TiO <sub>2</sub>	tFe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	MgO	CaO	Na <sub>2</sub> O	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	LOI	TOTAL	Cr	Cu	Pb	Zn	Rb	Ba	Sr	Ga	Nb	Zr	Y	Th
KM-2	65.08	15.94	0.46	3.13	0.13	2.63	5.23	5.92	0.26	0.28	0.49	99.55	43	34	10	57	27	143	1213	19	16	223	12	16
KM-3	63.98	15.48	0.54	3.03	0.09	3.28	6.15	5.79	0.21	0.26	0.58	99.39	60	15	7	52	26	177	1359	19	14	229	10	9
KM-4	64.50	16.79	0.51	2.86	0.07	2.89	5.47	5.86	0.20	0.19	0.92	101.26	57	11	8	50	25	155	1455	19	18	266	11	11
KM-25	62.57	18.43	0.55	2.58	0.06	3.70	5.26	5.82	0.34	0.22	0.88	100.41	48	7	36	63	24	144	904	20	12	189	11	7
KM-27	64.86	16.19	0.52	2.73	0.07	2.85	5.41	6.28	0.31	0.22	0.61	100.05	56	15	8	49	30	155	1347	18	16	231	12	8

AK, ateşte kayıp; tFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, ferrik demir cinsinden toplam demir oksit değerini gösterir. /LOI and tFe<sub>2</sub>O<sub>3</sub> represent loss on ignition and total iron oxide as ferric iron

### Lökogranitler

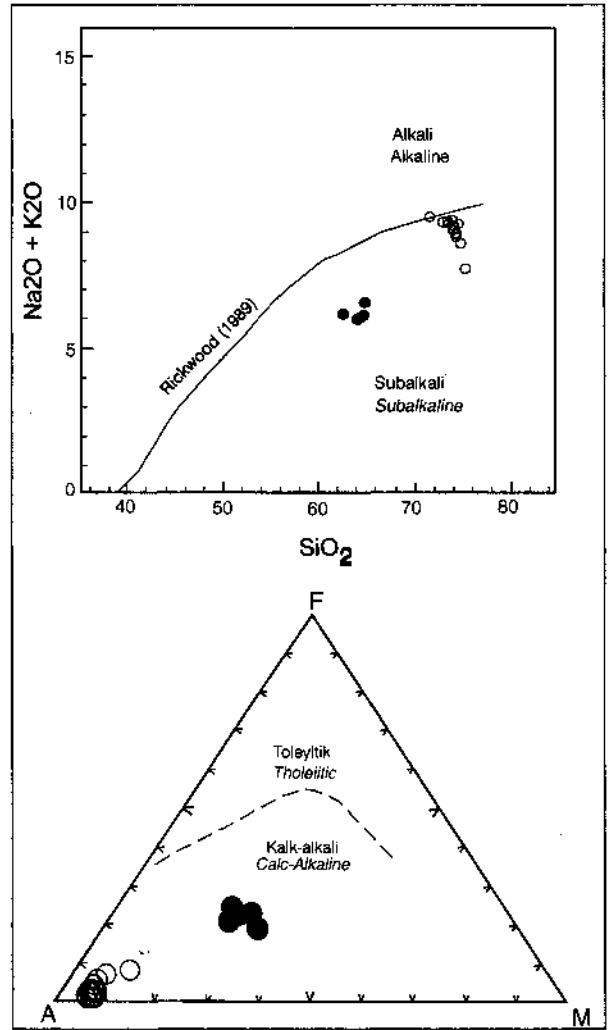
Karamadazı plütunu lökogranitleri, dokusal özellik ve mineralojik bileşim esaslarına göre, başlıca üç alt bölümde incelenebilecek değişik özellikler sergilemektedir. Bunlardan birincisi çoğunluğu oluşturan ve genellikle orta-kaba taneli, holokristalin-hipidiyomorf taneli dokulu ve kayaç oluşturu ana bileşenleri kuvars + ortoklaz + plajiyoklaz  $\pm$  biyotit; aksesuar mineralleri apatit + titanit + zirkon + allanit; ikincil bozunma ürünleri ise serisit + klorit minerallerinden oluşan kayaçlardır (KM-61, KM-8, KM-9, KM-10, KM-13, KM-16, KM-17, KM-18, KM-20, KM-21, KM-23, KM-29; bkz. Çizelge 1). Bu kayaç örneklerinden özellikle KM-20 no'lu lökogranit örneğinde iri biyotit pulları içerisinde karakteristik olarak çevresinde pleokroyik hale gösteren zirkon kapaçları gözlenmektedir. İkinci lökogranit grubu ise tipik olarak ince taneli, holokristalin-taneli dokulu ve kayaç oluşturu ana bileşenleri kuvars + ortoklaz + plajiyoklaz  $\pm$  biyotit (KM-1j, KM-7, KM-12, KM-22; bkz. Çizelge 1) veya kuvars + ortoklaz + plajiyoklaz  $\pm$  aktinolitik hornblend  $\pm$  tremolit/aktinolit  $\pm$  biyotit (KM-6, KM-19; bkz. Çizelge 1) minerallerinden meydana gelen lökogranit grubudur. Bu lökogranitlerin aksesuar mineral ve ikincil mineral içerikleri birinci grubunkine benzerdir. Üçüncü lökogranit grubu ise tüm özellikleri bakımından birinci grup lökogranitlere benzemekle birlikte, kayaç oluşturu ana bileşenlerinde diğer mineralere ilave olarak  $\pm$  aktinolitik hornblend  $\pm$  tremolit/aktinolit mineralleri içermesiyle birinci gruptan ayrılmaktadır (KM-11, KM-14, KM-15, KM-24, bkz. Çizelge 1).

Belirtmesinde yarar görülen önemli bir husus, üç farklı dokusal özellik ve mineralojik bileşim gösteren bu lökogranitlerin, arazide, plütun içerisinde sistematik bir dağılımdan ziyade gelişigüzel dağılım göstermeleridir (Şekil 1).

### JEOKİMYASAL İNCELEME

Karamadazı plütunu kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaçlarından 5 adet, lökogranit bileşimli kayaçlarından ise 14 adet olmak üzere toplam 19 adet tümkayaç örneğinin ana ve eser element kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir (Çizelge 2). Bu analiz sonuçları magmatik kayaçların kimyasal sınıflandırılması, magma tipinin ve çeşitli jeokimyasal karakteristiklerin belirlenmesi amacıyla değişik diyagramlarda değerlendirilmiştir.

Elde edilen veriler şu şekilde özetlenebilir: Karamadazı plütunu kuvars diyorit/tonalit ve lökogranit bileşimli kayaçları toplam alkalinin silis içeriğine göre dağılım diyagramında subalkali (Rickwood, 1989) ve AFM üçgen diyagramında (Irvine ve Baragar, 1971) ise kalkalkali özellikler sergilemektedir. Bununla birlikte, lökokratik granitlerin daha fazla diferansiyasyona uğramış oldukları özellikle AFM üçgen diyagramında belirgin bir özellik olarak ortaya çıkmaktadır (Şekil 3).

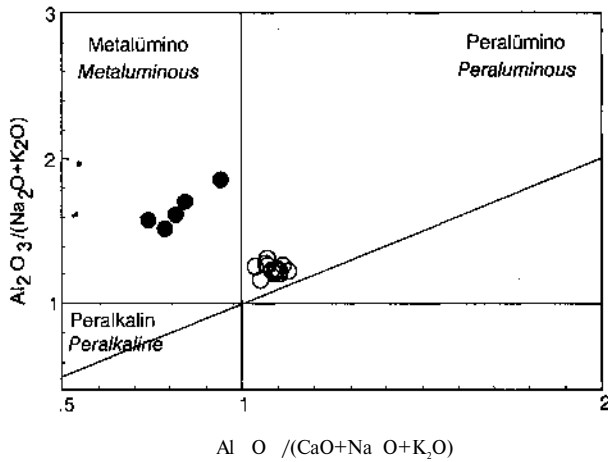


Şekil 3. Karamadazı plütunu kayaç örneklerinin toplam alkalin-silis diyagramındaki (Rickwood, 1989) ve AFM üçgen diyagramındaki (Irvine ve Baragar, 1971) konumu. Diğer açıklamalar için Şekil 2 ye bakınız.

Figure 3. The plot of rock samples from the Karamadazı pluton in total alkalis-silica diagram (Rickwood, 1989) and AFM triangular diagram (Irvine and Baragar, 1971). See Fig. 2 for other explanations.

Benzer şekilde, ilk kez Shand (1947) tarafından önerildiği için Shand indeksi olarak da tanımlanan ve alüminyum satürasyonuna dayandırılan sınıflandırmada da koyu ve açık renkli kayalar iki farklı topluluk göstermekte olup, bunlardan kuvars diyorit/tonalitler metalümino, lökograditler ise peralümino bileşim sergilemektedir (Şekil 4).

Ana element oksit bileşenlerinin  $\text{SiO}_2$  içeriğine göre değişimine dayandırılan Harker değişim diyagramlarında da daima kuvars diyorit/tonalit ve lökogradit bileşimli kayaların iki farklı topluluk sergiledikleri açıkça görülmektedir (Şekil 5, 6). Bu diyagramlarda değinilmesinde yarar görülen noktalar özellikle şöyle özetlenebilir. Kuvars diyorit/tonalitler, mafik minerallerden kalsik klinoamfibollerini oldukça bol miktarlarda içermelerinden dolayı  $\text{TiO}_2$ ,  $\text{tFe}_2\text{O}_3$ ,  $\text{MnO}$ ,  $\text{MgO}$ ,  $\text{CaO}$  bakımından; oldukça iri apatitleri bol miktarda içermelerinden dolayı da  $\text{P}_2\text{O}_5$  bakımından zenginleşme gösterirler (Şekil 5). Alkalilerin silise göre değişimine bakıldığında ise, kuvars diyorit/tonalitlerin K-feldispat ve biyotit eksikliğinden dolayı K bakımından oldukça fakir, buna karşılık albit-oligoklaz bileşimli plajiyoklazların bol miktarda bulunmasından dolayı da Na bakımından zengin; lökograditlerin ise tipik olarak K-feldispat ve biyotit minerallerini bol miktarda içermelerinden dolayı K ba-



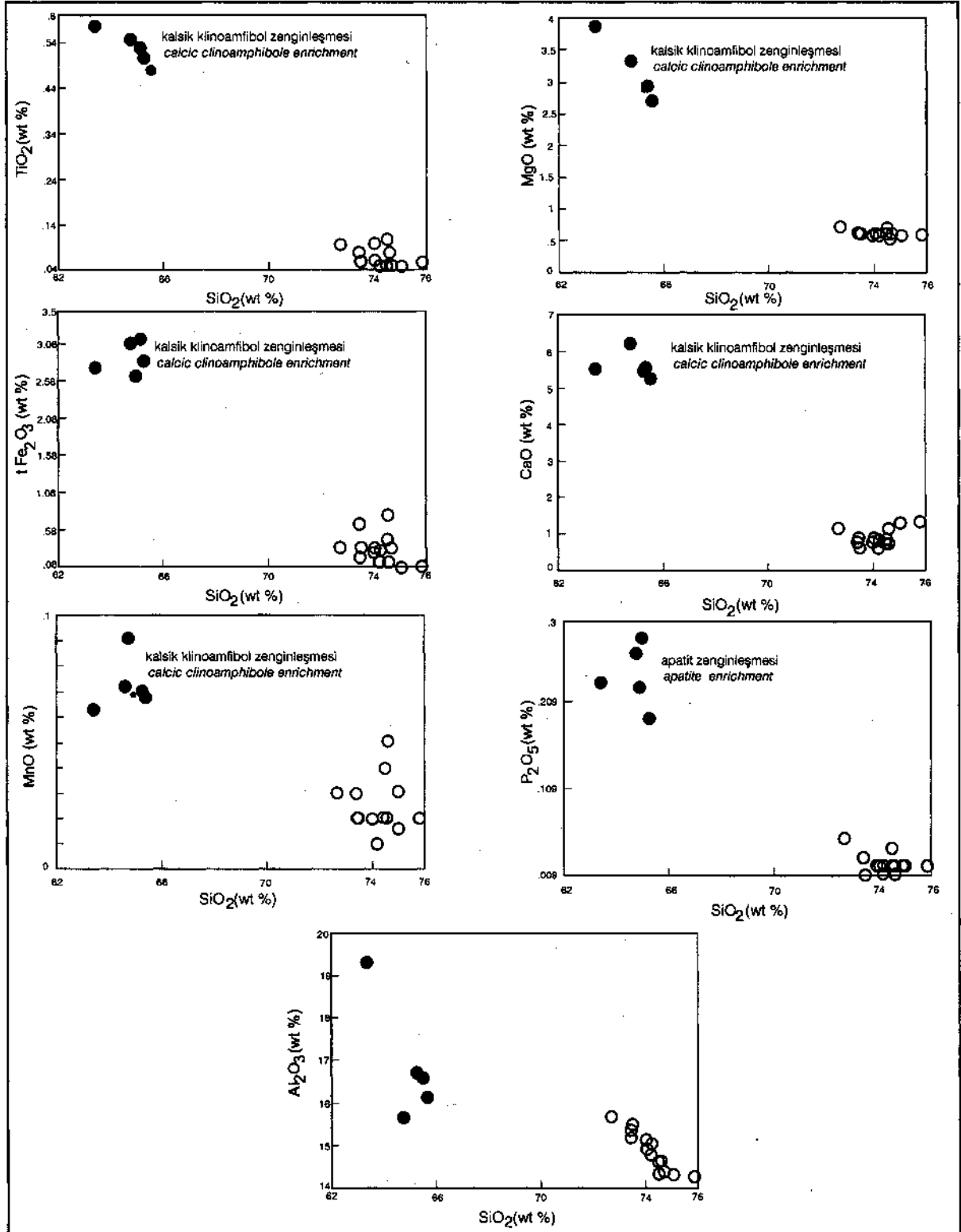
Şekil 4. Karamadazı plütönu kayalar örneklerinin Shand indeksi diyagramındaki (Shand, 1947) konumu. Diğer açıklamalar için Şekil 2'ye bakınız.

Figure 4. The plot of rock samples from the Karamadazı pluton in Shand's index diagram (Shand, 1947). See Fig. 2 for other explanations.

kımından zengin değerler gösterdikleri görülür (Şekil 6). Diğer taraftan, kuvars diyorit/tonalitlerde alkali elementlerden Na'un, toprak alkali elementlerden ise Ca'un aynı anda oldukça yüksek değerlerde görülmesi (bkz. Çizelge 2; Şekil 6 CaO- $\text{Na}_2\text{O}$  değişim diyagramı), bu kayalarda hem anortitçe zengin hem de albitçe zengin plajiyoklaz varlığını çağrıştırmakla birlikte, CaO içeriğinin MgO ve  $\text{tFe}_2\text{O}_3$  içerikleri ile birlikte doğru orantılı olarak artış göstermesi (Şekil 6), bu elementlerin hep birlikte kalsik klinoamfibollerin bünyesinde bulduklarını göstermektedir. Bu durum, zaten optik mineralojik incelemelerle de uyumluluk göstermektedir (bkz. mineralojik-petrografik inceleme).

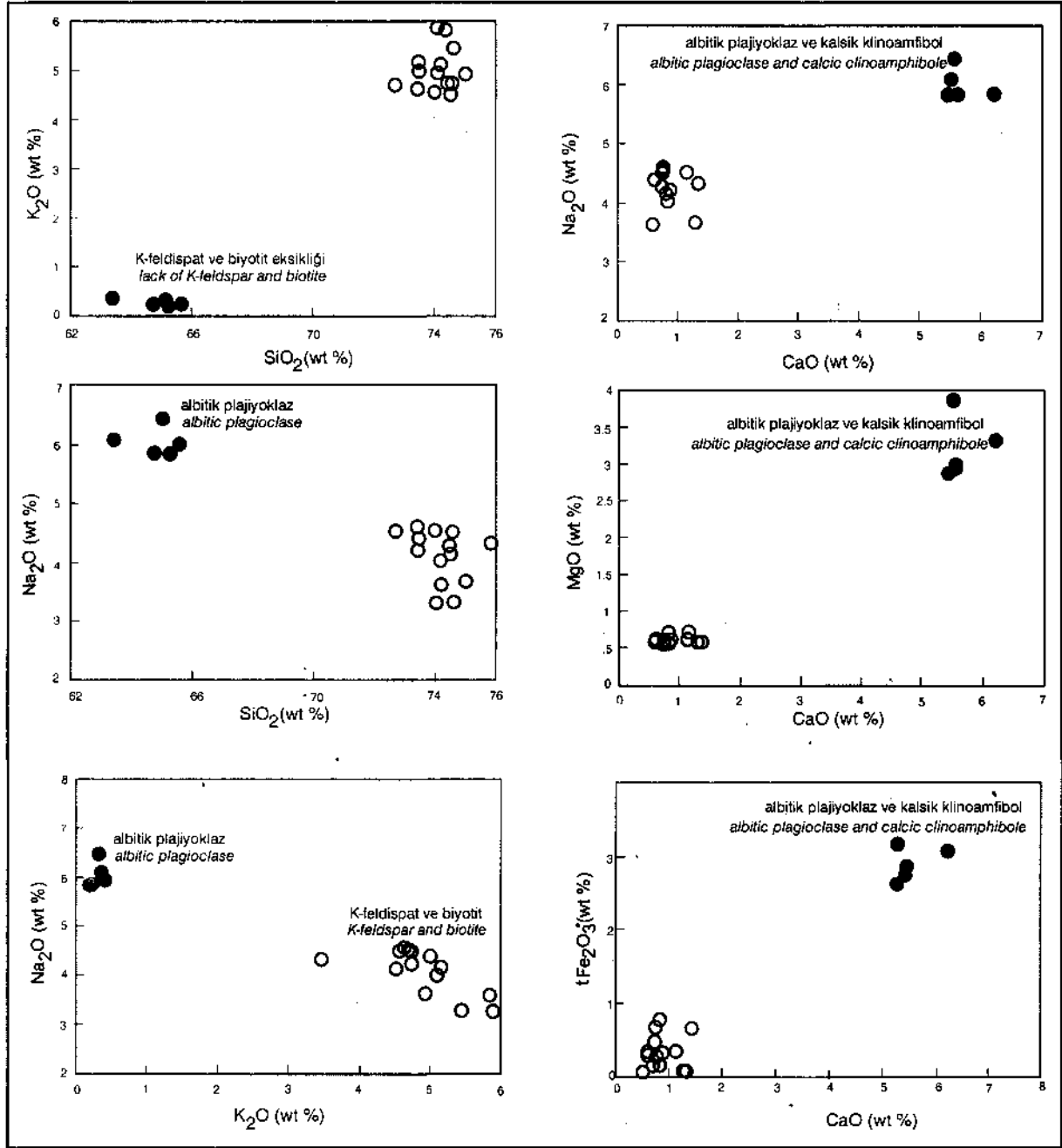
Karamadazı plütönu tümkayaç örneklerinin eser element analiz sonuçlarından başlıca geçiş metalleri (TM), büyük iyon yarıçaplı litofil elementler (LIL) ve kalıcılığı yüksek elementlerin (HFSE) davranışları çeşitli diyagramlar yardımıyla incelenerek mineralojik-petrografik ve ana element kimyası verilerinden elde edilen bulgularla birlikte değerlendirilmiştir. Geçiş metallere Cr ve Cu elementlerinin silis içeriğine göre değişimleri, tıpkı ana element oksit bileşenlerinde olduğu gibi kuvars diyoritler/tonalitler ile lökograditler arasında kolay bir ayırt edici ölçüt olarak ortaya çıkmaktadır. Bu ayırt edilme, her ne kadar geçiş metali özelliğinde olmasa da Zn elementinde de gözlenmektedir (Şekil 7). Diğer bir deyişle, şu ana kadar bahsedilen ve başlıca kuvars diyorit/tonalit ve lökograditlerden oluşan iki farklı kayaç topluluğunun varlığı Cr, Cu ve Zn elementlerinin silise göre değişim diyagramlarında da görülmektedir. Kuvars diyorit/tonalitler, lökograditlere göre Cr, Cu ve Zn içeriği bakımından bağıl olarak daha yüksek değerler göstermektedir (Şekil 7). Büyük iyon yarıçaplı (LIL) elementlerden Rb, Sr ve Ba elementlerinin silise karşı değişimleri incelendiğinde; kuvars diyorit/tonalitlerin Rb bakımından son derece fakir oldukları, buna karşılık Sr bakımından ise oldukça zengin oldukları; bunun tam aksine lökograditlerin ise Rb bakımından zengin, ancak Sr bakımından fakir oldukları görülmektedir (Şekil 8). Bunun nedeni, Rb elementinin jeokimyasal davranış bakımından ana elementlerden K ile ve Sr elementinin ise Ca ile birlik oluşturmasıdır (Mason ve Moore, 1982; Wilson, 1989).





Şekil 5. Karamadazi plütunu kayaç örnekleri ana elementlerinin silise göre Harker değişim diyagramları. Diğer açıklamalar için Şekil 2 ye bakınız.

Figure 5. Harker variograms of some major elements of rock samples from the Karamadazi pluton. See Fig. 2 for other explanations.



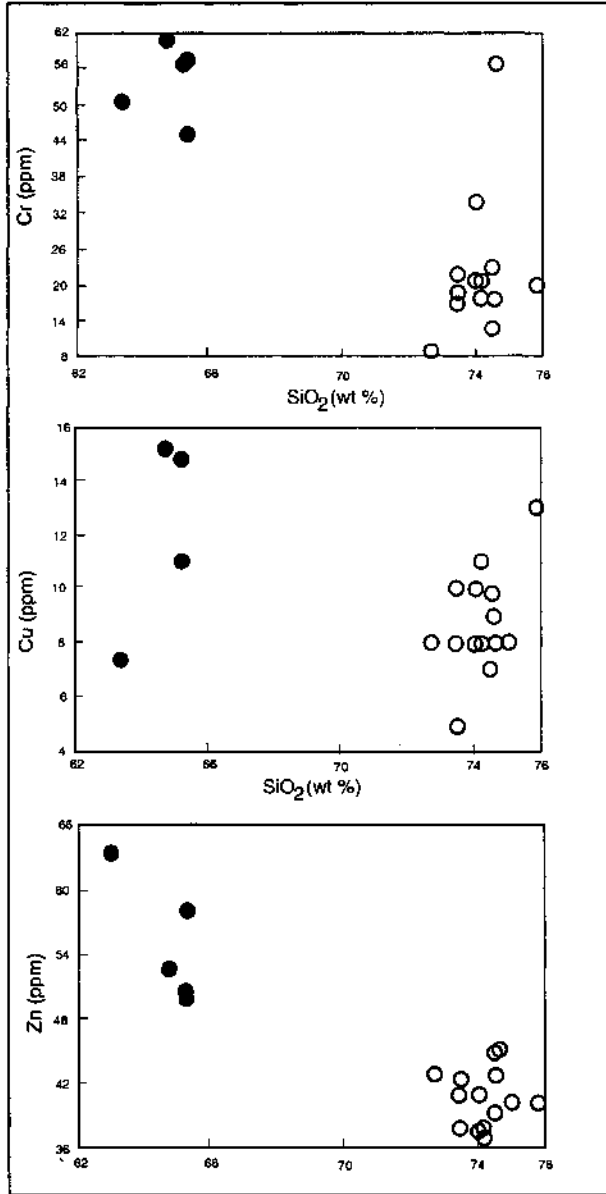
Şekil 6. Karamadazi plütönu kayaç örnekleri ana elementlerinin Harker değişim diyagramları. Diğer açıklamalar için Şekil 2 ye bakınız.

Figure 6. Harker variograms of major elements of rock samples from the Karamadazi pluton. See Fig. 2 for other explanations.

Şekil 6'dan hatırlanacağı ve ayrıca Şekil 8'den de kolayca görülebileceği gibi, kuvars diyorit/tonalitler K bakımından fakir ancak Ca bakımından zengin iken, lökograditler ise K bakımından zengin ancak Ca bakımından fakirdirler. Kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaçlarla lökograditlerin ço-

ğunluğu kabaca benzer Ba içeriğine sahip olmakla birlikte, bazı lökograditler kuvars diyorit/tonalitlerden daha yüksek bir Ba içeriğine sahiptir (Şekil 8). Ba içeriği yüksek olan bu lökograditler incelendiğinde, bunların, kayaç oluşturucu ana bileşen olarak amfibol mineralleri içeren lökograditler olduk-

lan (KM-6, KM-11, KM-14 ve KM-19 no'lu kayaç örnekleri, bkz. Şekil 1, Çizelge 1 ve 2) görülmüştür. Bu kayaçlardaki Ba fazlalığının, bağlı olarak daha yüksek sıcaklıklarda oluşmuş feldispat minerallerinin varlığından (Michael, 1981; Mehnert ve Büsch, 1981) ileri gelebileceği düşünülmektedir.



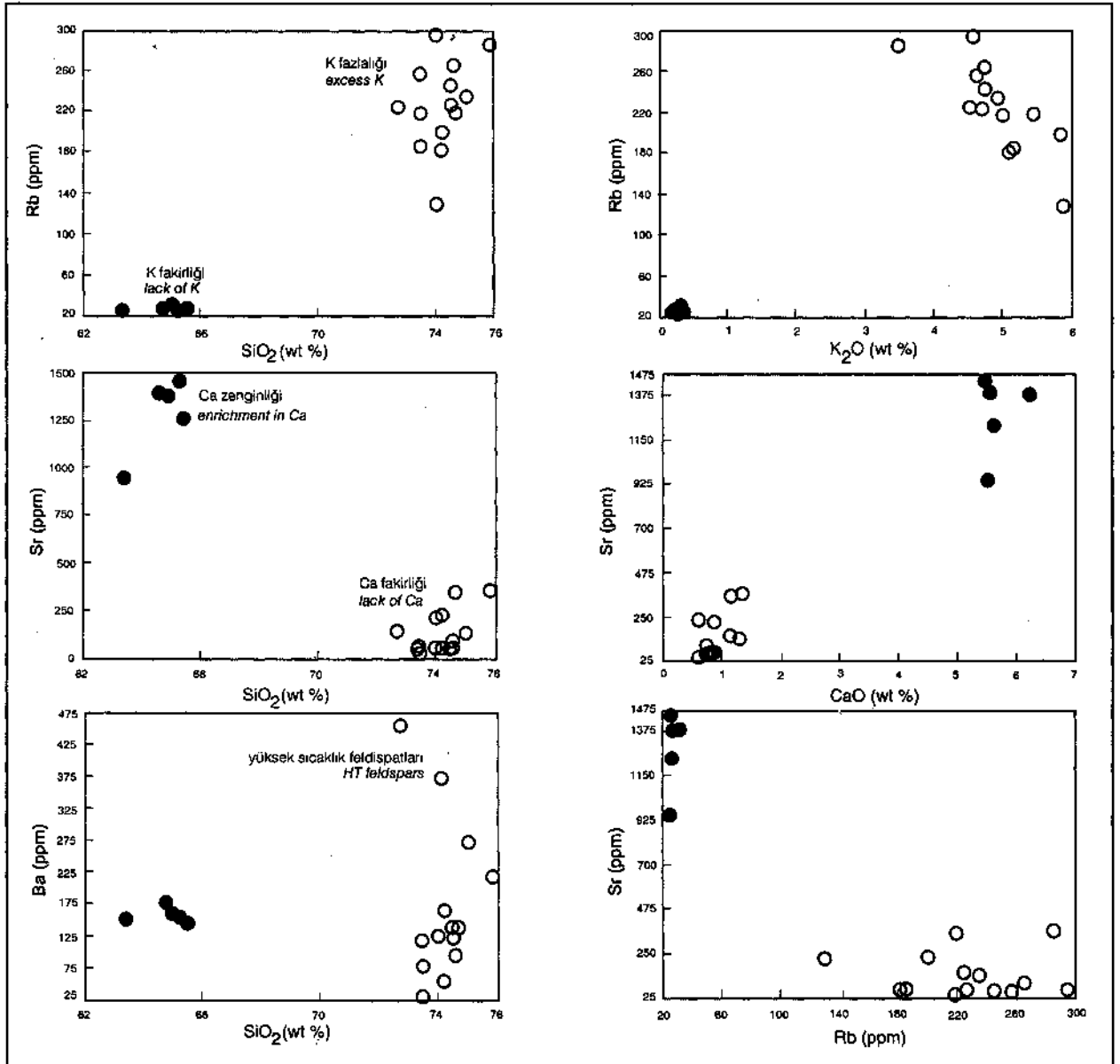
Şekil 7. Karamadazi plütunu kayaç örnekleri eser elementlerinden Cr, Cu ve Zn içeriklerinin silise göre Harker değişim diyagramları. Diğer açıklamalar için Şekil 2 ye bakınız.

**Figure 7.** Harker variograms of some trace element (Cr, Cu, Zn) versus silica contents of rock samples from the Karamadazi pluton. See Fig. 2 for other explanations.

Şu ana kadar bahsedilen tüm jeokimyasal verilerin ortaya koyduğu kuvars diyorit/tonalit ve lökogradit bileşimli iki farklı kayaç topluluğunun varlığı, kalıcılığı yüksek elementlerden (HFSE) Nb, Y, Th ve Zr elementlerinin jeokimyasal davranışlarıyla da kanıtlanmaktadır. Örneğin, Şekil 9 da, lökograditlerin Nb, Y, Zr ve Th içeriklerinin silise göre değişimi, kıtasal kabuk kökenli ve ileri derecede diferansiyasyona uğramış kayaçlarda görülen dağılıma benzer davranış sergilemektedir. Özellikle Zr ve Th elementlerinin lökogradit bileşimli kayaçlardaki bu tür davranışları Poli ve diğ. (1996) tarafından da gözlenmiştir. Kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaçların HFS element jeokimyası verilerine bakıldığında ise bu elementlerden özellikle Nb, Y ve Th'un düşük değerlerde, Zr'un ise yüksek değerlerde oluşu; bu kayaçların, bazik kökenli bir magma kaynağının kendi içinde diferansiyasyona uğraması sonucu meydana gelmiş olabileceğine işaret etmektedir. Bu değerlendirme, Zr ve Th elementlerinin silise göre değişim diyagramlarındaki davranışlarıyla büyük bir uyumluluk içindedir (Poli ve diğ. 1996). Karamadazi plütunundaki koyu renkli kayaçları oluşturan kuvars diyorit/tonalitler ile açık renkli kayaçları oluşturan lökograditler arasındaki mineralojik ve tümkayaç ana ve eser element jeokimyası farklılıkları, eser elementlerin PRIM'e (primitive mantle, Sun, 1982; Taylor ve McLennan, 1985) göre normalleştirilmiş örümcek diyagramında da açıkça görülmektedir (Şekil 10). Örneğin, lökogradit kayaçlarda, LIL elementlerden Sr ve Ba içeriğindeki bağlı fakirlik ve K ile Rb içeriklerindeki bağlı zenginlik, bu kayaçlardaki feldispatların, kuvars diyorit/tonalitlerdekilere göre daha düşük sıcaklıklarda oluşmuş, Ca bakımından fakir, ancak K bakımından zengin olmalarından kaynaklanmaktadır. Diğer taraftan, lökogradit kayaçlardaki K ve buna bağlı olarak Rb zenginliğinin bir diğer önemli kaynağının da biyotit içeriğinden gelebileceği düşünülmektedir (Mason ve Moore, 1982; Wilson, 1989). Lökogradit kayaçlardaki HFS elementlerden Th'dan Nb ve Zr'a doğru düzgün azalma eğilimi, ve ayrıca yüksek Y içerikleri, bunların, kabuksal kökenli felsik bir magma kaynağından türemiş ve oldukça fraksiyonlanmış kayaçlar olabileceğini göstermektedir (Wilson, 1989; Rollinson, 1993). Bu ilişki,

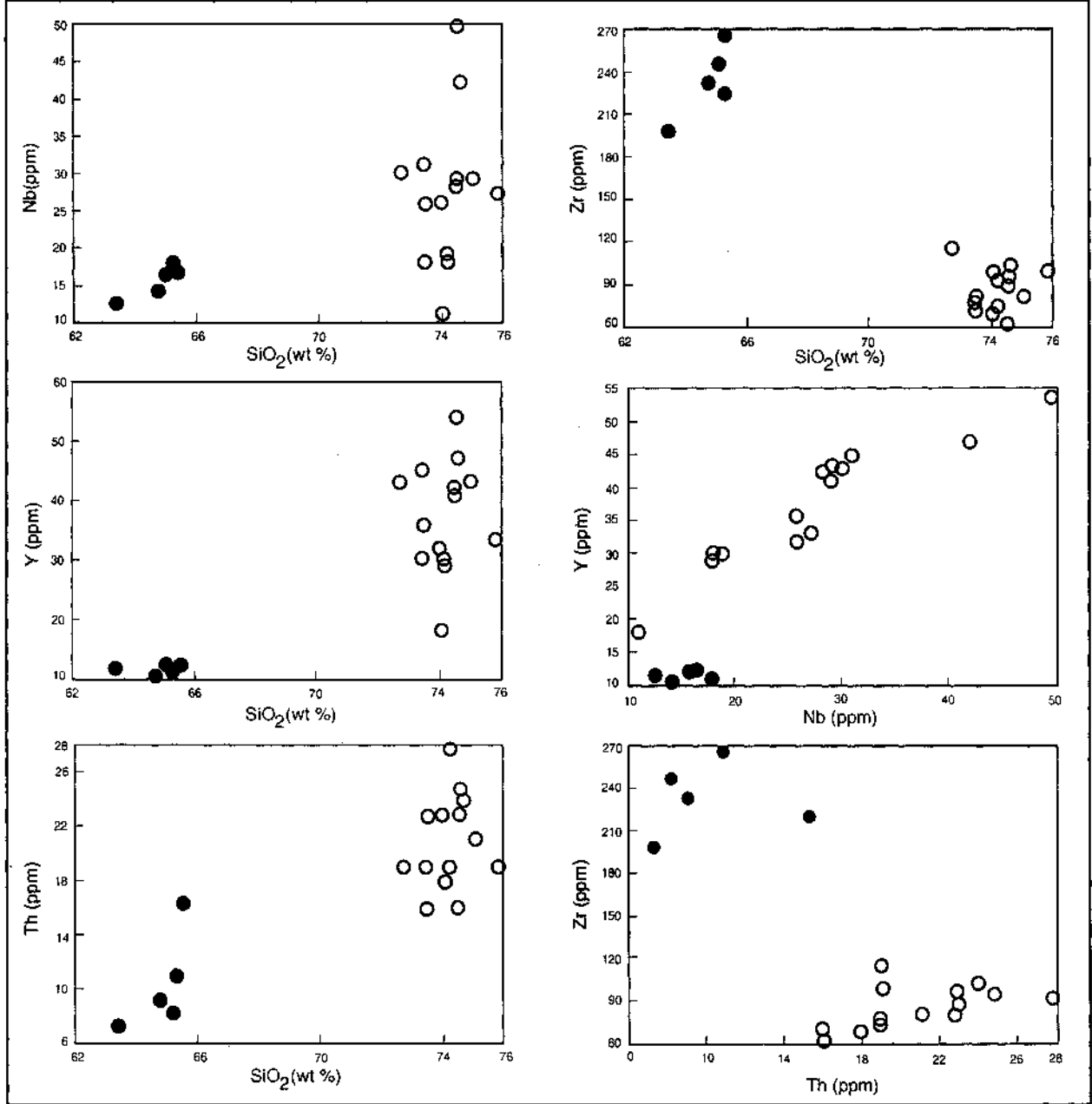
TM elementlerden Ti ve Cr içeriklerindeki bağıl fakirlikle de kanıtlanmaktadır (Şekil 10). Diğer taraftan, kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaların Şekil 10'daki davranışına bakıldığında ise, yukarıdaki değerlendirmelerin tam tersi bir durum ile karşılaşmaktadır. Örneğin, Sr ve Ba elementlerinin bağıl olarak yüksek, ancak K ve Rb içeriklerinin ise bağıl olarak düşük değerlerde olması, bunların feldispatların kısmen daha yüksek sıcaklıklar-

da oluşmuş ve Ca bakımından zengin olduklarını göstermektedir. Diğer taraftan, Th bakımından göze çarpan bağıl zenginlik, bu kayaların oldukça fraksiyonlanmış olduklarını; Nb, Zr ve Y içeriklerindeki fakirlikler ise, bu magmanın kabuksal kökenden ziyade manto kökenli olabileceğini işaret etmektedir. Bu durum, zaten, TM elementlerden Ti ve Cr'un bağıl zenginliğiyle de desteklenmektedir (Şekil 10).



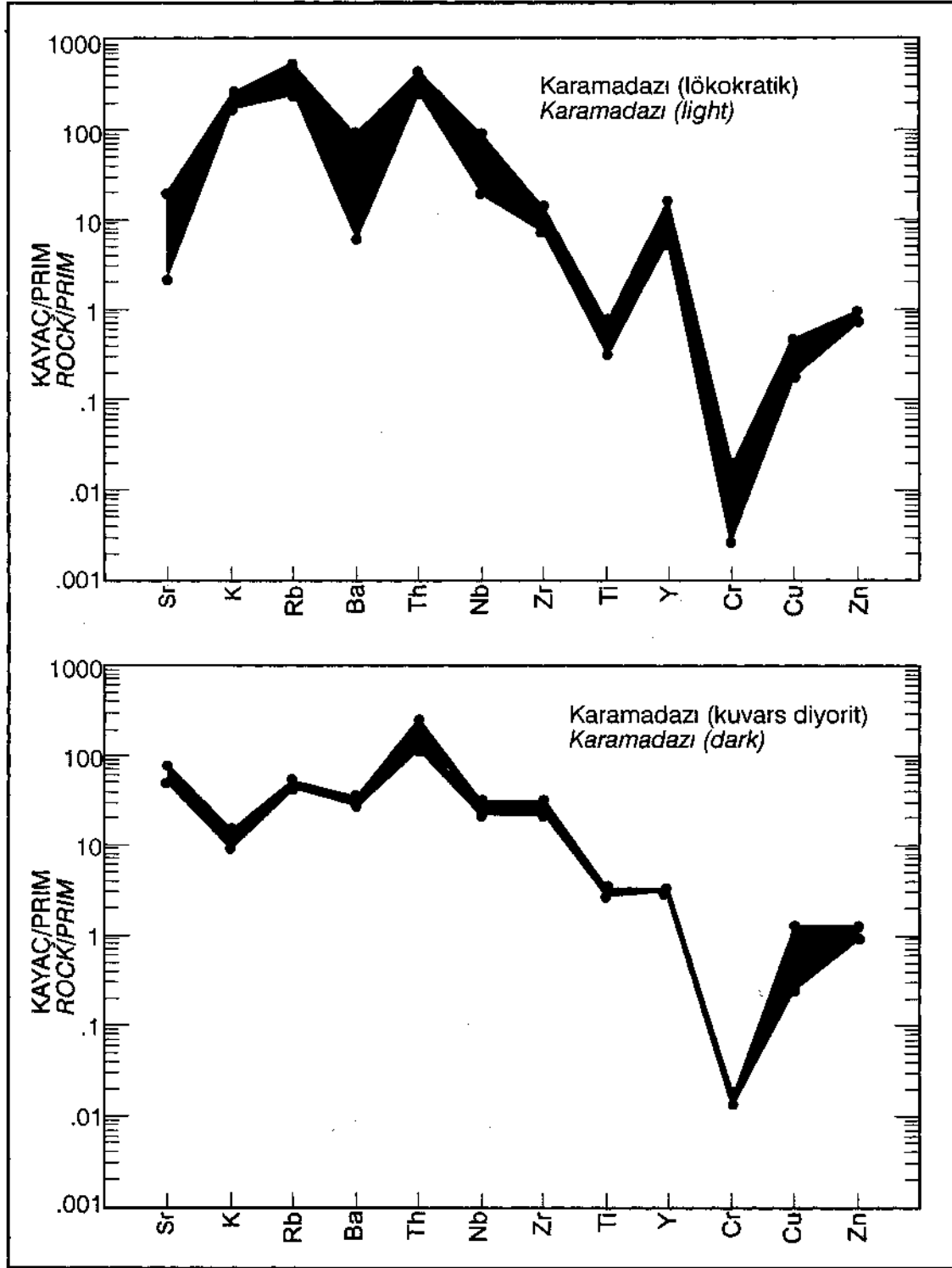
Şekil 8. Karamadaşı plütunu kayaç örnekleri LIL elementlerinin Harker değişim diyagramları. Diğer açıklamalar için Şekil 2 ye bakınız.

Figure 8. Harker variograms of some LIL elements of rock samples from the Karamadaşı pluton. See Fig. 2 for other explanations.



Şekil 9. Karamadazı plütunu kayaç örnekleri HFS elementlerinin Harker değişim diyagramları. Diğer açıklamalar için Şekil 2 ye bakınız.

Figure 9. Harker variograms of some HFS elements of rock samples from the Karamadazı pluton. See Fig. 2 for other explanations.

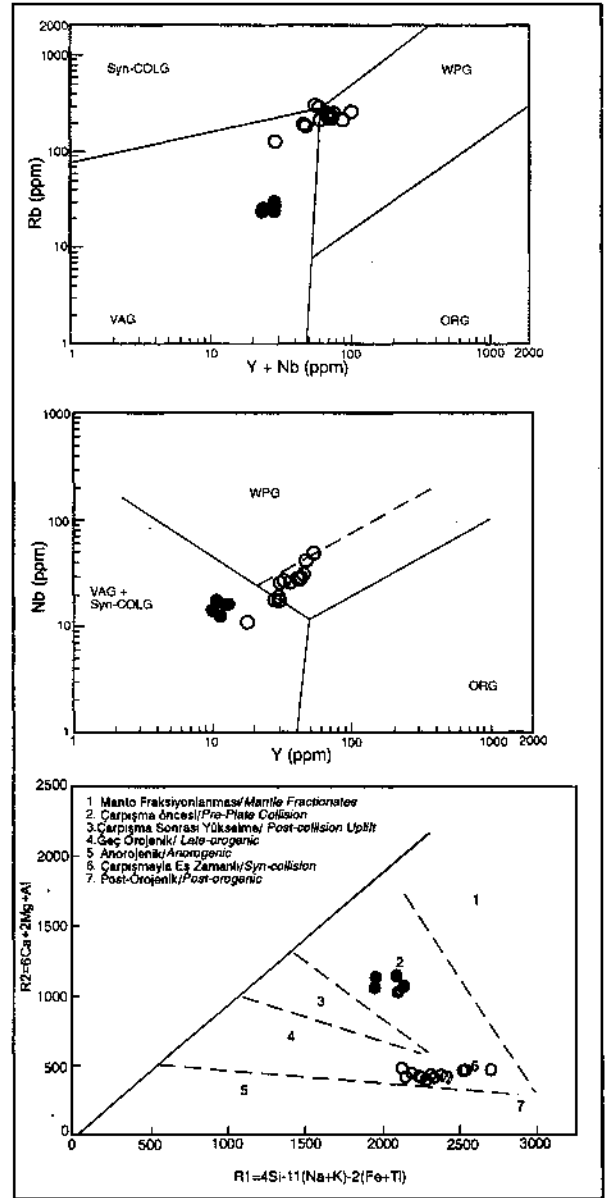


Şekil 10. Karamadazi plütünü Jtayaç örneklerinin kayaç/PRIM örümcek diyagramı (Ti, Cr, Cu ve Zn gibi geçiş metallere normalleştirme değerleri Sun, 1982; diğer elementlerinkiler ise Taylor ve McLennan, 1985'ten alınmıştır).

Figure 10, Rock/PRIM spider diagram of rock samples from the Karamadazi pluton (the normalization values of transitional metals such as Ti, Cr, Cu and Zn have been taken after Sun, 1982; those of others after Taylor and McLennan, 1985).

### PETROJENETİK YORUM

Hem mineralojik-petrografik hem de jeokimyasal bileşimle ortaya konulan bimodal (kuvars diyorit/tonalit ve lökogradit beraberliği) karakter, tipik olarak çarpışma sonrası ortamlarda gelişen ve mantodan türemiş mafik magma kaynağı ile bu magmanın kabuğa enjeksiyonu veya kabuk boyunca diyapirik olarak yükselmesi sırasında kabuğu da eriterek oluşturduğu eşyaşlı felsik magma birliğine çağrıştırmaktadır. Karamadazı plütunu lökograditlerinin, Pearce ve diğ. (1984) tarafından önerilen eser element jeotektonik diskriminant diyagramlarından Rb - Y+Nb diyagramında tipik olarak VAG - syn-COLG - WPG üçlü noktasında ve Nb-Y diyagramında ise WPG bölgesinde (Şekil 11), Batchelor ve Bowden (1985) R1-R2 diyagramında ise çarpışmayla eş zamanlı bölge ile geç orojenik bölgenin ileri derecede diferansiyasyonlanmış felsik uç üyelerinin yer aldığı bölgede konumlanması (Şekil 11), bu kayaçların, zaten, çarpışmaya bağlı kabuk kalınlaşması rejimi ile ilgili magmatizmadan türemiş olabileceklerini göstermektedir. Diğer taraftan, kuvars diyorit/tonalitlerin ise Şekil 1 Pde verilen diyagramların yay magmatizması bölgelerinde konumlanması, muhtemelen, çarpışma sonrası mantodan türemiş kalk'alkali magmatizmanın karakterinden kaynaklanmaktadır. Çarpışma sonrası ortamda mantodan türemiş kalkalkali magmatizmanın mineralojik-petrografik ve jeokimyasal karakteristiklerinin yay magmatizmasına benzerliği konusu ilk kez Pearce ve diğ., (1984) tarafından belirtilmiş olup, Çevikbaş ve diğ. (1995) tarafından Horoz plütununun (Ulukışla-Niğde) incelendiği çalışmada ayrıntılı şekilde verilmiştir. Sonuç olarak, Karamadazı plütununun, mantodan türemiş mafik bir magmanın kendi içerisinde diferansiyasyonu sonucunda gelişen kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaçlarla, tamamen kabuksal malzemeden türemiş bir magmanın ileri derecede diferansiyasyonu sonucu oluşmuş lökogradit bileşimli kayaçları içeren bimodal karakterli bir sokulum olduğu ileri sürülebilmektedir.



**Şekil 11.** Karamadazı plütunu kayaç örneklerinin eser element jeotektonik diskriminant diyagramlarındaki (Pearce ve diğ., 1984) ve R1-R2 diyagramındaki (Batchelor and Bowden, 1985) konumu. Syn-COLG, çarpışmayla eş zamanlı granitler; WPG, levha içi granitler; VAG, volkanik yay granitleri; ORG, okyanus sırtı granitleri. Diğer açıklamalar için Şekil 2 ye bakınız.

*Figure 11.* The plot of rock samples from the Karamadazı pluton in trace elements geotectonic discriminant diagrams of Pearce et al. (1984) and in R1-R2 diagram of Batchelor and Bowden (1985). Syn-COLG, syn-collisional granites; WPG, within-plate granites; VAG, volcanic arc granites; ORG, ocean ridge granites. See Fig. 2 for other explanations.

## SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Orta Toros kuşağında- oldukça ender olarak yüzeylenen granitik kayaç çıkımlarından birisini oluşturan bimodal karakterli Karamadazı plütünü, farklı magma kaynaklarından türemiş kuvars diyorit/tonalit ve lökogradit bileşimli kayaçlardan oluşmaktadır. Kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaçların tipik olarak K bakımından aşırı derecede fakir (Debon ve Le Fort, 1982 tarafından önerilen ortalama K<sub>2</sub>O miktarı kuvars diyorit için % 1.39, tonalit için ise % 1.67 dir; bu değerleri Çizelge 2 ile karşılaştırınız), buna karşılık Na bakımından oldukça zengin (Debon ve Le Fort 1982 tarafından önerilen ortalama Na<sub>2</sub>O miktarı kuvars diyorit için % 3.08, tonalit için ise %3.32 dir; bu değerleri Çizelge 2 ile karşılaştırınız) olmaları dikkat çeken bir özellik olarak değerlendirilmektedir. Diğer taraftan, bazı lökogradit örneklerinin kuvars diyorit/tonalitlere benzer şekilde kalsik klinoamfibol içermeleri ve bu kayaç örneklerinin Ba içeriği bakımından bağıl olarak zengin olmaları (ve bu nedenle kısmen daha yüksek sıcaklıklarda oluşmuş feldispat mineralleri içermesi olasılıkları) da belirtilmesi gereken önemli bir özellik olarak görülmektedir.

Bimodal karakterli Karamadazı plütünü eldeki mevcut verilerle değerlendirildiğinde, tüm özellikleri itibarıyla, çarpışma sonrası ortamda gelişen ve eş yaşlı mafik ve felsik magmaların etkileşimi sonucu oluşan bimodal karakterli Horoz (Ulukışla-Niğde) plütününa (Çevikbaş ve diğ., 1995) benzerlik göstermektedir. Horoz plütününda, eş yaşlı mafik ve felsik magma kaynakları arasında her türlü etkileşim tipi (magma mingling/magma mixing, mafik mikrogranüler enklavlar, mafik dayklar, vb.) açık ve belirgin bir şekilde gözlenirken Karamadazı plütününda bu tür jeolojik oluşuklar gözlenememiştir. Bu nedenle, Karamadazı plütününu oluşturan kuvars diyorit/tonalitler ile lökograditlerin eş yaşlı olup olmaması konusunda elde yeterli veri olmamakla birlikte, plütününa doğu kesimlerinde, lökograditler içerisinde, 1/25.000 ölçekte haritalanamayacak boyutlarda kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaçlar yüzeylenmektedir. Mostranın yeterli derecede açık olmaması nedeniyle, bu kayaçların bir damar kayacı konumunda mı, yoksa eş yaşlı

magma etkileşim (magma mingling) ürünü mü oldukları aydınlatılamamıştır. Diğer taraftan, bimodal karakterli Karamadazı plütününaındaki kuvars diyorit/tonalit bileşimli kayaçların K bakımından fakir, Na bakımından zengin olmaları ve ayrıca bazı lökograditlerin de kuvars diyorit/tonalitlere benzer şekilde kalsik klinoamfibol içermeleri, magma(lar)ın evrimi/katılmasında sırasında yankayaç asimilasyonu (A), asimilasyon-fraksiyonel kristallenme (AFC) veya beslenme-fraksiyonel kristallenme (RFC), metasomatizma, vb. süreçlerin gelişip gelişmediğinin de araştırılmasını gerekli kılmaktadır. Tüm bu petrolojik-petrojenetik problemlerin aydınlatılabilmesi için tümkayaç REE jeokimyası, mineral kimyasına dayalı jeotermobarometre çalışmaları, mutlak yaş tayini ve izotop jeokimyası çalışmaları önerilmektedir.

## KATKI BELİRTME

Bu çalışma, Cumhuriyet Üniversitesi Araştırma Fonu tarafından kısmen desteklenmiştir.

## EXTENDED SUMMARY

The Karamadazı pluton, intruding the Permian-Triassic metasediments of Bolcardağ unit outcropping in the Yahyah-Kayseri area, constitutes one of the granitoid exposures which are scarcely found in all the Toride belt, S Turkey. The only geological and stratigraphical data to date this pluton is the metasediments cut by pluton, and Quaternary alluvium covering it. However, it is suggested to have an age of sometimes around Late Cretaceous to Early Tertiary by considering the regional geological correlation. It is also associated with some skarn type of iron mineralization. The Karamadazı pluton have been subdivided into two subgroups on the basis of mineralogical-petrographical and geochemical criteria that (I) dark colored quartz diorites/tonalites and (II) light colored leucogranites. The quartz diorites/tonalites, representing medium-sized granular texture, consist mainly of plagioclase (albite-oligoclase) + quartz + actinolitic hornblende + tremolite/actinolite + biotite. The accessory constituents comprise apatite + sphene + zircon minerals. The secondary



alteration products are composed essentially of sericite and chlorite assemblage. Some apatite minerals can be seen as large crystals attaining up to 2 X 1.5 mm in size, and also some rocks contain much more sphene minerals. The leucogranites of the Karamadazi pluton can be studied under three distinct subtypes on the basis of textural feature and mineralogical composition. The first subtype, showing a medium to coarse grained texture, is composed of quartz + K-feldspar + plagioclase ± biotite. The accessory minerals are made up of apatite + sphene + zircon + allanite. Some biotites typically include some euhedral zircon inclusions with a well-preserved pleochroic haloes. The rocks of second subtype just differ from those of first subtype by including some small amount of actinolitic hornblende and tremolite/actinolite minerals, and by showing a fine grained texture. As to the rocks of third subgroup, they represent medium to coarse grained texture and include some small amount of amphibole minerals. Both of the dark and light colored rocks of the Karamadazi pluton reveal a highly evolved subalkaline and calcalkaline composition. Apart from this compositional feature, the dark and light colored rocks of this pluton always represent different geochemical characteristics , e.g. the dark and light rocks exhibit metaluminous and peraluminous character, respectively. All the major and trace element Harker variograms versus silica content clearly indicate the existence of two different magma sources from which the dark and leucocratic rocks were derived. The dark colored quartz diorites/tonalites are observed to be enriched in Na and Ca which can be related to sodic plagioclase and calcic clinoamphibole minerals. On the contrary, the leucocratic granites have high content of K due presumably to biotite and K-feldspar contents in mineralogy. Similar to those of major element data, the trace element geochemistry also show two different magma sources in both of the Harker variograms and PRIM normalized spider diagrams. The LDL, TM and HFS type of trace elements represent that the dark colored quartz diorites/tonalites and light colored leucogranites have been derived from a mantle-derived mafic and a crustal-derived felsic magmas.

The wolerock major and trace element geochemistry data also indicate that both of the magma sources of two different rock groups have been highly evolved during solidification. Altogether evaluation of the mineralogical and geochemical data in the light of regional geological setting may suggest such a geodynamics for the genesis of the Karamadazi pluton. The mafic magma source can be the part of an underplating mafic magma which may also cause to yield a felsic magma source during the injection or bonding into lower crust in a post-collisional geodynamic context. Such a petrogenetic proposal may be considered to explain the coexistence of dark and light colored intrusives with distinct mineralogy, geochemistry and genesis in the same pluton, i.e. the bimodality of the Karamadazi pluton.

#### DEĞİNİLEN KAYNAKLAR

- Batchelor, B. and Bowden, P., 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 48,43-55.
- Çevikbaş, A. ve Öztunalı, Ö., 1992. Ulukışla-Çamardı (Niğde) Maestrihtiyen sonrası çökel havzasının jeolojisi. *M.T.A. dergisi* 114, 155-172.
- Çevikbaş, A., Boztuğ, D., Demirkol, C, Yılmaz, S., Akyıldız, M., Açlan, M., Demir, Ö. ve Taş, R., 1995. Horoz plütununun (Ulukışla-Niğde) oluşumunda dengelenmiş hibrid sistemin mineralojik ve jeokimyasal kanıtları. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni*, 10, 62-77.
- Çevikbaş, A., Boztuğ, D., Demirkol, C, Yılmaz, S. ve Akyıldız, M., 1997. Bolcardağlar, Aladağlar ve Niğde masifinde kabuk kalınlaşması ve Ulukışla-Çamardı baseninde riftleşme ile ilgili plütunların karşılaştırmalı incelenmesi, Orta Toroslar, Türkiye. Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu, Adana, 30 Nisan - 3 Mayıs 1997, Bildiri Özleri, s. 37-38.

- Debon F., and Le Fort, P., 1982. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Transactions of the Royal Society of Edinburg: Earth sciences*, 73, 135-149.
- Erkan, Y., 1994. Kayaç Oluşturan Önemli Minerallerin Mikroskopta İncelenmeleri TMMOB Jeoloji Mühendisliği Odası Yayınları, Ankara, 405 s.
- Erkan, Y., 1995. Magmatik Petrografi. Hacettepe Üniversitesi. Mühendislik Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Ders Notları, Beytepe, Ankara, 169 s.
- Govindaraju, K., 1989. 1989. Compilation of working values and sample description for 272 geostandards. *Geostandards Newsletter*, 13, 1-113.
- Hibbard, M. J. 1995. *Petrography to Petrogenesis*. Prentice Hall, 587 p.
- Irvine, T. N. and Baragar, W. R. A., 1971. A guide to the chemical classification of common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 8, 523-548.
- Mason, B. and Moore, C. B., 1982. *Principles of Geochemistry*. John Wiley and Sons, Hong Kong, 344 p.
- MacKenzie, W. S., and Guilford, C., 1991. *Atlas of Rock Forming Minerals in Thin Section*. John Wiley and Sons, Hong Kong, 98 p.
- Mehnert, K. R. and Büsch, W., 1981. The Ba content of K-feldspar megacrysts in granites: A criterion for their formation. *Neues Jahrbuch für Mineralogisches Abhandlungen*, 140, 221-252.
- Michael, P. J., 1981. Barium zonation in orthoclase: implications for crystallization and differentiation of granite. *Transactions of American Geophysical Union*, 62, 4383.
- Oygür, V., Yurt, M. Z., Yurt, F. ve Sarı, L., 1982. Kay. serisi-Yahyalı-Karamada ve Kovalı yöresi demir madenleri jeoloji raporu. M.T.A. Arşiv No: 6609/1,2,3,4.
- Özgül, N., 1976. Torosların bazı temel jeoloji özellikleri. *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*, 31, 23-28.
- Pearce, J. A., Harris, B. W. and Tindle, A. G., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956-983.
- Poli, G., Tommassini, S. and Haliday, A. N., 1996. Trace element and isotopic exchange during acid-basic magma interaction processes. *Transactions of the Royal Society of Edinburg: Earth Sciences*, 87, 225-232.
- Rickwood, P. C., 1989. Boundary lines within petrologic diagrams which use oxides of major and minor elements. *Lithos*, 22, 247-263.
- Rollinson, H. R., 1993. *Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation*. Longman Scientific and Technical, John Wiley and Sons, New York, 352 p.
- Shand, S. J., 1947. *Eruptive Rocks, Their Genesis, Composition, Classification, and Their Relation to Ore Deposits*, With a Chapter on Meteorites. Thomas Murby, London, 3rd. Ed. 488 p.
- Streckeisen, A., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Sciences Reviews*, 12, 11-33.
- Sun, S.S., 1982. Chemical composition and origin of the earth's primitive mantle. *Geochimica et Cosmochimica Acta*, 46, 179-192.
- Taylor, S.R. and McLennan, S.M., 1985. *The Continental Crust: Its Composition and Evolution*. Blackwell, Oxford.
- Wilson, M., 1989. *Igneous Petrogenesis*, Urwin Hyman, London, 456 p.