

EKECİKDAĞ GRANİTOYİDİNİN PETROLOJİSİ VE KÖKENİ (ORTA ANADOLU KRİSTALEN KÜTLESİ BATISI)

T. Kemal TÜRELİ; M. Cemal GÖNCÜOĞLU" ve Orhan AKIMAN"

ÖZ.- Orta Anadolu kristalen kütesinin batı kesiminde çok sayıda granitoid sokulumundan oluşan bir kuşak yer almaktadır. Bu kuşaktaki sokulanlardan bir tanesi de masifin güneybatı ucunda Aksaray ile Ortaköy arasında yüzeyleyen Ekecikdağ granitoididir. Metamorfik ve ofiyolitik yan kayaçlara sokulum yapmış olan Ekecikdağ granitoidi, monzogranit ve granodiyorit bileşimindedir. Ekecikdağ granitoidi, petrografik ve kimyasal bileşimlerine göre Borucu granodiyorit-monzograniti, Sınandı mikrograniti, Hisarkaya porfirik graniti, Kalebalta lökograditi ve aplitik granitler olmak üzere alt birimlere ayrılmıştır. Tüm bu birimler birbiriyle kökensel olarak ilişkilidir. Borucu granodiyorit-monzograniti ana magmatik fazı, aplitik granit ise son fazı temsil etmektedir. Ekecikdağ granitoidi kalkalkalın karakterli olup alümino-kafemik eğilim göstermektedir. Granitoid hem I, hemde S tipi granitlere uyan özelliklere sahiptir. Granitoidlerde gözlenen anklavların, granit magmasının yerleşimi sırasında, daha önceden var olan gabroyik bir kayaçtan gelen ksenolitler olduğu düşünülmektedir. Jeokimyasal analiz sonuçları, Ekecikdağ granitoidi için, kıtasal kabuk kökeni ve çarpışma sonrası tektonik ortamını öngörmektedir. Bölgesel veriler dikkate alınarak Orta Anadolu kristalen kütesine, Geç Kretase sırasında ensimatik bir ada yayının varlığı savunulmaktadır. Bu yayın, Orta Anadolu kıtasal kabuk parçası ile çarpışması ve onun üzerine itilmesi, bölgede kıtasal kabuğun kalınlaşması ve jeotermal gradyanın artmasına neden olmuştur. Bu nedenle bölgede var olan kıtasal kabuk kayaçları kısmi ergimeye uğramış ve granitik magmanın oluşumuna yol açmıştır.

GİRİŞ

Çalışma alanının batısında Tuz gölü fayı, doğusunda Karadağ, güneyinde Aksaray şehri, kuzeyinde Ortaköy ilçesi yer almaktadır (Şek. 1). Bu araştırmada Ekecikdağ granitoidlerinin jeolojisi, petrografisi ve jeokimyası ayrıntılı olarak incelenmiştir. Ekecikdağ granitoidi, Orta Anadolu Magmatik Topluluğuna ait olan ve Aksaray'ın kuzeyinde KB-GD yönlü yüzeyleyen büyük bir sokulum kütesinin güney kesimindeki yüzeylenimlerini oluşturmaktadır.

Orta Anadolu masifinin batı kesiminde bir kuşak şeklinde uzanan birçok granitoid sokulumu yer almaktadır. Çeşitli araştırmacılar tarafından bunların oluşumlarıyla ilgili farklı jeodinamik modeller önerilmiştir.

Şengör ve Yılmaz'a (1981) göre. Bozkır ofiyolitik napının yerleşimi ve Anadolu fazında Orta Anadolu kristalen masifinin iç dilimlenmeye uğraması, masifte kısmî kabuksal ergimelere neden olmuştur. Bu kısmî ergime granitik plutonizmayı geliştirmiştir.

Seymen (1982), Görür ve diğerlerine (1984) göre ise, iç Toros Okyanusunun doğuya Orta Ana-

dolu masifinin altına dalması sonucu And tipi kıtasal yay magmatikleri ile temsil edilen bir granitoid kuşağı oluşmuştur.

Erlar ve diğerleri (1991) Yozgat granitoidinin, Göncüoğlu ve diğerleri (1991) de Niğde-Üçkaplı granitoidinin çarpışma sonucu oluştuğunu belirtirler.

Bu çalışmanın amacı, bugüne kadar sadece granit ve gabro içeren bir kütle olarak bilinen Ekecikdağ yöresi kayaçlarının tanımlanması ve alt birimlerine ayrılmasıdır. Ayrıca bu kayaçların kökeninin belirlenmesi, farklı kayaç gruplarının birbirleriyle olan jenetik ilişkilerinin incelenmesi ve sonuçta Orta Anadolu masifinin batı kenarının jeotektonik evriminin yorumlanması hedeflenmiştir.

Ekecikdağ granitoidine ait 52 örneğin petrografik, 41 örneğin ana ve iz element, 9 örneğin nadir toprak ve 4 örneğin Nd/Sr izotop analizleri yapılmıştır. Bu örneklerin kimyasal analizleri Utrecht Üniversitesinde (Hollanda) XRF yöntemiyle, nadir toprak analizleri Delft reaktöründe (Hollanda) nötron aktivasyon yöntemiyle, neodyum-stronsiyum izotop analizleri de Finnigan MAT firmasınınca (İngiltere) kütle spektrometresiyle yapılmıştır.

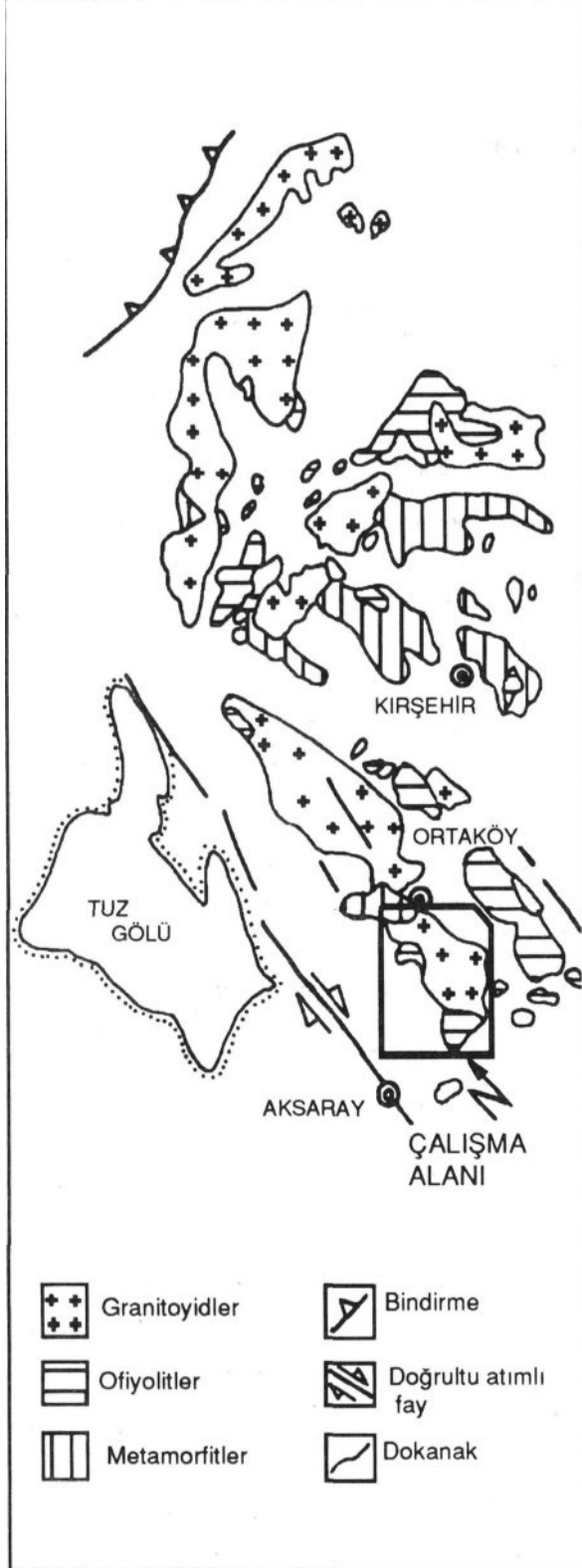
GENEL JEOLJİ

Ekecikdağ'ını da içerisine alan Orta Anadolu masifinin çeşitli yerlerinde, Buchardt (1954), Ketin (1955, 1963), Ayan (1963), Ataman (1972), Erkan (1976), Göncüoğlu (1977, 1981, 1986), Erkan ve Ataman (1981), Seymen (1982), Görür ve diğerleri (1984), Aydın (1984), Bayhan (1986, 1987, 1990), Atabey ve diğerleri (1987), Oygür ve diğerleri (1987), Tarhan (1987), Göncüoğlu ve diğerleri (1987), Erler ve diğerleri (1991), Kadioğlu (1991) değişik amaçlı çalışmalar yapmışlardır.

inceleme alanında yer alan en eski litolojik birim Ortaköy metamorfileri olarak adlandırılmıştır. Metamorfitlerde ana birim mermerler ve gnayslardır (Şek. 2). Bunlar yer yer kuvarsit ve şist arabantları içermektedir. Metamorfik kayalarda gözlenen di-yopsid, epidot, hornblend, plajiyoklaz (andezin) gibi mineral parajenezleri, bölgenin orta ve/veya yüksek dereceli metamorfizma geçirdiğini göstermektedir.

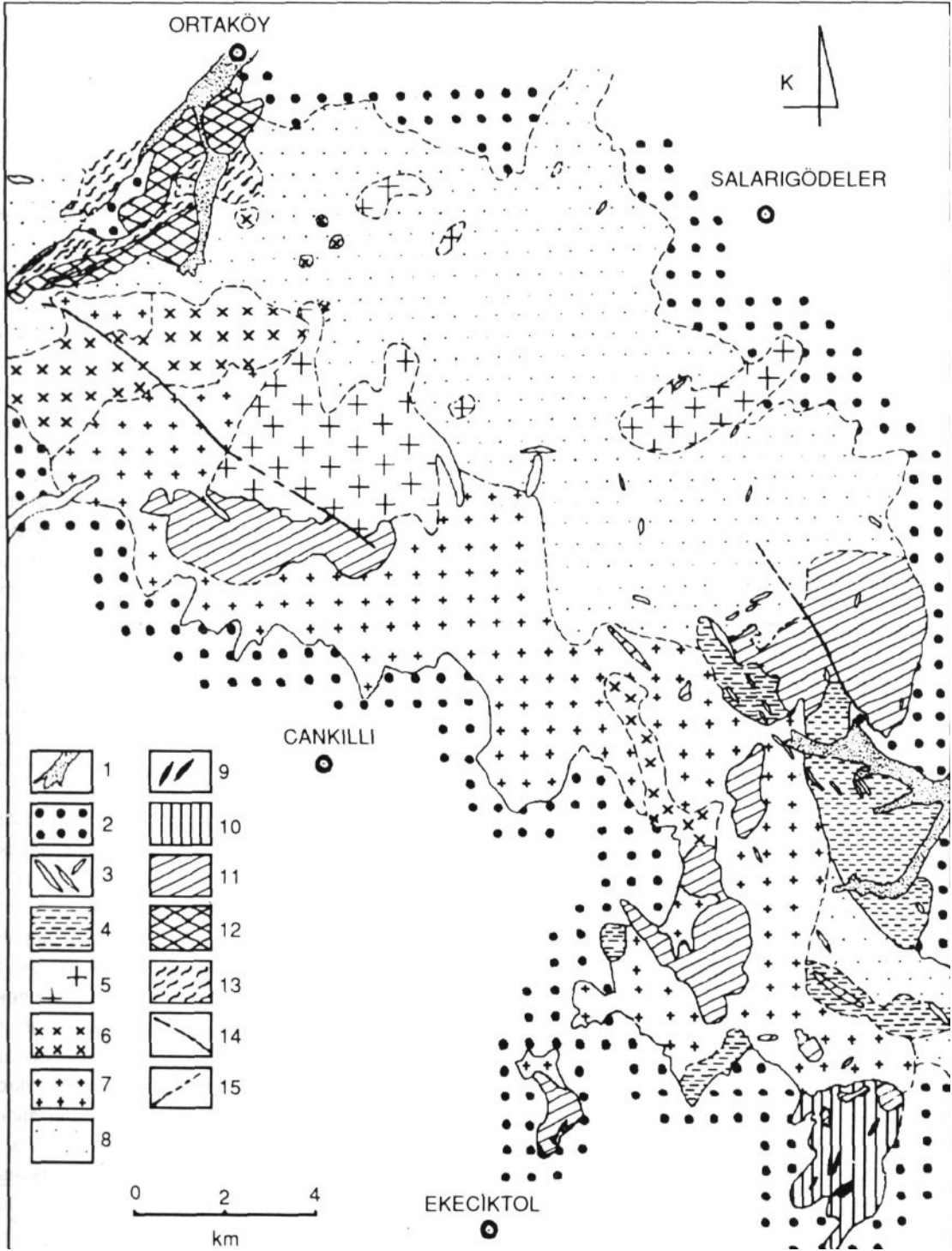
Yöredeki gabroyik kayalar Orta Anadolu masifinde çok yaygın olarak bulunan ve Bozkır ofiyolitik napının parçaları olarak yorumlanan kayaların eşdeğerleri olarak kabul edilmiş ve bu nedenle de Orta Anadolu ofiyolitik kayaları genel adıyla adlandırılmışlardır. Bunlar Dede tepe gabrosu, Karaağıl tepe trondjemiti ve dolerit daykları olmak üzere 3 alt birime ayrılmışlardır. Trondjemit ve doleritler gabrolar içerisinde küçük kütleler veya gabroyu kesen damarlar halinde bulunurlar. Ekecik Yeniköy yakınında Göbekli tepe civarında metamorfiter üzerinde tektonik dokanakla bulunan gabroların dışında metamorfitlerle ilksel ilişkileri gözlenememiştir. Orta Anadolu ofiyolitik kayaları yer yer granitler tarafından kesilmiş, çoğunlukla da granitler içerisinde mega-anklavlar şeklinde kalmış ve dış etkenlere dayanıklı olduklarından yörede yüksek tepe ve dağları oluşturmuşlardır. Gabro türü kayaların, artan metamorfizma derecesine bağlı olarak piroksen gabrodan, hornblend meta-gabro ve kuvars meta-gabroya dönüştükleri gözlenmiştir (Türel, 1991).

Hem metamorfiteri hem de ofiyolitik kayaları sıcak dokanakla kesen Ekecikdağ granitoyidi geniş bir alanı kaplamaktadır (Şek. 2). Monzogranit ve granodiyorit bileşimindeki kayalardan oluşan Ekecikdağ granitoyidi arazi ve petrografik gözlemlere dayanarak, Borucu granodiyorit-monzograniti, Sınandı mikroganiti, Hisarkaya porfiritik graniti, Kalebalta lökograditi ve apelit granitler olmak üzere 5 alt birime ayrılmıştır (Şek. 2).



Şek1- Çalışma alanının konumu ve bölgesel jeolojisi.

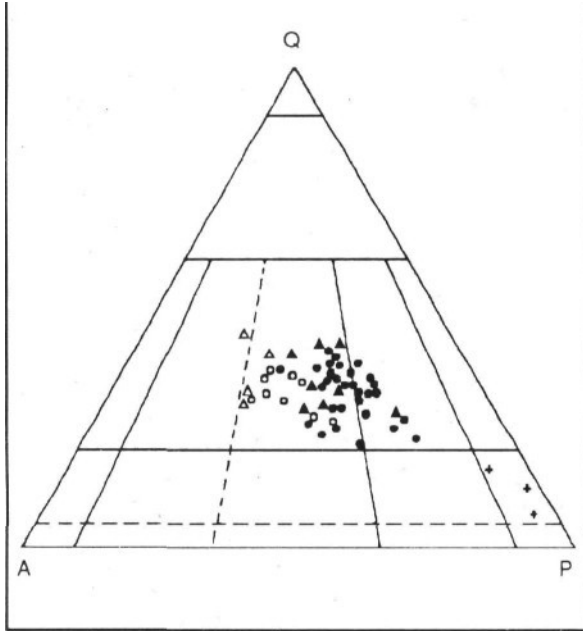
EKECİKDAĞ GRANİTOYİDİNİN PETROLOJİSİ VE KÖKENİ



Şek. 2- Ekecikdağ yöresinin jeoloji haritası (Türel, 1991 den sadeleştirilmiştir.). 1- Alüvyon; 2- Tersiyer örtü; 3- Aplit-pegmatit; 4- Kalebalta lökgraniti; 5- Hisarkaya porfiritik graniti; 6- Sinanlı mikrograniti; 7- Borucu granodiyorit-monzograniti; 8- Ayrılmış granitoyid; 9- Karaağıl tepe tronjemiti; 10- Dolerit-bazalt; 11 - Dede tepe gabrosu; 12- Ortaköy mermeri; 13- Ortaköy gnaysı; 14- Fay; 15- Dokanak.

PETROGRAFI

Ekecikdağ granitoyidi ana bileşen olarak plajiyoklaz, kuvars, K-feldispat, biyotit ± hornblend ± muskovit içerir. Bu kayaların model bileşimi Şekil 3 te verilmiştir. Ekecikdağ granitoidinde en geniş yayılım gösteren birim, birbirine dik yönde gelişmiş kırık sistemleri ile parçalanmış ve yüzeysel alterasyonla küresel debi kazanmış iri bloklar halinde Borucu granodiyorit-monzogranitidir. Bunlar orta ve iri taneli olup genişliği 4 cm, uzunluğu 15 cm kadar olabilen K-feldispat megakristallerine sahiptir. Genellikle holokristalen taneli doku gösterirler. Koyu renkli mineralce en zengin birim olup hem biyotit, hem de hornblend içerir. Çapı 1 km den küçük sokulumlar halinde Borucu granodiyorit-monzograniti içerisinde bulunan Sinandı mikrograniti-koyu renkli mineral olarak sadece biyotit içerir, ince ve orta tane boyuna sahiptir, mikro taneli dokusu karakteristiktir. Hisarkaya porfiritik graniti ise Borucu granodiyorit-monzogranitini dike yakın dokanaklarla keser ve porfirik dokusu ile karakteristiktir. Sinandı



Şek. 3- Ekecikdağ granitoidinin Streckeisen (1976) QAP diyagramında dağılımı (+: Anklav; •: Borucu granodiyorit-monzograniti; A: Sinandı mikrograniti; O: Kalebalta lökogramiti; A: Aplitik granit).

mikrograniti ve Hisarkaya porfiritik granitinde eklem sistemleri tek yönde iyi gelişmiş böylece kayalar keskin kenarlı plakalı bir yapı kazanmışlardır.

Yukarıda adı geçen her üç alt birim de içinde buldukları granitlerle keskin dokanıklı olup, bazıları yuvarlaklaşma gösteren, bazıları da köşeli halde bulunan, çapları 15 ile 60 cm arasında değişen koyu yeşil renkli, subofitik dokulu anklavlar içerir. Ana bileşen olarak, plajiyoklaz (andezin), biyotit, hornblend ile az miktarda kuvars ve K-feldispat içerir. Kuvars diyorit bileşimine sahip olan anklav örneklerindeki Plajiyoklazlarda zonlu yapı ve sossuritleşme çok yaygındır. Hornblendin biyotitçe ornatılması ve mafik mineralerde yaygın kloritleşme, gözlenen önemli petrografik özelliklerdir.

Kalebalta lökogramitleri orta irilikte, aplit granitler ise çok ince tane boyunda olan holokristalen taneli dokulu kayalarda. Bunlarda K-feldispat megakristalleri ve anklavlar gözlenmez. Mafik mineral oranları düşüktür. Az miktardaki biyotitin yanı sıra çok azda muskovit içerirler. Her ikisi de plakalı yapı gösterir. Aplitik granitler cm den yüzlerce metreye ulaşan uzunluklarda KB-GD, KD-GB ve K-G yönlü dayklar oluştururlar ve tüm diğer granit birimlerini keserler.

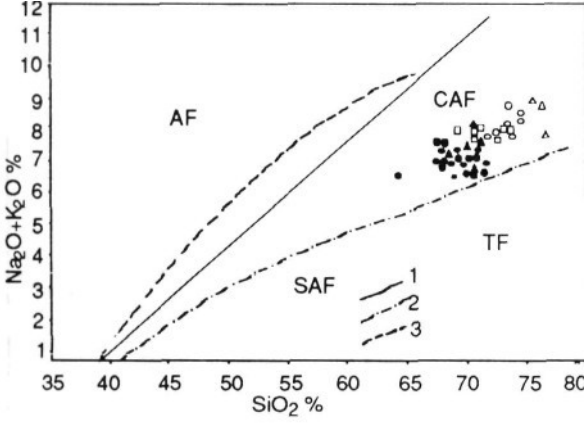
Ekecikdağ granitoidinin genelinde Borucu granodiyoritinden aplit granitlere doğru plajiyoklazlardaki anortit oranında An_{26} (oligoklaz) dan An_6 (albit) ya kadar düşüşün yanı sıra koyu renkli mineralerde de belirgin bir azalma, buna karşılık K-feldispat ve kuvars oranında dereceli bir artış gözlenmiştir. Petrografik incelemelerde mirmekitik, mikrografik, pertitik ve poyikilitik dokular saptanmıştır. Oligoklaz-albit bileşimindeki Plajiyoklazlarda kısmen serisitileşme, genellikle çok azı mikroklin olan K-feldispatlarda kaolenleşme, mafik mineralerde ise kloritleşme gözlenmiştir. Opak mineral olarak; manyetit, hematit, ilmenit ve limonit, aksesori mineral olarak; ortit, titanit, zirkon, apatit, rutil ve lökogramitlerde granatsaptanmıştır.

JEOKİMYA

Ekecikdağ granitoidine ait 41 örneğin ana ve iz element analizleri yapılarak elde edilen değerler ile bu değerlerden hesaplanan

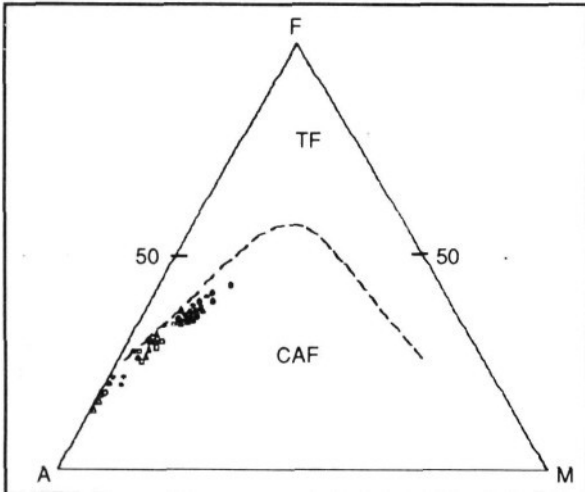
EKECİKDAĞ GRANİTOYİDİNİN PETROLOJİSİ VE KÖKENİ

moleküler oranları ve CIPW normları Çizelge 1 de verilmiştir. Ekecikdağ örnekleri alkali-SiO₂ diyagramına (Şek. 4) ve AFM



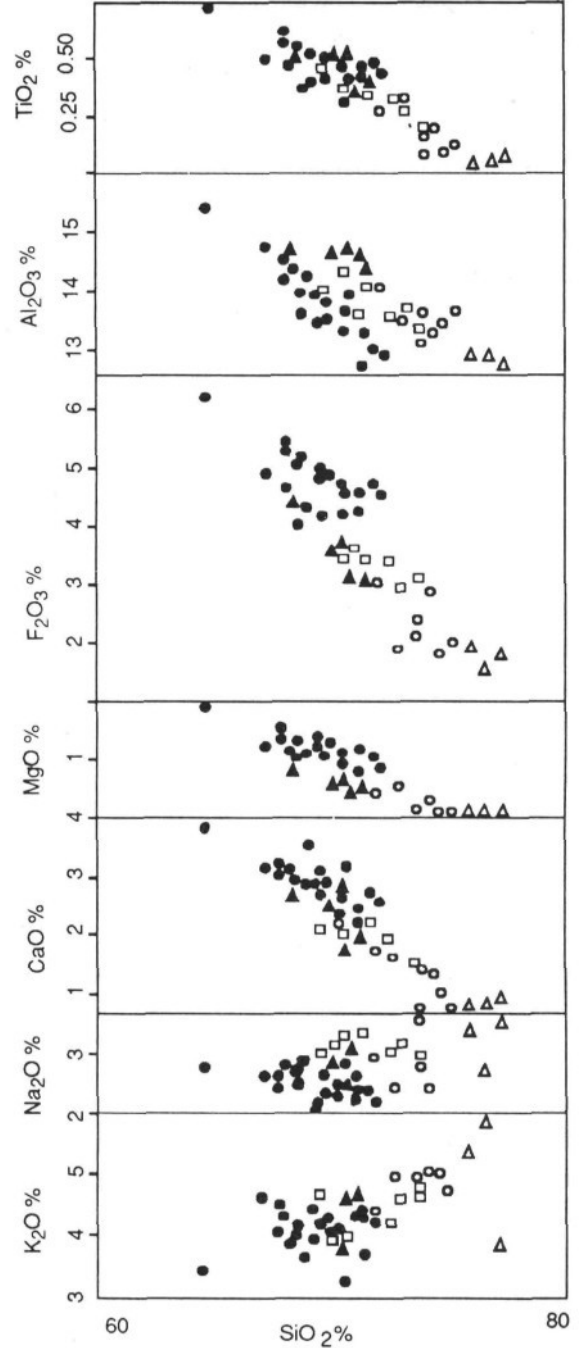
Şek. 4- Ekecikdağ granitoidi örneklerinin alkali-silika diyagramında dağılımı (CJ: Hisarkaya porfiritik graniti, diğer semboller için Şek. 3 e bakınız) (1. Mc Donald ve Katsura, 1964; 2. Kuno, 1968; 3. Irvine ve Baragar, 1971).

diyagramına (Şek. 5) taşındıklarında kalkalkali karakterde oldukları gözlenir. Oksitlerin değişimini belirlemek için ana element analiz sonuçları Harker di-



Şek. 5- Ekecikdağ granitoidi örneklerinin AFM diyagramında dağılımı (Semboller için Şek. 4 e bakınız).

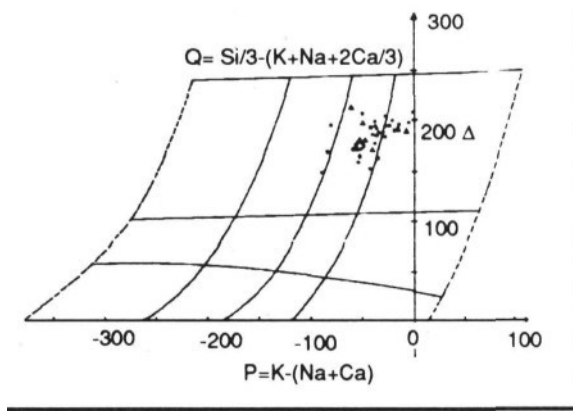
yağramlarına da (Şek. 6) taşınmışlardır. SiO₂ artışına bağlı olarak Borucu granodiyorit-monzogranitinden apilit granitlere doğru TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, oranlarında azalma, K₂O



Şek. 6- Ekecikdağ granitoidi örneklerinin Harker diyagramında dağılımı (Semboller için Şek. 4 e bakınız.).

ve Na₂O oranlarında artma gözlenmektedir. Oksitlerdeki bu düzenli değişim kalkalkalin karakterli granitik magmadaki fraksiyonel kristallenmeyi yansıtmaktadır.

Örneklerin kimyasal-mineralojik özelliklerinin incelenmesinde Debon ve Le Fort'un (1988) önerdiği kriterler göz önüne alınmıştır. Örnekler Q-P magmatik kayalar isimlendirme diyagramında (Şek. 7) görüldüğü gibi adamellit, granit ve granodiyorit alanlarına düşmektedir. Bu sonuçlar modal mineralojik bileşimle uyumludur.

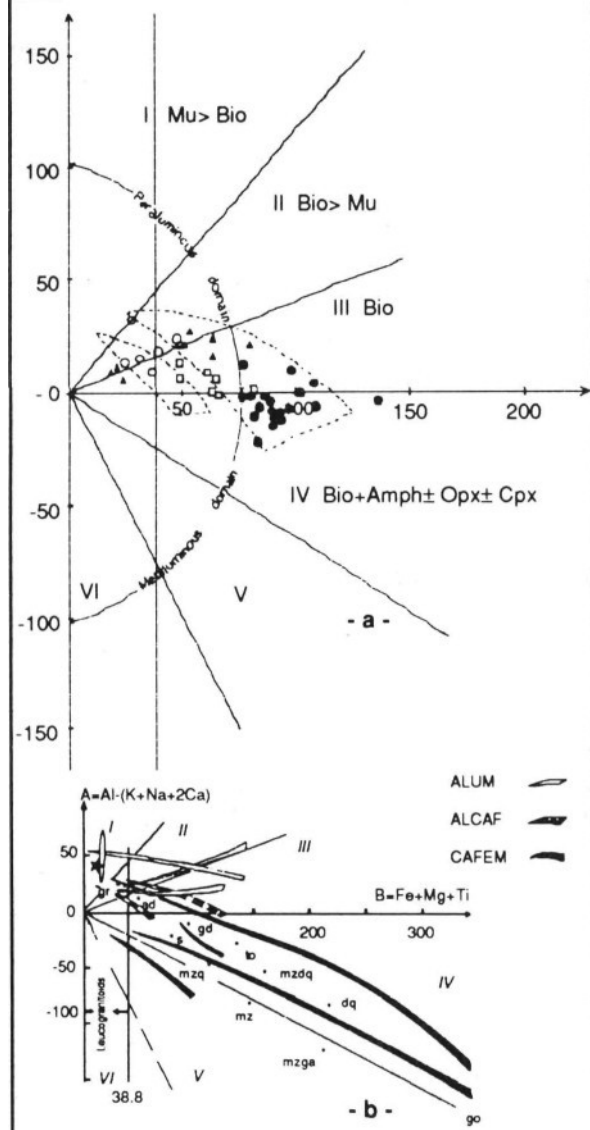


Şek. 7- Ekecikdağ granitoidi örneklerinin Debon ve Le Fort (1988) adlama diyagramında dağılımı (Semboller için Şek. 4 e bakınız.).

Örneklerin A-B karakteristik mineraller diyagramındaki (Şek. 8) dağılımı, Borucu granodiyorit-monzogranitlerinin çoğunluğunun biyotit+amfibol kombinasyonlu IV bölgenin üst kesimlerinde yoğunlaştığını ve metaalumina karakterde olduğunu göstermektedir. Sinandı mikrogranitleri, Hisarkaya porfiritik granitleri peralumina karakterli olup, III. bölgedeki biyotitli kesime düşmektedir. Kalebalta lökograditleri ve aplit granitler ise peralumina karakterli olup II. bölgedeki biyotit-muskovit kombinasyonuna uyumluluk göstermektedir.

Şekil 8 b de Debon ve Le Fort (1988) tarafından önerilen alümino, alüminokafemik ve kafemik toplulukların ana gidiş doğrultuları gösterilmektedir. Bu bağlamda Ekecikdağ granitoidi alümino-kafemik topluluklara uyan bir gidişe sahiptir.

Debon ve Le Fort'a (1988) göre bu magmatik topluluklar farklı kaynak malzemeden türemektedirler. Kafemik topluluklar manto kökenli bir malzemeden türeyebileceği gibi, daha yaygın olarak sialik ve manto kökenli malzemelerin



Şek. 8- Ekecikdağ granitoidi örneklerinin a- karakteristik mineraller diyagramında dağılımı, b- ALUM, ALCAF ve CAFEM topluluklarının genel gidişleri (Debon ve Le Fort, 1988, semboller için Şek. 4 e bakınız.).

karışmasından oluşan bir hibrid kaynaktan da türeyebilir. Bu hibrid kaynağın oluşumunda manto kökenli malzemenin katkısı daha fazladır. Alümino-kafemik topluluğun kökeni de muhtemelen hibrid bir malzemedir. Ancak bu malzemenin oluşumunda sialik köken katkısı daha fazla olabilmektedir.

Alümino topluluklar genellikle ve tamamen sialik malzemenin kısmî ergimesi sonucu oluşurlar. Debon ve Le Fort (1988) tarafından tanımlanan ka-

Çizelge 1. Ekecikdağ granitoidinin ana element yüzdeleri (%), iz element miktarları (ppm), A/CNK= Al₂O₃/CaO+Na₂O+K₂O moleküler oranları ve CIPW normları (*: Borucu granodiyorit-monzograniti, A: Sinandı mikrograniti, G: Hisarkaya porfiritik graniti, O: Kalebalta lökograditi, A: Aplitik granit, N: Analiz edilen örnek sayısı, A: örneklerde saptanan minimum ve maksimum değerler, B: Ortalama değer).

Element	N: 19		N: 5		N: 7		N: 7		N: 3	
	A	B	A	B	A	B	A	B	A	B
SiO ₂ (%)	64.40 71.45	69.12	68.23 70.95	69.99	69.22 73.20	71.33	71.63 74.60	73.45	75.26 76.33	75.80
TiO ₂	0.22 0.58	0.36	0.24 0.37	0.32	0.16 0.30	0.33	0.08 0.24	0.13	0.02 0.05	0.03
Al ₂ O ₃	12.64 15.28	13.78	14.31 14.60	14.50	13.30 14.21	13.73	13.10 13.96	13.50	12.62 12.86	12.77
Fe ₂ O ₃	4.05 6.12	4.71	3.05 4.31	3.51	2.93 4.58	3.47	1.80 3.07	2.35	1.51 1.96	1.72
MnO	0.07 0.13	0.10	0.06 0.10	0.08	0.08 0.17	0.11	0.05 0.09	0.07	0.02 0.08	0.06
MgO	0.83 2.09	1.19	0.41 0.87	0.59	0.41 0.83	11.64	0.07 0.49	0.26	0.00 0.00	0.00
CaO	2.29 4.00	2.98	1.81 2.78	2.37	1.48 2.31	1.99	0.75 1.80	1.31	0.67 1.03	0.86
Na ₂ O	2.05 2.96	2.54	2.46 3.22	2.75	2.98 3.35	3.13	2.46 3.82	3.02	2.66 3.76	3.27
K ₂ O	3.22 4.65	4.08	3.82 4.71	4.23	4.07 4.65	4.36	4.43 5.00	4.81	3.70 5.90	4.99
F ₂ O	0.44 0.11	0.08	0.09 0.15	0.12	0.03 0.06	0.04	0.00 0.05	0.02	0.00 0.01	0.00
Rb (ppm)	128 186	165	124 199	146	188 282	221	198 369	268	250 292	265
Sr	104 169	125	164 213	193	102 133	112	29 152	77	13 31	21
Ba	199 626	417	599 807	709	369 590	469	81 623	284	22 75	57
Zr	111 195	141	131 183	153	103 186	129	56 143	98	68 71	70
Y	22 38	28	24 35	28	25 60	33	25 62	37	26 51	37
Nb	8 14	10	12 17	13	11 21	13	8 28	16	6 26	14
U	2 8	5	0 5	3	5 16	9	3 19	9	6 16	10
Th	9 27	18	8 20	13	19 40	26	16 43	26	25 32	28
Cs	5 10	7	4 14	8	5 10	7	7 11	9	8 10	9
Zn	44 80	56	48 59	56	31 72	45	24 36	31	19 41	28
Cu	11 179	25	9 20	12	9 19	13	4 20	10	9 30	19
A/CNK	0.93 1.04	0.98	1.05 1.09	1.08	1.00 1.06	1.02	1.03 1.14	1.08	1.02 1.05	1.03
Q CIPW	21.16 33.30	28.60	28.67 32.89	30.49	26.07 32.79	29.58	30.39 35.37	33.13	32.57 37.21	34.94
Or	19.03 27.48	24.26	22.57 27.83	25.02	24.05 27.48	25.79	26.18 29.55	28.43	21.86 34.86	29.46
Ab	17.35 25.05	21.78	20.82 27.25	23.29	25.22 28.35	26.49	20.82 32.32	25.59	22.51 31.82	27.64
An	10.97 19.00	13.17	8.39 13.07	10.95	7.15 11.07	9.61	3.64 8.80	6.35	3.32 5.04	4.26
C	0.00 0.84	0.14	1.17 1.64	1.38	0.05 0.73	0.34	0.65 1.64	0.99	0.28 0.58	0.43
Di	0.00 2.07	0.44	0.00 0.00	0.00	0.00 0.00	0.00	0.00 0.00	0.00	0.00 0.00	0.00
Hy	6.24 11.55	7.79	4.31 6.76	5.16	4.29 7.18	5.41	2.30 4.43	3.27	1.75 2.38	2.04
Mt	1.20 1.77	1.36	0.88 1.25	1.02	0.85 1.33	1.01	0.52 0.89	0.68	0.44 0.57	0.50
Il	0.42	0.68	0.46	0.61	0.30	0.44	0.15	0.27	0.04	0.06

EKECİKDAĞ GRANİTOYİDİNİN PETROLOJİSİ VE KÖKENİ

femik ve alümino topluluklar sırayla Chappel ve VWhite (1974) tarafından tanımlanan I-tipi ve S-tipi granitoidlere karşılık gelmektedir.

Chappel ve VWhite (1974), Hine ve diğerleri (1978) ve Pitcher'ın (1983) önerdiği arazi, petrografik ve kimyasal verileri dikkate alan I ve S tipi granitoid sınıflaması Çizelge 2 de verilmiştir. Bu kriterler Ekecikdağ granitoidine uygulandığında, bazıları I, bazıları ise S tipine uyan özellikler ortaya çıkmaktadır (Çizelge 2). Bu da alümino-kafemik magmatik topluluklarda sık sık gözlenen bir olgudur ve bu tür granitoidlerde kesin bir ayırım yapmak mümkün olmamaktadır.

Çizelge 2- I ve S tipi granitoidlerin ayırt edici özellikleri (Chappel ve VWhite, 1974), (Hine ve diğerleri, 1978), (Pitcher, 1983)

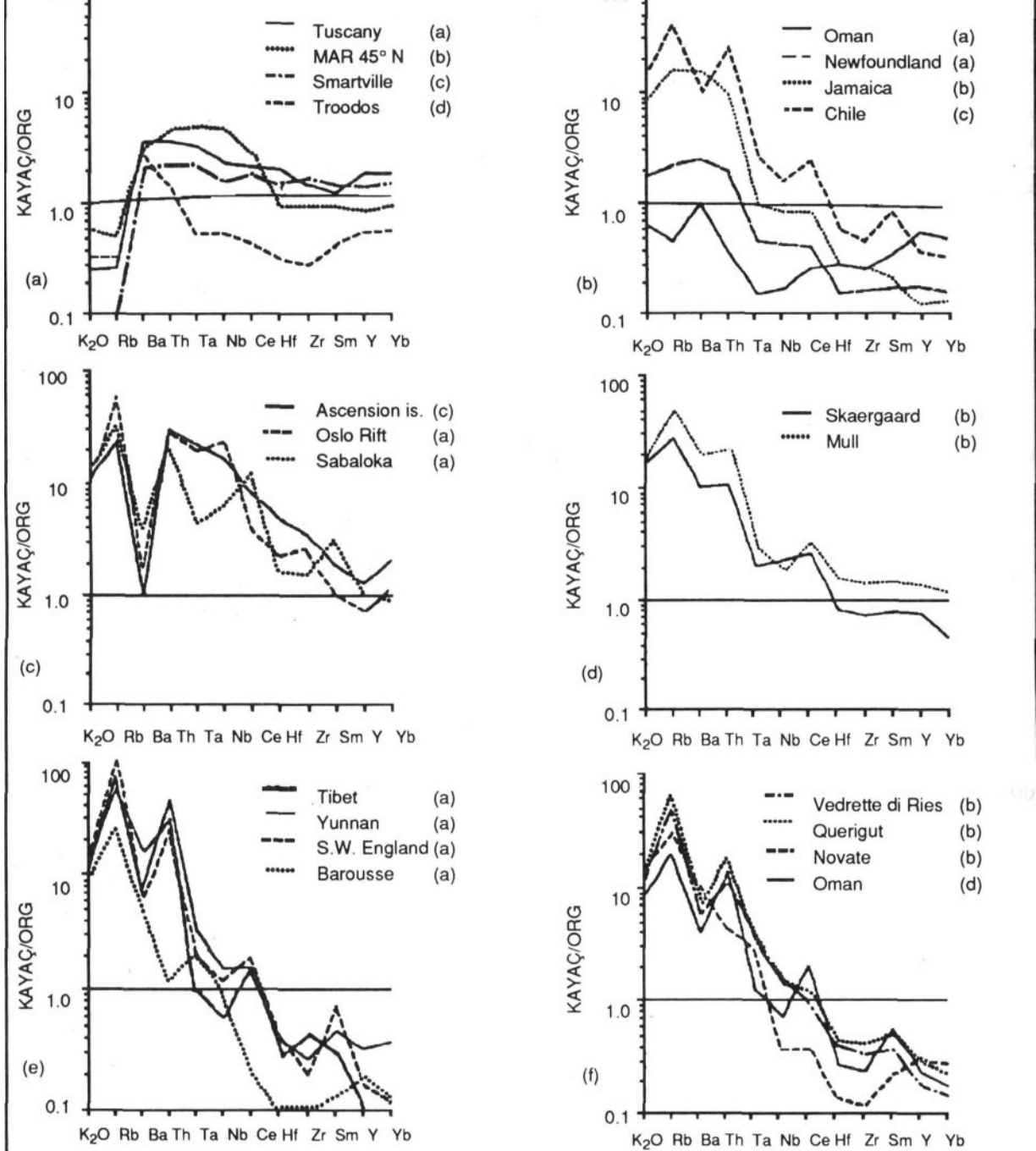
KRİTER	I TIPI GRANİTLER	S TIPI GRANİTLER
ARAZI	<p>Bir dizi büyük batolitler veya izole olmuş plutonik kompleksler ve dayklar şeklinde gözlenirler.</p> <p>Çok geniş bir kompozisyonal yayılım. Genellikle tonalit ve granodiyorit hâkimdir. Ancak diyoritten monzogranite kadar değişebilen geniş bir SiO₂ yayılımı vardır</p> <p>Genetik olarak ilişkili olduğu volkaniklerle beraber bulunur.</p>	<p>I tipine göre daha küçük ölçeklidir, diyapirik batolitler, plutonlar ve dayklar şeklinde gözlenirler.</p> <p>* Dar bir kompozisyonal yayılım lökokratik monzogranitler hâkimdir. Yüksek oranda ancak sınırlandırılmış bir SiO₂ yayılımı vardır.</p> <p>* Karakteristik olarak volkanik eşdeğerleri ile beraber bulunmaz.</p>
MİNERALOJİK	<p>Hornblend mafik tiplerinde, biyotit felsik tiplerinde hâkimdir (Ekecikdağ'da biyotit hâkim).</p> <p>* Magnetit hâkim opak mineral</p> <p>* Allanite, sfen, iğne şekilli apatit akseseorik olarak bulunur.</p> <p>K-feldispar, boşlukları doldurur biçimde ve el örneğinde pembe renklidir</p> <p>Kısmî ergimeden korunmuş restitleri hornblend içeren diyorit bileşimindedir</p>	<p>Hornblend bulunmaz. Muskovit ve biyotit hâkimdir (Ekecikdağ'da muskovit akseseorik olarak).</p> <p>ilmenit hâkim opak mineral</p> <p>Monozit, kordiyerit, granat, andaluzit, sillimanit ve iri apatit akseseorik olarak bulunur (Ekecikdağ'ı lökograditinde granat).</p> <p>* K-feldispar genellikle mega kristaller halinde ve el örneğinde beyaz renklidir.</p> <p>Kısmî ergimeden korunmuş restitleri metasedimanter kayalık niteliğindedir.</p>
KİMYASAL	<p>* Plüton içerisinde elementler arası değişim düzenlidir. Çizgisel veya çizgisele yakın değişim diyagramları gözlenir.</p> <p>* Bağlı olarak yüksek sodyum, felsik türlerde Na₂O normal olarak % 32 den büyük, daha mafik tiplerde % 22 den büyük değerlere çıkar.</p> <p>Mol Al₂O₃/(Na₂O+K₂O+CaO) değeri 1.05 den küçüktür (Ekecikdağ'da 28 granit < 1.05).</p> <p>CIPW normatif diyopsit görülür veya normatif korund % 1 den küçüktür (Ekecikdağ'da 33 granit bu özellikte)</p>	<p>Değişim diyagramları çok düzensizdir.</p> <p>Bağlı olarak düşük sodyum, yaklaşık % 5 K₂O içeren kayalarda Na₂O değeri normal % 3.2 den küçük, yaklaşık % 2 K₂O içeren kayalarda ise % 2.2 den küçük değerlere çıkar.</p> <p>Mol Al₂C>3/(Na₂O-<-K₂O+CaO) değeri 1.05 den büyüktür (Ekecikdağ'da 13 granit > 1.05).</p> <p>Normatif korund % 1 den büyüktür (Ekecikdağ'da 8 granit bu özellikte).</p>

* işaretli özellikler Ekecikdağ granitoidinde saptananlardır

İZ ELEMENTLER

Pearce ve diğerleri (1984) çeşitli tektonik ortamlarda oluşan granitoidlerdeki iz elementlerin

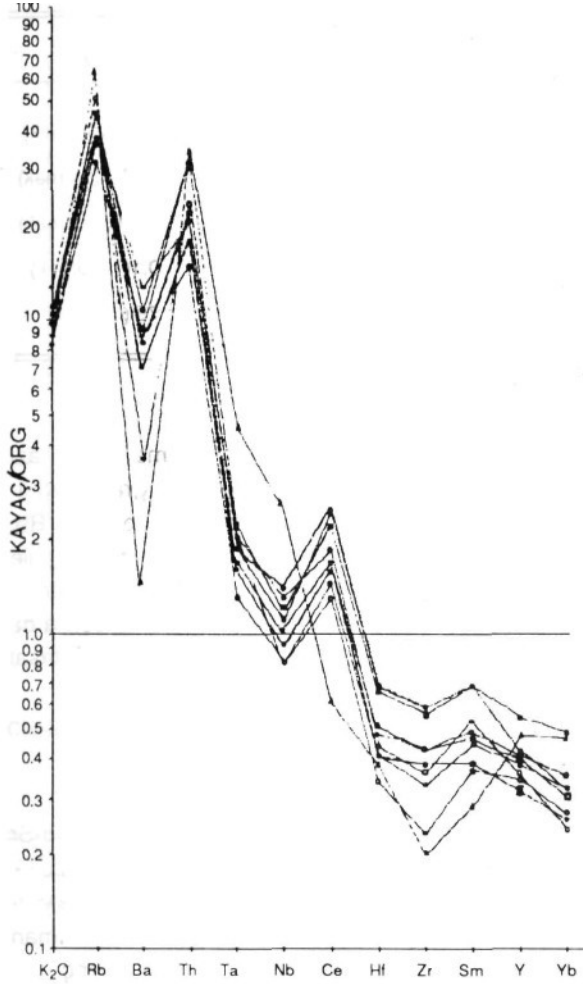
birbirleri arasındaki ilişkileri inceleyerek bir sınıflama modeli ortaya koymuşlardır. Bu modelde kullanılan ve okyanus sırtı granitoidlerine (ORG) göre normalize edilmiş iz element dağılım desenleri (Şek. 9),



Şek. 9- Okyanus sırtı granitlere (ORG) göre normalize edilmiş iz element dağılım desenleri: (a) okyanus sırtı granitleri (b) volkanik yay granitleri, (c) levha içi granitleri, (d) incelmış kıtasal kabuk granitleri, (e) çarpışma granitleri, (f) çarpışma sonrası granitleri (Pearce ve diğerleri, 1984).

EKECİKDAĞ GRANİTOYİDİNİN PETROLOJİSİ VE KÖKENİ

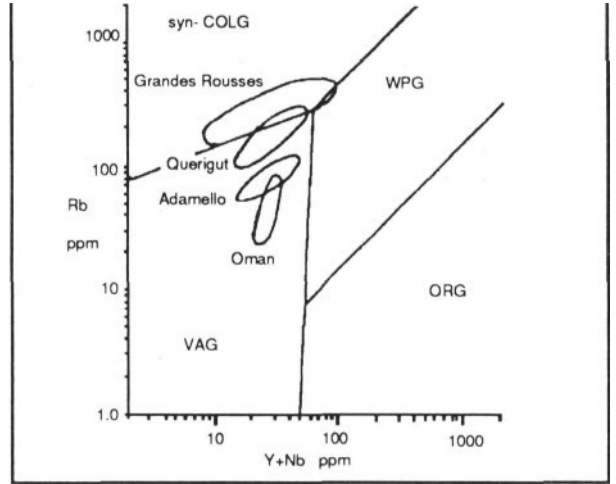
Ekecikdağ granitoyidi ile karşılaştırıldığında, Ekecikdağ örneklerinin çarpışma sonrası granitoyidlere benzerlik gösterdiği görülmektedir (Şek. 10).



Şek. 10- Ekecikdağ granitoyidi örneklerinin iz element dağılım desenleri (semboller için Şek. 4 e bakınız).

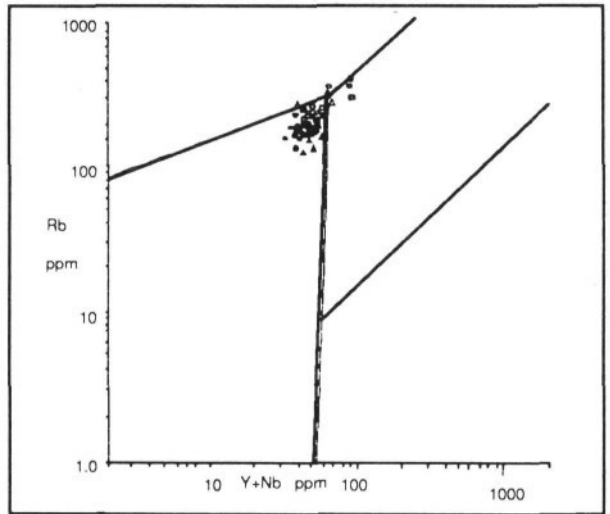
Granitoyidlerin tektonik sınıflamasında kullanılan elementler içerisinde en önemlilerinden olan Rb ile alterasyona karşı duyarsız olan Y-Nb elementleri, beraberce kullanıldığında volkanik yay granitoyidleri (VAG), levha içi granitoyidleri (VPG), okyanus sırtı granitoyidleri (ORG), çarpışma sırası granitoyidleri (syn-COLG) birbirlerinden kolayca ayırt edilebilmektedir (Şek. 11). Ancak Pearce ve diğerlerine (1984) göre çarpışma sonrası granitoyidleri (post-COLG) tektonik jeokimyasal içerikli bütün granitoyid sınıflamasında ana sorun olarak ortaya çıkmaktadır. Çünkü bu granitoyidler kabuğun

alt kesimindeki kısmî erimelerden meydana gelebileceği gibi üst mantodaki kısmî erimelerden de meydana gelebilmektedir. Şekil 11 de bazı tipik post-COLG granitoyidlerinin Rb-(Y+Nb) diyagramındaki konumları görülmektedir. Bunlar genellikle VAG bölgesinin üst sınırına yakın kesimlerinde yer almaktadır. Bu özelliklerin açıklanabilmesi için bu gra-



Şek. 11- Rb-(Y+Nb) diyagramında (Pearce ve diğerleri, 1984) çarpışma sonrası granitlerin dağılımı.

nitoyidlerin hepsinde kabuk ve manto kökenli magmaların karışımından söz edilmektedir. Bu bağlamda Ekecikdağ granitoyidinin de (Şek. 12) özellikle Querigut plutonuna benzer bir yayılım gösterdiğini ve tipik çarpışma sonrası granitoyidi özelliğinde olduğunu söyleyebiliriz.



Şek. 12- Rb-(Y+Nb) diyagramında (Pearce ve diğerleri, 1984) Ekecikdağ granitoyidi örneklerinin dağılımı (semboller için Şek. 4 e bakınız).

Ekecikdağ granitoidine kısmî ergime yoluyla köken kayaç olabileceği düşünülen okyanus kabuğu, alt kıtasal kabuk ve üst kıtasal kabuğun (10 km ye kadar derinliği olduğu kabul edilen kabuk) ana, iz ve nadir toprak konsantrasyonları (Taylor ve Mc Lennan, 1985), ana fazı oluşturduğu düşünülen Borucu granodiyorit-monzogranit değerleriyle, Çizelge 3 te karşılaştırmıştır. Taylor ve Mc Lennan'e (1985) göre kabul edilen bazı anahtar değerler ise Çizelge 4 de gösterilmiştir.

Çizelge 3- A: Alt kıtasal kabuk, B: Okyanus kabuğu, C: Üst kıtasal kabuk, D: Borucu granodiyorit-monzogranitinin ortalama, ana, iz ve nadir toprak değerleri (A, B, C deki değerler Taylor ve Mc Lennan, 1985 ten alınmıştır).

ELEMENT	A	B	C	D
SiO ₂	54.4	49.5	66.0	69.12
TiO ₂	1.0	1.5	0.50	0.36
Al ₂ O ₃	16.1	16.0	15.2	13.6
Fe ₂ O ₃	10.6	10.5	4.5	4.7
MgO	6.3	7.7	2.2	1.2
CaO	8.5	11.3	4.2	3.0
Na ₂ O	2.8	2.8	3.9	2.5
K ₂ O	0.34	0.15	3.4	4.1
Rb(ppm)	5.3	2.2	112	165
Sr	230	130	350	125
Ba	150	25	550	417
Zr	70	80	190	141
Y	19	32	22	28
Nb	6	2.2	25	10
U	0.28	0.10	2.8	5
Th	1.06	0.22	10.7	18
Cs	0.1	30ppb	3.7	7
Pb	4.0	0.8	20	26
Zn	83	85	71	56
Cu	90	86	25	25
La(REE)	11	3.7	30	31
Ce	23	11.5	64	67
Nd	12.7	10	26	30
Sm	3.17	3.3	4.5	4.8
Eu	1.17	1.3	0.88	0.71
Tb	0.59	0.87	0.64	0.59
Dy	3.6	5.7	3.5	10.2
Yb	2.2	5.1	2.2	2.8
Lu	0.29	0.56	0.32	0.48
Hf	2.1	2.5	5.8	4.8
Ta	0.6	0.3	2.2	1.5

Çizelge 4- A: Okyanus kabuğu, B: Alt kıtasal kabuk, C: Üst kıtasal kabuğa ait bazı anahtar değerlerin Borucu granodiyorit-monzogranitiyle karşılaştırılması.

Anahtar Değer Key Value	A	B	C	D
K/Rb	565	530	250	206 (19 örnek)
Rb/Sr	0.017	0.023	0.32	1.35 (19 örnek)
Sr/Ba	5.2	1.53	0.64	0.30 (19 örnek)
Sm/Nb	0.33	0.25	0.17	0.16 (5 örnek)
*La _N /Yb _N	0.49	3.8	9.2	75 (5 örnek)

* La_N/Yb_N normalleştirilmiş değerleridir.

Ekecikdağ granitoidinin ana magmatik fazı olarak kabul edilen Borucu granodiyorit-monzogranitinde saptanan yüksek orandaki K, Rb, Ba, Zr, U, Th, La, Ce, Nd, Rb/Sr, La_M/Yb_N ile düşük orandaki K/Rb, Sr/Ba, Sm/Nd konsantrasyonları ancak bölümsel ergimeye ve daha sonra da fraksiyonel kristallenmeye uğramış bir üst kıtasal kabuk ana malzemesinden türemiş olabilir.

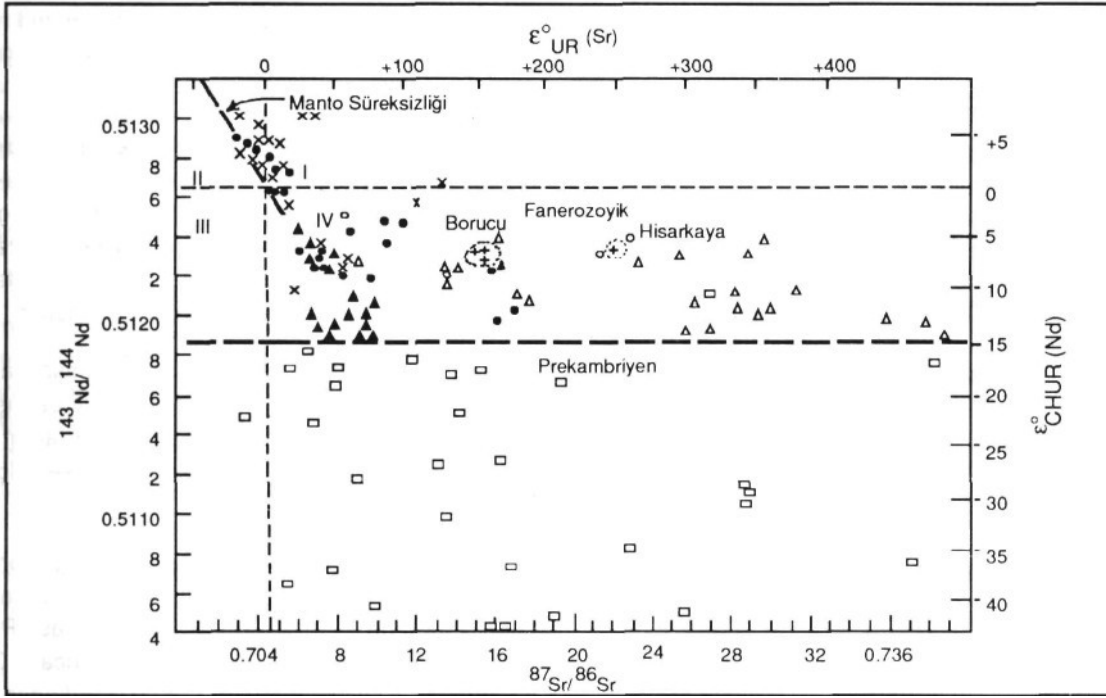
Nd-Sr İZOTOP DEĞERLERİ

Ekecikdağ granitoidine ait 4 örneğin Nd-Sr izotop değerleri (Çizelge 5), dünyadaki Fanerozoik yaşlı kıtasal kabuk kökenli granitoidlerle korale edilebilmektedir (Şek. 13). Ayrıca Allegre ve Othman (1980) tarafından 350 milyon yıldan daha genç granitoidlerde yapılan bir araştırmada çeşitli jeodinamik ortamlardan alınmış granit örneklerinin hesaplanmış X* Nd değerleri ile 87 Sr/86 Sr oranları karşılaştırılmış ve Çizelge 6 da sergilenen sonuçlar elde edilmiştir.

Çizelge 5- Ekecikdağ granitoidine ait neodimyum, stronsiyum izotop değerleri.

Örnek No	143/144 Nd 2 sigma	87/86 Sr 2 sigma
9 Borucu Gr	0.512321 +12	0.715534 +27
12 Borucu Gr	0.512325 ± 17	0.715459 ± 50
13 Borucu Gr	0.512274 ± 14	0.715723 ± 21
206 Hisarkaya Gr	0.512329 ± 13	0.722029 ± 37

EKECİKDAĞ GRANİTOYİDİNİN PETROLOJİSİ VE KÖKENİ



Şek. 13. Kitasal kabuk granitlerinin Nd-Sr izotop oranları (Faure, 1986) ve Ekecikdağ örneklerinin konumu.

- Sierra Nevada, Kaliforniya, x Peninsulas Ranges, Kaliforniya ve Baje Kaliforniya, A Güney Avustralya, O Hersiniyen granitleri, Fransa, A Kalodoniyen granitleri, İskoçya, 1 Prekambriyen granitik gnaysları ve metasedimentleri.+ : Ekecikdağ granitoyidi.

Çizelge 6- Çeşitli jeodinamik ortamlardaki granitoyidlerin Z'Nd ve 87 Sr/86 Sr değerleri (A: Ada yayı, Japonya, B: Kitasal dalma zonu, Andlar, Peru, C1: Güney Kaliforniya tipi karmaşık dalma alanları, C2: Sierra Nevada tipi karmaşık dalma alanları, D1: Himalaya tipi kitasal çarpışma zonları, D2: Fransa Hersiniyen Ouerigut tipi kitasal çarpışma zonları, E: Ekecikdağ granitoyidi).

Ortam	Örnek		Z'Nd	87 Sr/86 Sr
A	Gr Okue	2	- 3.3	0.7062±1
	Gr Owe	2	- 3.1	0.7077±1
	Granit	P 293	- 5.1	0.7235±1
	Riyolit	P 255	- 3.1	0.70705±5
B	Riyolit	P 293	- 1.4	0.73928±7
	Riyolit	P 292	- 5.1	0.7484±6
	Dasit	254	- 4.1	0.706189±6
	Andezit	290	- 4.3	0.70551±5
	Andezit	289	- 4.9	0.70574±4
C1	San Marcos	6.60.5	+ 2.9	0.7040
	Rubidoux G.El	38	- 1.4	0.7121
	Lakeview Tonalite		- 9.9	0.7058
C2	R 5075		- 7.0	0.7072±2
	R 5085		- 3.3	0.7106±1
	R 5079		- 5.3	0.7106±1
	R 4602		- 8.6	0.7083±2
D1	Nepal 22 D. Manuclu		- 15.8	0.74332±40
	Paiung A	404	- 13.4	0.82121±50
	Makulu		- 10.3	
D2	Kuvars Diyorit	QT8	- 2.7	0.7085±9
	Monzonitik Gr	QT 12	- 6.6	0.7214±2
	Granodiyorite	QT 52	- 8.4	0.7136±7
	Kalk alkalin Gr	QT 15	- 10.9	0.7458±10
E	Borucu	9	- 6.2	0.715534±27
	Borucu	12	- 6.1	0.715459±50
	Borucu	13	- 7.1	0.715723±21
	Hisarkaya	206	- 6.1	0.722029±37

Bu verilere göre Ekecikdağ granitoyidi, ada yayı, kıtasal dalma zonu veya Himalaya tipi kıtasal çarpışma zonlarıyla ilişkili olamaz. Ancak Sierra Nevada tipi karmaşık dalma bölgeleri ve/veya Querigut tipi kıtasal çarpışma zonlarına benzer bir jeodinamik ortama ait olabilir.

Faure'ya (1986) göre kıtalarda ve onların kenarlarında yer alan magmatik kayaçların saptanan Nd-Sr izotop değerlerini veren iki oluşum modeli söz konusudur. Bunlardan birincisinde manto kökenli magmaların diferansiyasyonu ve kıtasal kabuk kayaçlarını assimile etmesi söz konusudur. Ancak Ekecikdağ granitoidinin bazaltik bir magmanın fraksiyonel kristalleşmesi veya kıtasal kabuk kayaçlarını assimile etmesiyle oluştuğunu gösterir herhangi bir kanıt elde edilememiştir. (Türel, 1991). Dolayısıyla Ekecikdağ granitoidinin bu yolla türemesi olasılığı zayıftır. Faure'nin (1986) önerdiği diğer oluşum modelinde ise heterojen bir yapıya sahip kabuksal malzemenin kısmî ergimesi ve değişik kaynaklardan gelen magmalarla (manto kökenliler dahil) karışması söz konusudur. Eldeki veriler Ekecikdağ granitoyidi için bu yaklaşımın daha geçerli olabileceğini göstermektedir.

TARTIŞMA VE SONUÇ

Ekecikdağ granitoyidi ana bileşen olarak plajiyoklaz, kuvars, K-feldispat, biyotit +, hornblend ±, muskovit içerir. Genellikle monzogranit ve daha az miktarda da granodiyorit bileşimindedirler.

Ekecikdağ granitoyidi Borucu granodiyorit-monzograniti, Sinandı mikrograniti, Hisarkaya porfiritik graniti, Kalebalta lökogramiti ve apilit granitler olmak üzere beş alt birime ayrılmıştır. Petrografik ve jeokimyasal veriler bu alt birimlerin birbirleriyle ilişkili olduğu ve ana fazı oluşturduğu düşünülen Borucu granodiyorit-monzogranitinden sırasıyla magmatik diferansiyasyonla türediğini göstermektedir. Petrografik verilerdeki ve oksitlerdeki düzenli değişim kalkalkali karakterli granitik magmadaki fraksiyonel kristallenmeyi yansıtmaktadır.

Debon ve Le Fort (1988) kriterlerine göre alümino-kafemik topluluk özelliği gösteren Ekecikdağ granitoidlerinin kökeni muhtemelen hibrid bir malzemedir. Ancak bu malzemenin oluşumunda silik köken katkısı daha fazladır.

Ekecikdağ granitoyidi bünyesinde hem I hem S tipi granit özellikleri saptanmıştır. Kesin bir ayırım yapmak mümkün değildir.

Ekecikdağ granitoyidi, iz element jeokimyasına göre "çarpışma sonrası graniti" özellikleri göstermektedir. Jeokimyasal ve izotop verilere göre ise kısmi ergimeye uğrayan ana kaynak malzeme kıtasal kabuktur. Ancak bu ana malzemeye farklı kökenli magmaların da karışması olasıdır.

Tüm bu sonuçların ışığı altında kıtasal kabuk kökenli bir malzemenin kısmî ergimesi ile çarpışma sonrası tektonik ortamında oluşan Ekecikdağ granitoidinin mekanizmasını var olan bölgesel ölçekli yaklaşımlarla sorgularsak:

Şengör ve Yılmaz'ın (1981) önerdiği Pontidlerle Anatolid-Torid platformunun Geç Paleosen (?) Erken Eosende çarpışması, çarpışma sonrası (Post-COLG) granitoidlerini oluşturabilir. Ancak Orta Anadolu masifinde Ataman (1972) tarafından 71 milyon yıl ve Göncüoğlu (1986) tarafından 95 milyon yıl olarak saptanan granit yaşları, daha genç olması gereken (<60 milyon yıl) çarpışma sonrası Ekecikdağ granitoidlerine uygun olmadığını gösterir.

Diğer taraftan, Görür ve diğerlerine (1984) göre iç Toros Okyanusunun, Orta Anadolu masifinin altına dalmasıyla volkanik yay granitlerinin (VAG) oluşması gerekirdi ki, Ekecikdağ yöresi için böyle bir durum söz konusu değildir.

Bu çalışmadaki verilere göre Ekecikdağ granitoidlerinin oluşumu şu şekilde yorumlanmaktadır:

Geç Kretasede Orta Anadolu masifine ensimatik bir yayın çarpması (Göncüoğlu ve diğerleri, 1991) ve bunu takip eden Bozkır ofiyolit napının yerleşimi (Özgül, 1976; Şengör ve Yılmaz, 1981) masifte kabuk kalınlaşmasına ve jeotermal gradyanttaki artışa neden olmuştur (Erkan, 1976; Göncüoğlu, 1977). Bunun sonucunda heterojen bileşimli gnays, şist, amfibolit, kuvarsit, mermerden oluşan kıtasal kabuktaki kısmî ergimeler granitik magmayı oluşturmuştur, ilk evrede S tipi çarpışma granitleri (Üçkapılı granitoyidi; Göncüoğlu, 1988) daha sonra ise S ve I özellikli geç çarpışma/çarpışma sonrası (Ekecikdağ tipi) granitler türemiştir. Ana granitik magma yükselirken var olan

EKECİKDAĞ GRANİTOYİDİNİN PETROLOJİSİ VE KÖKENİ

ofiyolitik kökenli gabroyik kayalar da etkilemiştir. Bunlardan kopartabildiği küçük parçaları, kompozisyonlarını değiştirerek anklavlar (ksenolitler) olarak bünyesine almış, tam etkileyemediği büyük gabro parçalarını ise mega anklavlar halinde kendisiyle beraber yükseltmiştir.

KATKI BELİRTME

Bu yayının ODTÜ Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yapılan doktora çalışmasının bir bölümünü kapsamaktadır. Yazarlar yönlendirici eleştirileri ve katkıları nedeniyle Dr. Evren Yazgan'a (MTA), Doç. Dr. Durmuş Boztuğ'a (C.Ü), Prof. Dr. Ayhan Erler ve Doç. Dr. Nilgün Güleç'e (ODTÜ), Vedat Oygür'e (MTA) teşekkürlerini sunarlar.

Örneklerin jeokimyasal analizlerinin yapılmasında yardımcı olan Türkiye Bilimsel ve Teknik Araştırma Kurumuna, Prof. R.D. Schuiling'e (Utrecht Üniversitesi-Hollanda) Dr. Peter Bowden'e (Delft Üniversitesi-Hollanda) ve Taner Saltoğlu'na (MTA) teşekkürü borç bilirlir

Yayma verildiği tarih, 31 Ağustos 1992

DEĞİNİLEN BELGELER

Allegre, C.J. ve Othman, D., 1980, Nd-Sr isotopic relationship in granitoid rocks and Continental crust development: a chemical approach to orogenesis, Nature., V. 286, p. 335-342.

Atabey, E.; Tarhan, N.; Akarsu, B. ve Taşkıran, A., 1987, Şereflikoçhisar, Panlı (Ankara)-Acıpınar (Niğde) yöresinin jeolojisi: MTA Rap., 8155, (yayımlanmamış), Ankara.

Ataman, G., 1972, Ankara'nın güneydoğusundaki granitik granodioritik kütlelerden Cefalık dağının radyometrik yaşı hakkında ön çalışma: Hacettepe Fen ve Mühendislik Bilimleri Derg., C. 2, s. 44-49.

Ayan, M., 1963, Contribution a l'etude petrographique et geologique de la region situee au Nort-Est de Kaman: MTA yayl., 115, 332, Ankara.

Aydın, N., 1984, Orta Anadolu masifinin Gümüşkent batısı (Nevşehir) dolayında jeolojik petrografik incelemeler: A.Ü. Fen ve Müh. Fak. Doktora tezi., 400 s., (yayımlanmamış), Ankara.

Bayhan, H., 1966, iç Anadolu granitoid kuşağındaki Çelebi Sokulumunun jeokimyası ve kökensel yorumu: Jeoloji Mühendisliği, C. 29 s. 11 -16.

, 1987, Cefalıkdağ ve Baranadağ plutonlarının (Kaman) petrografik ve kimyasal-mineralojik özellikleri: Jeoloji Mühendisliği., C. 30, s. 11-16.

, 1990, Ortaköy Granitoidlerinin (Tuzgölü doğusu) mineralojik, petrografik ve jeokimyasal özellikleri: TÜBİTAK projesi, TBAG-841, (yayımlanmamış), Ankara.

Buchardt, W.S., 1954, Geology of Central Anatolia: MTA Rap., 2675 (yayımlanmamış), Ankara.

Chappel, B.W. ve White, A.J.R., 1974, Two contrasting granite types, Pasific Geol., V. 8, p. 173-174.

Debon, F. ve Le Fort, P., 1988, A cationic classification of common plutonic rocks and their magmatic associations: principles, method, applications: Bull. Mineral., V. 111, p 493-510.

Erkan, Y., 1976, Kırşehir çevresindeki rejyonal metamorfik bölgede saptanan izogradlar ve bunların petrolojik yorumları: H.Ü. Yerbilimleri., C 2/1, s. 213-216.

ve Ataman, G., 1981, Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K/Ar yöntemi ile bir inceleme: H.Ü. Yerbilimleri., C. 8, s. 27-30.

Erler, A.; Akıman, O.; Unan, C.; Dalkılıç, F.; Dalkılıç, B.; Geven, A. ve Önen, P., 1991, Kaman (Kırşehir) ve Yozgat yörelerinde Kırşehir masifi magmatik kayalarının petrolojisi ve jeokimyası: Doğa Tr. J. of Engineering and Environmental Sciences., C. 15,8.76-100.

Faure, G., 1986, Principles of isotope geology: John Wiley and Sons, USA, 588 p.

Göncüoğlu, M.C., 1977, Geologie des westlichen Niğde Massivs: Bonn Univ., Ph. D. Thesis, 181 sayfa, (yayımlanmamış), Ankara.

, 1981, Niğde Masifinin Jeolojisi, iç Anadolu'nun Jeolojisi Simpozyumu: Türkiye Jeol. Kur. Yayını, s. 16-19.

, 1986, Orta Anadolu masifinin güney ucundan jeokronolojik bulguları: MTA Derg., C. 105/106, s. 111-124.

. Toprak, G.M.V.; Kuşçu, L; Erler, A. ve Olgun, E., 1991, Orta Anadolu masifinin batı bölümünün jeolojisi: Bölüm 1, güney kesim, TPAO Rap., 2909, (yayımlanmamış), Ankara.

- Görür, N.; Oktay, F.Y.; Seymen, I. ve Şengör, A.M.C., 1984, Paleotectonic Evolution of Tuz gölü basin complex, Central Turkey, in: The Geological evolution of the Eastern Mediterranean, J.E. Dixon and A.H.F. Robertson (Eds), Special Publication of the Geological Society, No. 17, p. 81-96.
- Hine, R.; Williams, I.S.; Chappel, B.W. ve White, A.J.R., 1978, Contrasts between I and S type granitoids of the Kosciusko batholith: Jour. Geol. Soc. Australia., V. 25-4, p. 219-234.
- Irvine, T.N. ve Baragar, W.R.A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Can J. Earth Sci., V. 8, p. 524-548.
- Kadioğlu, Y.K., 1991, Geology, Petrography and geochemistry of Ağaören (Aksaray) magmatic rocks: ODTÜ, Yüksek lisans tezi 141 s. (yayımlanmamış), Ankara.
- Ketin, I., 1955, Yozgat bölgesinin jeolojisi ve Orta Anadolu masifinin tektonik durumu: Türkiye Jeol. Kur. Bült., C. 6, s. 1-40.
- , 1963, 1:500.000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası, Kayseri paftası izahnamesi; MTA Yayl., 83 sayfa.
- Kuno, H., 1968, Differentiation of basaltic magmas, in: Basalts, H.H. Hess and A. Poldervaart, (Eds), Interscience., V. 2, p. 623-688.
- Mc Donald, G.A. ve Katsura, T., 1964, Chemical composition of Hawaiian lavaş: J. Petrol., V. 5, p. 82-133.
- Oygür, V.; Alkan, M.; Cihniöğlu, M.; Gülseren, E.; Güyer, F. ve Yıldırım, S., 1987, Ekecikdağ (Aksaray) yöresi demir prospeksiyonu jeoloji raporu: MTA Rap., 8205 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özgül, N., 1976, Torosların bazı temel jeoloji özellikleri: Türkiye Jeol. Kur. Bült., C. 19, s. 65-78.
- Pearce, J.A.; Harris, B.W. ve Tindle, A.G., 1984, Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks: J. Petrol., V. 25, p. 956-983.
- Pitcher, W.S., 1983, Granite: typology, geological environment and melting relationships: in: Migmatites, Melting and Metamorphism. M.P. Atherton and C.D. Gribble, (Eds), Shiva Publishing Ltd, Cheshire, p. 277-285.
- Seymen, I., 1982, Kaman dolayında Kırşehir masifinin jeolojisi: İTÜ Doçentlik tezi, 164 s. (yayımlanmamış), Ankara.
- Strecheisen, A.L., 1976, To each plutonic rock its proper name: Earth Sci. Rev., V. 12, p. 1-33.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: Tectonophysics., V. 75, p. 181-241.
- Tarhan, N., 1987, Orta Anadolu metamorfik ve granitik kayalarının kökeni ve evrimi: İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Derg., C. 6, s. 57-68.
- Taylor, S.R. ve McLennan, S.M., 1985, The Continental Crust: its Composition and Evolution, Oxford Press, 312 p.
- Türel, T.K., 1991, Geology, Petrography and Geochemistry of Ekecikdağ Plutonic Rocks (Aksaray Region-Central Anatolia): ODTÜ, Doktora tezi, 194 s. (yayımlanmamış), Ankara.