

Göncüoğlu, M.C., 1986, Orta Anadolu Masifinin güney ucundan jeokronolojik yaş bulguları: MTA Dergisi, 105/106, 111-124.

ORTA ANADOLU MASİFİNİN GÜNEY UCUNDAN JEOKRONOLOJİK YAŞ BULGULARI

M. Cemal GÖNCÜOĞLU*

ÖZ— Orta Anadolu masifinin güney ucunu oluşturan Niğde masifinde en alta metakırıntılıların hâkim olduğu Gümüşler formasyonu, bunun üzerinde karbonat-kırıntılı ardalanmasından oluşan Kaleboynu formasyonu, en üstte ise karbonatları içeren Aşıgediği formasyonu yüzeyleir. Duraylı bir kıta kenarını temsil eden ve Niğde grubu olarak adlandırılan bu dizinin üstünde, onunla birlikte deformasyon ve metamorfizma geçirmiş ofiyolitik bir karışık yer almaktadır. Dizinin metamorfizmasının orta basınç-yüksek sıcaklık tipinden, düşük basınç-yüksek sıcaklık tipine değiştiği ve PT koşullarına yer yer kısmi ergimeye değin ulaştığı düşünülmektedir. Niğde grubu kayaları posttektonik Üçkapılı granodiyoriti tarafından kesilmiştir. Üçkapılı granodiyoritinde yapılan tüm kaya Rb/Sr analizleri, bu kayaların Alt Senomaniyede (95 ± 11 my) kristallendiklerini gösterir. Tüm kaya izokronu ile sağlanan başlangıç Sr değeri ($Sr = 0.7104$) granodiyorit magmasının kıra kabuğunun ergimesi ile ya da büyük çapta kıta kabuğunun kontaminasyonu ile ortaya çıktığına işaret eder. Granodiyorit ve gnayslarda Rb/Sr tüm kaya-mineral yöntemi ile bulunan 77.8 ± 1.2 my ile K-Ar yöntemi ile bulunan 76.5 ± 1.1 my lik yaşlar ise, bu kayaların İzotop oranları ölçülen mikalar için kapanma sıcaklığı olan $-300 + 50^\circ\text{C}$ a kadar birlikte soğuma yaşlarıdır. Jeokronolojik yöntemlerle sağlanan bu veriler, Orta Anadolu masifinin diğer yörelerinden bilinen radyometrik yaşlar ile denetlenmektedir, masifte ana metamorfizma evresinin ve ofiyolitik yerleşmesinin Senomaniyen öncesi gerçekleştiği savunulmaktadır.

GİRİŞ

Niğde masifi, Orta Anadolu masifinin (Ketin, 1956), en güney yüzeylemesini oluşturur ve Niğde'nin güneydoğusunda yer alır (Şek. 1).

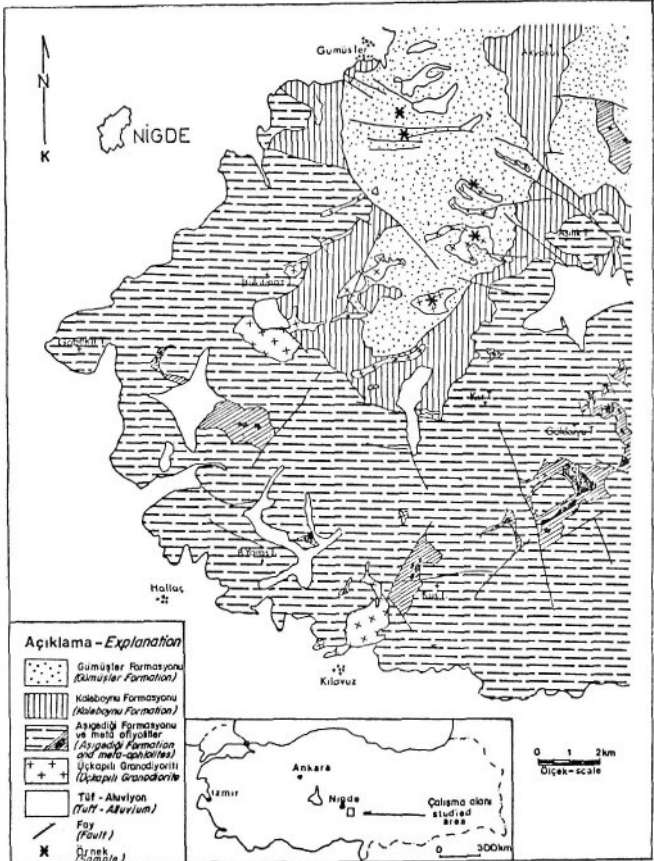
Niğde masifinde yer alan metamorfik kayalar Niğde grubu adı altında toplanmış; kayatürü özellikleri göz önüne alınarak Gümüşler, Kaleboynu, Aşıgediği formasyonları ve Üçkapılı granodiyoriti ayırtlanmış ve tanımlanmıştır (Göncüoğlu, 1977, 1981 a).

Niğde grubunu oluşturan metamorfik kayaların çökeltme ve metamorfizma yaşları ile bunları kesen magmatik kayaların yaşları konusunda çalışma alanından sağlanan dolaylı paleontolojik veriler sınırlıdır. Çamardı'nın (Niğde masifi güneydoğusu) kuzeyinde Niğde grubu kayalarını uyumsuzlukla örten granit ve gnays çakıllı, az deforme killi kireçtaşlarında Üst Paleosen-Alt Eosen? yaşı veren mikrofauna saptanmış ve bu veriye göre birimin metamorfizma yaşı Üst Paleosen-Alt Eosen öncesi olduğu eski çalışmalarda verilmiştir (Göncüoğlu, 1981 b).

Çalışma alanı güneyinde Kılavuz köyü batısında yeni yaptığımız bir araştırmada ise, Alt Paleosen yaşlı kırıntılıların altında yer alan ve metamorfizma göstermeyen türbiditik dizi içerisinde *Globotruncanita stuarti*, *Rosita contusa* ve *Ganserina ganseri* fosilleri belirlenmiş, yaşının Üst Mestrihtiyene indiği belgelenmiştir (Sirel, 1985, sözlü görüşme). Niğde grubu kayaları ile ilişkisi açık olarak görülemeyen bu türbiditik dizi daha kuzeyde Orta Anadolu masifinin pek çok yöresinde tanımlanan Haymana formasyonu ile, bunun üzerinde yer alan Paleosen yaşlı sınırlı şelf kırıntılıları ise, Kartal formasyonu ile denetlenir (Sirel, 1985, sözlü görüşme). Bu çalışmada Kartal formasyonu ile denetlenen, Yetiş (1978) tarafından ise, Çamardı formasyonu olarak adlandırılmış olan birim Çamardı kuzeyinde mikrogranit dayıkları tarafından kesilmektedir. Bu yeni bulgu çalışma alanında yaygın olarak yüzeylenen Üçkapılı granodiyoritinden daha farklı bir magmatizmanın varlığına işaret etmektedir.

* Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü, Jeoloji Etütleri Dairesi, Ankara.

Nitekim Oktay (1982) daha güneyde Ulukışla baseninin tabanının Üst Kretase ya da En Alt Paleosen-de başlayan bir adayı magmatizmasının ürünlerini içerdiğini belirtmektedir. Yazar, çalışmasında Tuzgözü-Ulukışla arasında uzanan okyanusun bir bölümünün Paleosende Niğde masifinin (Orta Anadolu kıtasının) altına daldığını ileri sürer. Bu durumda Niğde masifinin bu dalma batma olayın-dan ve adayı magmatizmasından etkilenip etkilenmediğinin de araştırılması gerekmektedir.



Niğde masifinin kuzeyinde yer alan ve Orta Anadolu masifinin ana kütlelerini oluşturan Kırşehir masifinde metamorfizma ve magmatizmanın yaşma ilişkin araştırmalar çalışma alanına oranla daha fazladır. Bu kesimde yapılan genel ve bölgesel çalışmalarda metamorfik kayaların yaşlarına ilişkin karşıt görüşler günümüze dek süregelmektedir. Araştırmacıların bir bölümü Seymen'de (1985) tartışıldığı gibi, metamorfik kayaların çökeltme ve metamorfizmasının Mesozoik öncesi olduğunu öne sürerlerken, Ketin (1956) masifin oluşum ve metamorfizmasını Laramiyen fazı ile tamamladığını savunmaktadır.

Bu kısa tartışmadan anlaşılacağı gibi, Orta Anadolu masifinin jeolojik evrimini belirleyecek somut veriler henüz çok çelişkili ve eksiktir. Masife ait metamorfik ve magmatik kayaların çeşitli Jeokronoloji yöntemleriyle incelenmesi ile sağlanan verilere kısaca göz atılacak olursa bu eksiklik açıkça ortaya çıkar.

Orta Anadolu masifinde ilk jeokronolojik araştırma Ayan (1963) tarafından yapılmıştır. Ayan (1963), Barana dağ monzonitik granitinden alınmış bir zirkon örneğinden toplam kurşun yöntemi ile 54 my bulmuş ve intruzyonun yaşının Üst Kretase sonrası olduğunu Öne sürmüştür. Ataman (1972), Ayan'ın (1963) kullandığı yöntemin metodolojik açıdan sakıncalarını ortaya koymuş ve Barana dağın güneyinde Cefalık dağı granitik kütlelerinden Rb/Sr yöntemi ile yaptığı iki tüm kaya ve bir biyotit analizinin 71+1 my lık bir izokron yaşı verdiğini belirtmiştir. Ataman'a (1972) göre, bulunan yaş biyotitin Rb/Sr için kapalı bir sistem haline gelecek kadar soğuduğu yaşa karşılık gelmektedir. Kökeni juvenil ve arkoz-grovak tipi kayaların palinjenezine bağlı olduğu yorumlanan granitin intruzyon yaşı ise «petrolojik olaylar göz önünde tutularak» 80 my olarak Öngörülmüştür. Ataman (1972), bu yaşın arazi gözlemleri ile uyuştuğunu belirtirse de gözlemleri aktarmaz.

Erkan ve Ataman (1981), Kırşehir'in kuzeybatısında yer alan gnays ve mikaşistler ile amfibolitlerden zenginleştirilen örneklerden hornblend ve biyotit K/Ar yaş tayini yapmışlardır, ölçülen üç biyotit örneğinin ortalama yaşı 69.7±1.7 my, iki hornblend örneğinin ortalama yaşı ise 74.1±3.2 my olarak belirlenmiştir. Bu bulguların Ataman'ın (1972) verileri ile karşılaştırma yazarlar bölgesel metamorfik kayalar arasına sokulan granodiyoritik kütlelerin termik etkisi ile bu kayalarda izotopik sistemin sıfırlandığını ve buldukları yaklaşık 71 my lık yaşın intrüviz kayaların yerleşme/soğuma yaşma karşılık geldiğini Öne sürmektedirler. Yazarlar, bu yoruma dayanarak Orta Anadolu masifinde etkili bölgesel metamorfizmanın Kretase öncesinde evrimini tamamladığı sonucuna varırlar. Ancak yazarların buldukları yaş «yerleşme/soğuma yaşı» ifadesi ile belirtmeleri, bu verinin daha sonraki araştırmacılar tarafından yanlış kullanılmasına yol açmıştır.

Niğde masifinde metamorfik kayaların çökeltme ve metamorfizması ile magmatik kayaların kökeni ve yaşını irdelemek üzere farklı kaya türlerinden örnek alınmış ve bu örneklerde Rb/Sr tüm kaya, Rb/Sr mineral, K/Ar mineral ve zirkon U/Pb yaşları ölçülmüştür. Niğde metamorfitlerinin yüzeylenen en alt bölümünde yer alan biyotit-muskovit-sillimanit gnays zirkonları U/Pb yöntemi ile yaşlandırılmış ve gnaysın yaklaşık 2000 my yaşlı, olası magmatik kökenli bir kayaktan kuruntu aldığı savunulmuştur (Göncüoğlu, 1982). Aktarılan çalışmada belirlenen 217±3 my lık ikinci yaşın jeolojik anlamının belirlenemediği, zira Rb/Sr tüm kaya, Rb/Sr ve K/Ar mineral yaşları İle 217 my dan daha genç olayların kanıtlandığından söz edilmişti. Bu çalışmada, Göncüoğlu (1982) tarafından değinilen Alpin olaylara ilişkin bulgular ayrıntılı olarak tanımlanacaktır.

Çeşitli yöntemlerle yaşı belirlenmek üzere Niğde-Üçkaplı granodiyoritinden 4, gnayslarla temsil edilen Gümüşler formasyonundan 2 örnek alınmıştır. Bu örneklerden 6 adet Rb/Sr tüm kayaç, 5 adet Rb/Sr mineral, 6 adet K/Ar mineral yaşı ölçümü yapılmıştır. Mineral yaşı ölçümleri muskovit ve biyotitten farklı tane boyutlu örnekler kullanılarak başarılmıştır.,

Örnek hazırlama, kimyasal analiz ve izotop oranlarının ölçülmesi F. Almanya BGR (Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe) laboratuvarlarında yürütülmüştür.

ÖLÇÜLEN ÖRNEKLERİN PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİ

Gümüşler Formasyonu

izotop ölçümlerinde kullanılan NM1 ve NM4 a no.lu örnekler Niğde grubunun en alt birimini oluşturan Gümüşler formasyonundan alınmıştır, örneklenen Gümüşler formasyonu mermer, amfibolit, kuvarsitik gnays ve kalsilikat-mermer arabant ve mercikleri içeren farklı mineral birleşimli gnayslardan oluşur (Göncüoğlu, 1977, 1981 a). örneklerin kimyasal birleşimleri Çizelge 1 b de verilmiştir.

Çizelge 1 - Gümüşler formasyonu gnayslarının: a- modal birleşimleri, b- kimyasal birleşimleri

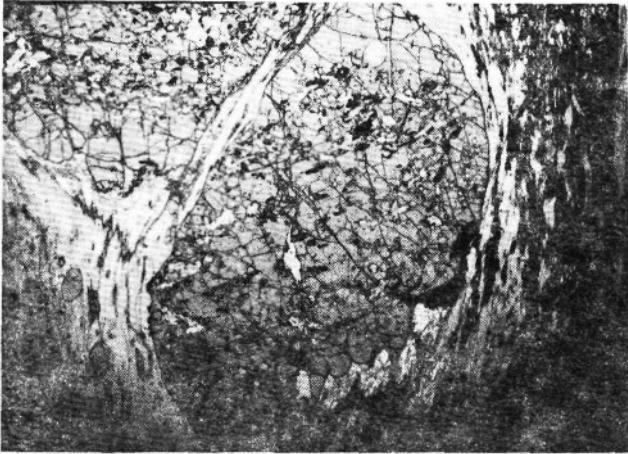
	a		b	
	NM1	NM4a	NM1	NM4a
Kuvars	45.4	37.3	SiO ₂	78.90
K.feldispat	12.1	16.4	TiO ₂	0.51
Plajiyoklas	5.2	7.6	Al ₂ O ₃	9.86
Biyotit	16.1	18.4	Fe ₂ O ₃	2.83
Muskovit	11.2	9.1	MnO	0.06
Sillimanit	2.1	3.6	MgO	0.91
Granat	4.4	1.6	CaO	0.93
Turmalin	a	a	Na ₂ O	1.90
Apatit	a	a	K ₂ O	2.85
Zirkon	a	a	P ₂ O ₅	0.08
Klorit	3.5	6.1	Rb(ppm)	111
Opak	a	a	Sr(ppm)	113
			Zr(ppm)	191
			Y(ppm)	23
			Ba(ppm)	591
			Cr(ppm)	72
			La(ppm)	49
			Sc	13
			Zn	39
				42

NM1 no.lu örnek Gümüşler köyü güneyinde ören dere içinde antimon işletmesine giden yol üzerinde birimin görünür en alt kesiminden, NM4 ise bunun 1.5 km güneyinden alınmıştır.

Örneklerin ilki; kuvars+ plajiyoklas+biyotit-f-muskovit +K-feldispat+sillimanit+ turmalin (+apatit+zirkon+rutil); ikincisi ise; kuvars+plajiyoklas+biyotit+mikroklin+granat (+zirkon+apatit-[-rutil+opak] mineralojik birleşimindedir. Her iki örnekte de plajiyoklasda serisitleşme, biyotitte ise kloritleşme görülür.

Gümüşler formasyonunda hâkim bölgesel metamorfizma koşullarının almandin-sillimanit orta derecede gerçekleştiği ancak Niğde grubunun diğer bölümlerinde yer yer (olasılı granitin de etkisi ile) kordiyerit-almandin yüksek dereceye ulaştığı (Winkler, 1976) ve pelit kökenli gnayslarda kısmi ergimeye yol açtığı düşünülmektedir.

Niğde metamorfizlerinde sillimanit oluşumu stravrolitten doğru başlar ve iri granat (almandin) blastları içinde kapantı olarak stavrolit blastları izlenir (Şek. 2). Kordiyeritli örneklerde ise yine kalık sillimanit, stavrolit ve granatın varlığı dikkat çekicidir. Petrografik incelemelere göre, önce biyotit+stavrolitin duraylı olduğu koşullardan sillimanit+almandinin gelişmeye başlaması ile stavrolit ortadan kalkmaktadır. Kordiyeritin izlendiği daha yüksek sıcaklık parajenezlerinde ise, bu mineralin gelişmesi ile almandin ve stavrolit duraylılıklarını kaybetmektedirler. Kordiyeritli kayalarda son fazda muskovit gelişimi ve biyotitin kloritleşmesi ise retrograd bir faza işaret etmektedir. Sözü edilen farklı gelişme evreleri geçmiş iki tip Örnekte de, ilerleyen metamorfizmanın son fazında sıcaklık yükselmesi söz konusudur.



Şek. 2 - Gümüşler formasyonu gnayslarında almandin içinde kapantı stavrolit çubukları (s=stavrolit).

Orta Anadolu masifinde de ilerleyen metamorfizmanın son aşamasının Kırşehir kesiminde yüksek sıcaklık, düşük basınç tipinde olduğu bilinmektedir. Bu bölümde basıncın 1.8-2 kb (Seymen, 1985) ile yaklaşık 3 kb (Erkan, 1975, 1976) arasında değiştiği, sıcaklığın ise 700°C dolayında olduğu (Seymen, 1982; Erkan, 1975) öne sürülmüştür. Metamorfizma derecesi Erkan'a (1975) göre kuzeybatıya doğru artış göstermektedir. Buna karşılık Akdağmadeni kütesinin en güneybatı kesiminde stavrolit+disten, Ortaköy kesiminde sillimanit, Kümbet kesiminde stavrolit+sillimanit, en kuzeybatı ucunda (İtıdağı) disten görülmektedir (Erkan, 1975, 1980; Tülümen, 1980; Özcan ve diğerleri, 1980; Özer ve Göncüoğlu, 1983). Kritik minerallerin bu dağılımı göz önüne alınırsa; Erkan'ın (1975) değindiği farklı metamorfizma koşullarının varlığından çok, bölgesel metamorfizmanın zaman içinde, yükselen ısı domları nedeni ile orta basınç/yüksek sıcaklık tipinden, düşük basınç/yüksek sıcaklık tipine dönüştüğü düşünülebilir. Niğde kesiminde sillimanit+almandin oluşumu ile stavrolitin, kordiyerit oluşumu ile almandin+stavrolitin, metastabil faza geçmesi bu tür bir değişime işaret etmektedir.

Üçkapılı granodiyoriti

Niğde metamorfileri içinde yer alan asit intruzif kayalar Üçkapılı granodiyoriti adı altında incelenmiştir. Üçkapılı granodiyoriti ve aplitleri; Gümüşler formasyonu, Kaleboynu formasyonu, Aşığediği formasyonu ile hu formasyonun üst bölümünde yer alan metamorfik ofiyolitli karışığı kesmektedir. Granodiyoritin yüzeylenimlerinin dağılımı çalışma alanının orta kesiminde sığ ve büyük bir batolitin varlığını düşündürmektedir. Bu yörede Üçkapılı granodiyoriti içinde kısmen özümsemiş gnays, amfibolit ve mermer ksenolitleri görülmektedir. Granodiyoritin yankayaçları ile dokanağında dar bir kontakt-metamorfizma zonu yer almaktadır. Granodiyoritin gnays ile dokanağında kordiyerit-f muskovit+granat; karbonatlar ile dokanağında diyopsit+hedenbergit -j- vesuvian-(-granat (grosular/ andradit); amfibolit ve metagabro ile dokanağında İse epidot-|-granat-|-skapolit parajenezlerine rastlanmaktadır. Bu parajenezler, kontakt metamorfizmanın hornblend-hornfels fasiyesi için tanıtılmaktadır (Winkler, 1976). Üçkapılı granodiyoritinin yan kayaları ile oluşturduğu kontakt-metamorfik zonun kalınlığı izlenebildiği yerlerde birkaç cm ile birkaç dm arasında değişmektedir.

Mikroskop altında granodiyorit ince-orta taneli, granoblastik dokuludur. Kayanın modal birleşimi Çizelge 2 de verilmektedir. Granodiyoriti oluşturan ana mineraller K-feldispat, plajiyoklas, kuvars ve biyotittir. Aksesuar olarak; zirkon ve opak minerallere, ikincil olarak ise, muskovit, klorit ve rutile rastlanır. Plajiyoklas hipidiyomorf ve zonlu yapıli kristaller halinde izlenmektedir. Kristallerin An'ce zengin merkezli bölümleri (An_{38-41}) serisit dönüşümlüdür. Kenarlarda ise taze albit hâkimdir (Ang-12).

Çizelge 2 - Üçkapılı granodiyoritin modal birleşimi

	NM2a	NM2b	NM2c	NM4b
Kuvars	30.9	26.1	21.4	28.4
K-feldispat	32.1	28.4	25.5	21.2
Plajiyoklas	11.2	19.9	28.7	26.1
Biyotit	17.6	20.3	18.2	15.4
Muskovit	3.6	2.9	2.7	4.2
Klorit	4.2	2.1	3.3	4.4
Zirkon	a	a	a	a
Apatit	a	0.2	a	0.1
Opak	0.4	0.1	0.2	0.2

Kuvars diğer kristallerin arasını doldurur ve çoğun ksenomorfur. Kızıl-kahverengi, idiyomorf biyotit ve plajiyoklas kapantıları içerir. K-feldispat 1 cm ye yakın kristaller oluşturur. Kuvars ve plajiyoklas ile sınırlı idiyomorfur. İri blastlarda bantlar veya lekeler halinde pertit oluşumu gözlenir. K-feldispat İdiyomorf kuvars, biyotit ve plajiyoklas kapantıları içermektedir. Bu kapantılar yer yer zonlar oluşturur ve merkezden dışa doğru irileşir.

Biyotit 0.7 ile 0.2 mm arasında değişen büyüklükte, kızılkahverengi pullar biçiminde izlenir. K-feldispat ve kuvars içinde kapantı olarak yer alan biyotitler idiyomorf i gösterirler ve daha az kloritleşmişlerdir, İri biyotit pulları C-ekseni yönünde uzamış berrak zirkon ve apatit kapantılıdır. Zirkon kapantıları çevresinde pleokroyik haleler yer almaktadır. Bu tür biyotit kristalleri geç hidrotermal bir safhada kloritleşmişlerdir. Klorit oluşumunun ilk aşamasında zirkon etrafındaki pleokroyik haleler korunmuş, tane kenarlarında ise, ilmenit iğnecikleri gelişmiştir. Son aşamada ise klorit tetradler tabakalarını zaptetmiş ve muskovit ile paralel büyümüşür. Bu tip dönüşüm ürünlerinde ilmenit eski biyotitin dilinim yüzeylerinde birikmiştir.

Zirkon yukarıda sözü edildiği gibi biyotit içinde yoğunlaşmıştır ve eriyikten kristallenen zirkonların özelliklerini taşır. Apatit ve manyetite ise aksesuar mineral olarak rastlanmaktadır.

Üçkaplı granodiyoritinin majör ve minör elementlerinin dağılımı Çizelge 3 te verilmiştir. Shand'a (1951) göre, Üçkaplı granodiyoriti «peralüminalı» gruba girer. Ölçülen örneklerin ortalama SiO₂ miktarı % 12.1 dolayındadır. NM2a-b-c no.lu örnekler oldukça tekdüze Na₂O ve K₂O değerlerine sahiptirler. NM4b no.lu örnek ise, NM2 no.lu örneklerle göre daha yüksek SiO₂ ve K₂O içeriğine karşılık, daha düşük Fe₂O₃ ve Na₂O içeriklidir. Üçkaplı granodiyoritinin kimyasal özelliklerine ve bu özelliklerin yorumuna ayrı bir çalışmada değinilecektir (Göncüoğlu, hazırlanmakta).

Çizelge 3 - Üçkaplı granodiyoritinin kimyasal birleşimi

	NM2a	NM2b	NM2c	NM4b
SiO ₂	73.49	71.33	71.47	74.47
TiO ₂	0.16	0.26	0.20	0.07
Al ₂ O ₃	13.95	15.20	14.70	14.29
Fe ₂ O ₃	1.23	1.64	1.27	0.52
MnO	0.04	0.04	0.04	0.04
MgO	0.26	0.50	0.38	0.16
CaO	0.91	1.71	1.35	1.05
Na ₂ O	4.07	4.26	4.16	3.69
K ₂ O	4.29	3.82	4.40	4.89
P ₂ O ₅	0.05	0.08	0.07	0.04
LQI	1.00	0.70	1.50	0.60
Toplam	99.51	99.60	99.58	99.81
Nb (ppm)	12	11	8	14
Rb	206	166	159	153
Sr	65	165	133	80
Th	23	27	22	14
U	7	6	5	6
Y	28	13	13	26
Zr	110	144	118	62
Ba	412	489	477	236
Ce	32	53	24	39
La	27	33	16	10
V	7	16	12	4
Zn	14	44	33	0
Cr	8	12	7	5

JEOKRONOLOJİ

Niğde grubu kayaların jeokronolojik ön araştırması için ilk aşamada gnays ve granitin tüm kaya yaşlarını belirlemek üzere Rb/Sr tüm kaya yöntemi kullanılmış, ardından K/Ar ve Rb/Sr yöntemi ile mikaların yaşı belirlenmiştir.

Yöntem

Ağırlıkları 3 ile 5.5 kg arasında değişen örnekler önce çenetli kırıcıda < 5 cm parçalanmış ve ayrılmış bölümleri uzaklaştırılmıştır. Ardından, tüm kaya Rb/Sr yöntemi için ayrılan bölüm Muller (1979) tarafından önerilen şemaya göre hazırlanmıştır. Hazırlanan örneğin bir bölümü, oksitler ve minör elementlerin dağılımı için röntgenflöresans yöntemi ile analiz edilmiştir. 200m dan büyük bö-

lüm mikroskopta incelenmiş, muskovit ve biyotitin mineral Rb/Sr, mineral K/Ar yaş tayini için uygun olduğu belirlenmiştir.

Örneklerin Rb ve Sr kimyası için, BGR-Hannover laboratuvarında kullanılan yöntem izlenmiş, Rb için bu laboratuvarıda hazırlanmış $Rb^{85}/Rb^{87} = 0.007935$ oranlı «spike», Sr için ise SRM 988 «spike» olarak kullanılmıştır. Rb izotop oranları «Aldermaston Micromass 30» kütle spektrometresinde çift bant (filament) üzerinde, Sr izotop oranları ise «Atlas CH4» kütle spektrometresinde tek bant üzerinde ölçülmüştür.

Rb^{87}/Sr^{86} ölçümünde, relatif hata % 1.5, Sr^{87}/Sr^{86} ölçümünde % 0.1, tüm kaya izokronu hesaplanmasında $X^2=1.4$, mineral izokronu hesaplanmasında $Z^2=0.9$ olarak belirlenmiş, sabiteler için Steiger ve Jäger (1977), İzokron hesaplanmasında York (1967) kullanılmıştır.

K/Ar ölçümünde mikaların K içeriği; EEL-170 tipinde çift kanallı, Li iç standartlı, dijital pipetli alev fotometresi ile ve iç standart ile karşılaştırılarak, Ar izotop oranları ise H.Kreuzer'in geliştirdiği Ar-ekstraksiyon sisteminde aşamalı olarak biyotit için 1500°C, muskovit için ise 1460°C dolayında ölçüm yapılmıştır. K/Ar ölçümlerinde her örnekten farklı tane boyunda iki dizi ölçülmüş, biyotit fraksiyonlarından biri öğütülerek çapraz kontrol sağlanmıştır. Bulunan değerler ve model yaşları laboratuvar standartı ile düzeltilmiştir.

Rb/Sr tüm kaya sistematığı

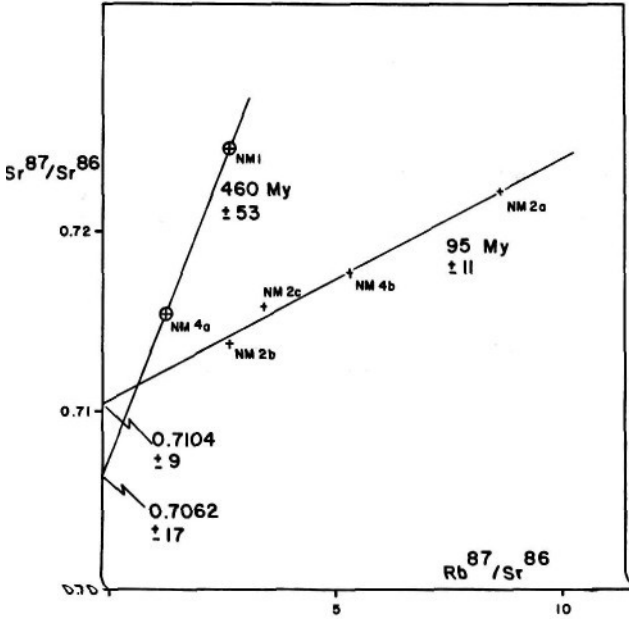
Niğde grubu kayalarında tüm kaya Rb/Sr sistematığını belirlemek üzere altı örnek ölçülmüştür. Bu örneklerin ikisi Gümüşler formasyonu gnayslarından, dördü ise Üçkaplı granodiyoritinden alınmıştır. Ölçülen örneklerin analitik verileri Çizelge 4 te yer almaktadır. Bu analitik veriler, Nicolaysen diyagramına aktarıldığında (Şek. 3) Gümüşler formasyonu graysları için 460 ± 53 my, Üçkaplı granodiyorit için ise 95 ± 11 my lık bir izokronun belirdiği görülmektedir.

Çizelge 4 - Niğde grubu gnaysları ve Üçkaplı granodiyorit örneklerinin Rb/Sr tüm kaya analitik verileri

Örnek	Kaya türü	Rb^{87}	Sr^{86}	Rb^{87}/Sr^{86}	Sr^{87}/Sr^{86}
		ppm	ppm		
NM1	Gnays	31.30	11.03	2.805	0.72.464
NM4a	Gnays	23.65	16.68	1.402	0.71.544
NM2a	Granodiyorit	57.36	6.433	8.814	0.72.212
NM2b	Granodiyorit	46.43	15.86	2.894	0.71.336
NM2c	Granodiyorit	45.87	12.61	3.596	0.71.633
NM4b	Granodiyorit	42.17	16.68	5.364	0.71.775

Gnayslar için çizilen izokron sadece iki nokta ile belirlendiği için, tek başına bir değer taşıyamamaktadır. Ancak 460 my dolayındaki bu yaş, NM1 no.lı örnekten zenginleştirilen zirkon fraksiyonlarının yaşının belirlenmesi sırasında (Göncüoğlu, 1982) $^{207}Pb/^{206}Pb$ model yaşı olarak tekrar ortaya çıkmaktadır. Şengör ve diğerleri (1984), Türkiye'de çeşitli yörelerde bu yaşların geç Pan-Afrikalı olaylarına karşılık gelebileceğini öne sürmektedirler. Bu nedenle Niğde grubu kayalarının en alt bölümünü oluşturan gnaysların, yeniden örneklenerek tüm kaya yöntemi ile yaşlandırılması ve yukarıda belirtilen yaşın jeolojik anlamının araştırılması gerekmektedir.

Üçkaplı granodiyoritinden alınan 4 örnek ise, 95 my lık bir izokron vermektedir. Bilindiği gibi, metamorfik olmayan granitlerde tümkaya izokron yaşı, granit kütlesi içinde Rb-Sr migrasyonunun sona erdiği zamanı vermektedir. Migrasyonun sona ermesi ise intruziyonun ardından kristallenme nedeni ile eriyik içinde materyel taşınmasının durmasına işaret eder. Şu halde bulunan 95 my lık yaş Üçkaplı granodiyoritinin kristallenme yaşına karşılık gelmektedir.



Şek. 3 - Niğde grubu gnaysları ve Üçkapılı granodiyoritinin Rb/Sr tüm kaya örneklerinin Nicoloyesen diyagramında konumları (Gümüşler formasyonu gnaysları: NM1, NM4a; Üçkapılı granodiyoriti: NM2a, NM2b, NM2c, NM4b).

öte yandan izokronun başlangıç (initial) $^{87}Sr/^{86}Sr$ değeri de Üçkapılı granodiyoritinin kökeni konusunda önemli bir ipucu vermektedir. Bulunan değer ($Si=0.7104\pm 0.0009$) granodiyorit kta kabuğu kökenli olduğuna, ya da büyük çapta kta kabuğu kontaminasyonunun gerçekleştiğine işaret etmektedir. Bu veri giriş bölümünde sözü edilen gnayslarda yer yer kısmî ergimeye ulaşan bölümlerin varlığı ile birlikte değerlendirildiğinde, Üçkapılı granodiyoritinin kta kabuğunun ergimesi ile oluştuğu savını güçlendirmektedir.

Rb/Sr mineral analizleri

Niğde grubu kayalarının Rb/Sr dağılımını ve Sr homojenleşmesini araştırmak üzere NM1 ve NM4a no.lu gnays örneklerinde biyotit, NM2b no.lu granodiyoritte biyotit, NM4b no.lu granodiyorit örneğinde ise muskovit ve biyotit analiz edilmiş, analiz sonuçları Çizelge 5 te verilmiştir.

Ölçülen mineraller ile bu mineralin sağlandığı örnek birlikte değerlendirildiğinde (Şek. 4) tüm örneklerde bir mineral-tüm kaya izokronunun belirlendiği görülmektedir. Bu izokron 77.8 ± 1.2

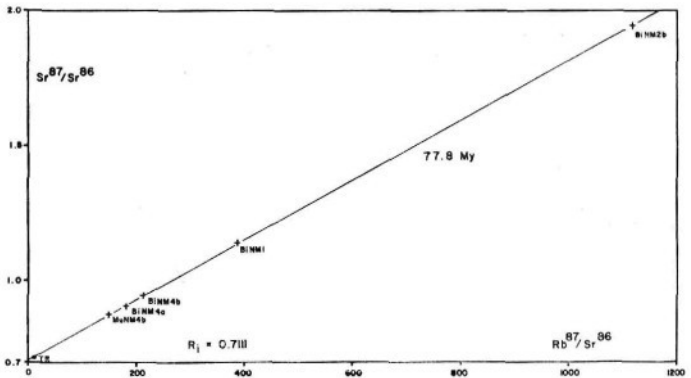
mylık bir yaş vermekte ve 0.7111+0.0037 lik bir başlangıç Sr değeri göstermektedir, izokronun yapısından, tüm kaya ve mineraller için izotopik Sr homojenleşmesinin gerçekleştiği anlaşılır, izokron çizgisi, tüm kaya izokronundan daha düşük bir eğime sahiptir. Niğde grubu İçinde yer alan gnayslarda ve bu gnayslari kesen granodiyoritte, tüm kaya/mineral yaşı olarak ortaya çıkan bu veri iki türlü yorumlanabilir:

a. Belirlenen yaş, hem gnayslarda hemde granitte stronsiyum homojenleşmesine yol açan bir metamorfizma olayına işaret etmektedir.

b. Belirlenen yaş, ölçülen mıkaların belirli bir sıcaklıkta Rb/Sr için kapandığı dönemi İşaretlemektedir. Bu durumda 77.8±1.2 my ölçülen minerallerin Rb/Sr için kapanma yaşma (blocking temperature) karşılığı gelmektedir. Bu kapanma yaşı, Alpler'de yapılan çalışmalar göz önüne alınırsa (Dodson, 1973; Wagner ve diğerleri, 1977), ölçülen birimlerin sıcaklığının 300±50 dereceye soğuma-sıyla ortaya çıkmış olmalıdır.

Çizelge 5 - Niğde grubu gnayslari ve Üçkaplı granodiyoriti örneklerinin Rb/Sr mineral (B=biyotit, M=muskovit) analitik verileri

Örnek	Rb ⁸⁷ ppm	Sr ⁸⁶ ppm	Rb ⁸⁷ /Sr ⁸⁶	Sr ⁸⁷ /Sr ⁸⁶
BNM1	182.3	0.4644	387.8	1.1390
BNM4a	171.6	0.9269	183.0	0.9098
BNM2b	270.3	0.2395	115.5	1.9489
BNM4b	230.0	1.0673	213.0	0.9463
MNM4b	143.9	0.9419	151.0	0.8805



Şek. 4 - Niğde grubu gnayslari ve Üçkaplı granodiyoriti mineral analizlerinin Sr-evolusyon diyagramında dağılımı (B=biyotit, M=muskovit, TR=tüm kaya, örnek no. ları için Şek. 3 e bakınız).

Yukarıdaki yorumlardan ilki, Üçkapılı granodiyoritinin hiç bir metamorfizma ya da deformasyon izi göstermemesi nedeniyle bir kenara bırakılabilir. İkinci yorum, özellikle NM4b no.lı granodiyorit örneğinin oluşturduğu tüm kaya-biyotit-muskovit izokronu ile desteklenmektedir. Bu izokronun yapısından, en azından biyotitin 300°C civarında soğuma nedeni ile Rb/Sr için kapanmasına dek muskovitin açık bir sistem olarak kaldığını göstermektedir. Muskovitin metamorfizma nedeni ile oluşması halinde Rb/Sr için kapanma sıcaklığının 500°C dolayında (500±50°C) gerçekleştiği göz önüne alınırsa (Jäger ve Hunziker, 1979), tümkaya-muskovit-biyotit izogradının yukarıda sözü edilen nedenle metamorfizma yaşını vermeyeceği açıktır. Bulunan 78 my lik yaşın, soğuma yaşını yansıttığını gösteren bir diğer veri ise, aşağıda sözü edilecek olan K-Ar mineral yaşlarıdır.

K-Ar mineral analizleri

Niğde grubu kayalarından NM1 no.lı gnays Örneğinden iki ayrı fraksiyonu, NM4a no.lı gnays örneğinden biyotit, NM2b no.lı granodiyorit örneğinden öğütülmüş biyotit, NM4b no.lı granodiyorit örneğinden İse biyotit ve muskovit için K-Ar ölçümleri yapılmış, analitik veriler Çizelge 6 da sunulmuştur. Bu çizelgede, gerek gnayslar, gerek granodiyorit içinde yer alan biyotitlerin 74.9±1 ile 77.9±1.2 my arasında değişen model yaşları verdikleri görülmektedir. Bu yaşlar, hata sınırı içinde Rb/Sr mineral yaşları ile uyum içindedir. Biyotitlerin, K-Ar ve Rb/Sr için hemen hemen aynı kapanma sıcaklığına sahip oldukları düşünülürse (Jäger ve Hunziker, 1979), bulunan model yaşlarının yukarıda Rb/Sr mineral yaşlarında olduğu gibi kayaların 300°C (+50°C) nin altına soğuma yaşını yansıttığı anlaşılır. Granodiyorit örneklerinden birinden (NM4b) sağlanan muskovit örneği ise biyotitlerden daha yüksek bir model yaşı vermektedir. 78.5±1.2 my olarak ölçülen bu yaş muskovitli K-Ar için kapanma yaşını göstermektedir. Nitekim muskovit K-Ar için 350°C dolayında bir kapanma sıcaklığına sahiptir ve biyotitlerden daha önce kapanır; dolayısıyla daha yüksek bir model yaşına sahip olmalıdır.

Çizelge 6 - Niğde grubu gnaysları ve Üçkapılı granodiyoriti örneklerinin mineral (B=biyotit, M=muskovit) K-Ar analitik verileri

Örnek	Tane boyu	% K	⁴⁰ Ar/Ar	% rad Ar	⁴⁰ K/ ³⁶ Ar	⁴⁰ Ar/ ³⁶ Ar	Model yaşı (my)
BNM1	500-250	7.75	234.9	95.22	1357.9	6442	76.28±1,2
BNM1	250-160	7.76	234.2	95.26	1448	6827	76.0±1,0
BNM4a	400-160	7.66	235.3	97.11	2325	10972	77.4±1,2
BNM2b	200-100	6.89	208.3	96.88	2216	10313	76.2±1,2
BNM4b	500-160	6.27	186.3	94.93	1310	6115	74.9±1,2
MNM4b	500-160	8.69	270.9	95.24	1413	6879	78.5±1,2

Muskovit ve biyotitin kapanma sıcaklıkları ve bulunan model yaşları, çok kaba olarak birlikte değerlendirilirse, 15°C/my dolayında bir soğuma hızı ortaya çıkmaktadır. Bu soğuma hızı, Niğde grubu kayalarının 75 my sonrasında hızla yükseldiğine ilişkin bir ön veri olarak dikkate alınabilir.

SONUÇLAR

Niğde grubunu oluşturan kayalar, temelde olası kırıntılı kökenli gnayslar ile üste doğru kalın bir karbonat istifi içerir. Masifin üst bölümünde, Niğde grubu kayaları ile birlikte deformasyon ve metamorfizma geçirmiş ofiyolitli bir karışık yer almaktadır. Niğde grubu kayaları, Üçkapılı granodiyoriti tarafından kesilmiş ve kontakt metamorfizmaya uğratılmıştır. Metamorfitler ile ilişkili başkalaşmamış enyaşlı birim, fosiliceren Üst Mestrihtiyenyaşı vermektedir.

Niğde grubu kayalarındaki metamorfik mineral parajenezleri İncelendiğinde, hâkim bölgesel metamorfizma koşullarının zaman süreci içinde almandin-sillimanit orta dereceden, kordiyerit-almandin yüksek dereceye değiştiği görülmektedir. Bu değişime, özellikle pelitik kökenli kayalarda kısmi ergimeye değin ulaşmaktadır.

Niğde grubu kayalarının en alt bölümünü oluşturan Gümüşler gnaysları, Rb/Sr tüm kaya ve zirkon Pb^{207}/Pb^{206} model yaşı olarak çok kuşkuluda olsa bir Pan-Afrikan olayının varlığını düşündürmektedir.

Üçkapılı granodiyoritinin kristallenme yaşı, Rb/Sr tümkaya izokronu ile 95+11 my olarak belirlenmektedir. İzokronun verdiği başlangıç Sr değeri (0.7104) granodiyorit magmasının tamamen ya da büyük çapta kıta kabuğu gerecinin ergimesi ile geliştiğini göstermektedir. Bu veri, yukarıda arazi gözlemi ve petrografik yorum ile varılan sonucu desteklemekte ve granodiyorit oluşumunun Niğde grubunun alt bölümlerinde yer alan psammopelitik kayaların kısmi ergimesine bağlı olduğuna işaret etmektedir. Niğde grubu gnaysları ve Üçkapılı granodiyoriti, biyotit ve muskovitlerinden sağlanan 78 my lık mineral-tüm kaya, muskovitten sağlanan 78 my lık K-Ar ve biyotitlerden sağlanan 75 ile 78 my lık K-Ar yaşları, bir yandan gnays ve granodiyoritte Sr homojenleşmesinin birlikte gerçekleştiğini; öte yandan mikalar için kapanma sıcaklığı olan $300\pm 50^{\circ}C$ in altına her iki kayanın birlikte soğuduğunu göstermektedir, özellikle, gnays örneklerinden sağlanan mineral model yaşlarının granodiyorit mineral yaşları ile uyumlu olması, granodiyorit İntruzyonu İle metamorfik kayalarda mikaların oluşum sıcaklıklarının altında Rb/Sr ve K-Ar sistemlerinin açıldığını ve soğuma sırasında tekrar kapandığının göstergesi olarak yorumlanmaktadır. Niğde grubu metamorfitlerinin asıl metamorfizma yaşlarının kanıtlanabilmesi için, daha çok sayıda gnays örneğinde tüm kaya Rb/Sr analizlerinin yapılması gereklidir.

Niğde masifli gnays ve granodiyoritinden sağlanan yaş bulguları, Orta Anadolu masifinin Kırşehir yöresinde Erkan ve Ataman'ın (1981), Cefalık dağı yöresinde Ataman'ın (1972) yapmış olduğu araştırmalardan az da olsa farklılık sunar. Ataman (1972) Cefalık dağında yaptığı araştırmada, biyotit-tüm kaya İzokronu ile 71 my bulmuş, ve yaşı biyotit soğuma yaşına karşılık geldiğini belirtmiştir. Yazarın, granit intruzyonunu 80 my olarak öne sürmesi ise kanıtsızdır. Erkan ve Ataman'ın (1981) Kırşehir masifli mikaşist ve amfibolitleri için K-Ar biyotit yaşı olarak belirledikleri 60 my ve hornblend yaşı olarak belirledikleri 74 my lık yaşlar İse granodiyorit «İntruzyon/soğuma» yaşı olarak ifade edilmektedir. Bu yaşı da soğuma yaşı olarak kabulü halinde yazarların bulguları Niğde masifinden sağlanan bulgularla hem yaş ve hem de yoruma hemen hemen uyum göstermektedir.

Orta Anadolu masifinde Kırşehir, Akdağmadeni ve Niğde yöresinde benzer bir kaya dizilimi görülmektedir (Seymen, 1981; 1985; Özcan ve diğerleri, 1980; Tülümen, 1980; Göncüoğlu, 1977, 1981a). Bu yörelerde temelde metakırıntılılar, üste doğru ise karbonat arakatıklı kırıntılılar ve karbonatlar hâkimdir. En üste ise - en azından Niğde ve Akdağmadeni yöresinde-altta yer alan platform tipi kayalarla birlikte deformasyon ve metamorfizma geçirmiş bir ofiyolitli karışık yer alır. Granitik granodiyoritik kayalar hem temeldeki metamorfikleri ve hem de ofiyolitik kayaları kesmektedir. Orta Anadolu masifinden çok ayrı bir kuşakta olduğu bazı araştırmacılarca (Şengör ve Yılmaz, 1981) varsayılan Eskisehir-Sivrihisar yöresinde de, gerek temeldeki metamorfik kayaların dizilimi ve metamorfizma türünde, gerek ofiyolitli karışımın konumunda, gerekse her iki birimi de kesen intruziflerin yaşında (91 my, Gautier, 1984) büyük benzerlikler görülmektedir.

Bu durumda Orta Anadolu masifinde ve büyük bir olasılıkla Sivrihisar yöresinde granodiyorit İntruzyonu Senomaniyende (95-91 my) ortaya çıkmıştır. Granodiyorit hem temeldeki kayaları ve hem de ofiyolit kestiği göz önüne alınırsa ofiyolit yerleşmesi Senomaniyen öncesinde gerçekleşmiş olmalıdır.

Bu olgu, Seymen'in (1981, 1982, 1983, 1985) yorumları ile çelişkilidir. Zira Ataman'ın (1972), Cefalık dağı granit kütlelerinde (Seymen'in Barana dağı plutonu) bulunduğu 71 my lık yaşın granitin soğuma yaşına karşılık geldiği, intruzyon yaşının daha eski olması gerektiğinin belirtmesine karşın, bu kütlelerin En Üst Kretase-Alt Paleosen yaşlı birimleri (69-63 my) intruzif dokanakra kestiği öne sürülmektedir (Seymen, 1985).

Seymen (op.cit.) ve onun yorumlarını kullanan Görür ve diğerleri (1985), Orta Anadolu masifi üzerinde yer alan ofiyolit kütlelerinin yerleşme yaşını Geç Kretase, bunları kesen «yay plutoniklerinin» yaşını En Geç Kretase-Paleosen olarak kabul ederler. Yazarların jeodinamik modellerinde Bergougnan'a (1975) dayanılarak, Neotetis'in kuzey koluna ait ofiyolitlerin, Üst Kretasede Orta Anadolu masifi üstüne itildiği ileri sürülmektedir. Bu ofiyolitleri kesen magmatizma, İç Toros suturu boyunca orta Anadolu bloğunun altına, doğuya doğru dalan okyanusal levhanın yol açtığı And tipi yay plutonizmasına bağlanmaktadır. Orta Anadolu masifinin magmatizması bu çalışmadan sağlanan verilerin ışığında tekrar yorumlandığında, Görür ve diğerlerinin (1985) jeodinamik evrim modellerinin en azından zaman açısından yeniden gözden geçirilmesi gerekmektedir.

KATKI BELİRTME

Bu çalışmanın Jeokronolojiye ilişkin bölümü Federal Alman CGD kuruluşunun sağladığı fon ile Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) de yapılmıştır. Laboratuvarlarında çalışma imkânı sağladıkları için; Petrografi bölümünden Dr.P.Müller'e, Jeokronoloji Bölümünden Prof.Dr.I.Wendt, Dr.A.Höhndorf ve Dr.H.Kreuzer'e, jeokimya analizleri için Dr.Raschka'ya, Rb/Sr mineral ölçümleri için S.Lenze'ye katkıları için teşekkür ederim. Çalışmanın paleontolojik tanımlamaları için Dr.E.Sire'le ve sonuçları tartışma olanağı bulduğum Doç.Dr.M.Satır'a ayrıca teşekkürü borç bilirim.

Yayma verildiği tarih, 12 Aralık 1985

DEĞİNİLEN BELGELER

- Ataman, G., 1972, Ankara'nın güneydoğusundaki granitik-granodiyoritik kütlelerden Cefalık Dağının radyometrik yaşı hakkında ön çalışma: Hacettepe Fen ve Müh. Bilimleri Derg., 2, 44-49.
- Ayan, M., 1963, Contribution a l' étude petrographique et géologique de la région située au NE de Kaman: MTA Yayınl., 155, 332 s.
- Bergougnan, H., 1975, Relation entre les edifices pontique et taurique dans le Nord-Est de Anatolie: Bull. Soc. Geol. France, 7, 1045-1057.
- Dodsan, M.H., 1973, Closure temperature in cooling geochronological and Petrological systems: Contrib. Mineral Petrol., 40, 459-474.
- Erkan, Y., 1975, Orta Anadolu Masifi güneybatısında (Kırşehir bölgesinde) etkili rejyonal metamorfizmasının petrolojik incelenmesi: H.Ü. Doç. tezi, 147 s.
- , 1976, Kırşehir çevresindeki rejyonal metamorfik bölgede saptanan izogradlar ve bunların petrolojik yorumları: Yerbilimleri, 2/1, 23-54.
- , 1980, Orta Anadolu Masifinin kuzeydoğusunda (Akdağmadeni, Yozgat) etkili olan bölgesel metamorfizmanın incelenmesi: TJK Bült., 23, 213-218.
- ve Ataman, G., 1981, Orta Anadolu Masifi (Kırşehir yöresi) metamorfizma yaşı üzerine K/Ar yöntemi ile bir inceleme: H.Ü. Yerbilimleri, 8, 27-30.

- Gautier, Y., 1984, Deformations et metamorphismes associes a la fermeture Tethysienne en Anatolie Central (Region de Sivrihisar, Turquie): Paris Üniv., Doktora tezi, 151 s.
- Güncüoğlu, M.C., 1977, Geologie des westlichen Niğde Massivs: Bonn Üniv. Doktora tezi, 181 s. (yayımlanmamış).
- , 1981a, Niğde Masifinin jeolojisi, İç Anadolu'nun Jeoloji Sempozyumu: TJK Yayını, 16-19.
- , 1981b, Niğde Masifinde viridin-gnaysın kökeni: TJK Bült., 24/1, 45-51.
- , 1982, Niğde Masifi paragnezlerinde zirkon U/Pb yaşları: TJK Bült., 25/1, 61-66.
- Görür, N.; Oktay, F.Y.; Seymen, İ. ve Şengör, A.M.C., 1985, Paleotectonic evaluation of the Tuzgölü basin complex, Central Turkey: Sedimentary record of a Neo-Tethyan closure İn: Dixon, J.E. ve Robertson, A.H.F. (ed.) 1985, The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean, Spec. Pub. of the Geo. Soc. 17, Blackwell Sci. Pub., Oxford. 848 s.
- Jäger, E. ve Hunziker, K, 1979, Introduction to Geochronology: 329s. Springer Verlag, New York.
- Ketin, I., 1956, Yozgat bölgesinin Jeolojisi ve Orta Anadolu Masifinin tektonik durumu: TJK Bült., 6, 1-40.
- , 1966, Türkiye'nin tektonik birlikleri: MTA Derg., 66, 20-34, Ankara.
- Muller, D., 1979, Erfahrungen bei der Mineraltrennung für radiometrische Altersbestimmungen: Erzmetall, 32/2, 232-263.
- Oktay, F.Y., 1982, Ulukışla ve çevresinin stratigrafisi ve jeolojik evrimi: TJK Bült., 25, 15-23.
- Özcan, A.; Erkan, E.; Keskin, A.; Keskin, E.; Oral, A.; Özer, S.; Sümengen, M. ve Tekeli, O., 1980, Kuzey Anadolu Fayı Kırşehir Masifi arasının temel jeolojisi: MTA Rap. 6722 (yayımlanmamış), Ankara.
- Özer, S. ve Güncüoğlu, M.C., 1983, Orta Anadolu Masifi doğusunda (Akdağmadeni-Yıldızeli) ilginç metamorfik parajenezler: MTA Derg., 95/96, 173-174, Ankara.
- Seymen, I., 1981, Kaman (Kırşehir) dolayında Kırşehir Masifinin stratigrafisi ve metamorfizması: TJK Bült., 24/2, 101-108.
- , 1982, Kaman dolayında Kırşehir Masifinin Jeolojisi: İTÜ Maden Fak. Doç. Tezi, 164 s.
- , 1983, Tamadağ (Kaman-Kırşehir) çevresinde Kaman Grubunun ve onunla sınırdaş oluşukların karşılaştırılması tektonik özellikleri: TJK Bült., 26, 89-98.
- , 1985, Kırşehir Masifi Metamorfizmasının Jeoloji Evrimi: Ketin Sempozyumu, TJK Yayını, 133-148.
- Shand, S.J., 1951, Eruptive Rocks: John Wiley, New York.
- Steiger, R.H. ve Jäger, E., 1977, Subcomission on geochronology: convention on the use of decay constants in geo- and cosmochronology: Earth and Planet Sci. Letters, 36, 359-362.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981, Tethyan evolution of Turkey: a plate tectonic approach: Tectonophysics, 75, 181-241.
- , Satır, M. ve Akkök, R., 1984, Timing of tectonic events in the Menderes Masif, Western Turkey: implications for tectonic evolution and evidence for Pan-African basement in Turkey: Tectonics, 3/7, 693-707.
- Tülümen, E., 1980, Akdağmadeni (Yozgat) yöresinde petrografik ve metalojenik incelemeler: KTÜ, Doktora tezi, 157 s.
- Wagner, G.A.; Reimer, G.M. ve Jäger, E., 1977, Cooling ages derived by apatite fission track, mica Rb/Sr and K/Ar dating: The uplift and cooling history of Central Alps: Mem. Inst. Geol. Min. Univ., Padova, XXX, Italy.
- Winkler, H.J.F., 1976, Petrogenesis of metamorphic rocks: Springerverlag, 4 Ed., 327 s.
- Yetiş, C., 1978, Çamardı yakın ve uzak dolayının jeolojisi ve Ecemiş yanlım kuşağının Maden Boğazı-Kamışlı arasındaki özellikleri: I. Üniv. Doktora tezi, 164 s.
- York, D., 1967, The best isochrone: Earth and Planet Sci. Letters, 2, 479-482.