

Tokat ile Sivas arasındaki bölgede bazı volkanitlerin petrokimyasal özellikleri

The petrochemical features of some volcanic rocks in the area between Tokat and Sivas (Turkey)

ALİ YILMAZ, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara

ÖZ : Petrokimyasal özellikleri irdelenen volkanitler Tokat ile Sivas arasındaki bölgede yer almaktadır. Bu volkanitlerden ofiyolitli karışık içinde yer alanlar (I. Grup Volkanitler), okyanus ortası sırtlarda oluşan toleyitik kayaların özelliklerini taşımaktadır. Üst Kretase (olasılı Turoniyen; yaşlı volkanitler (II. Grup Volkanitler), yitim kuşaklarında oluşan volkanitlerle özdeş gözükmektedir. Bunlar, ada yayı oluşumun ilk aşamasını ve devamını belirleyen kalkalkalin volkanit niteliğindedir. Eosen ya da büyük olasılıkla daha genç yaşta olan volkanitler (III. Grup Volkanitler), kalkalkalin kayaların farklılaşmasının son ürününü belirlemektedir.

ABSTRACT: Petrochemical features of the volcanics of the area between Tokat and Sivas are described. Volcanics which are found in the ophiolitic melange as being blocks have the characteristics of tholeitic rocks formed at mid-ocean ridges. Upper Cretaceous (possibly Turonian) aged volcanics seem to be identical to those formed at subduction zones. They have the characteristics of calcalkaline volcanics indicating the first phase and its continuation of island arc formation. Eocene or possibly younger volcanics indicate the last product of differentiation of calcalkaline rocks differentiation.

GİRİŞ

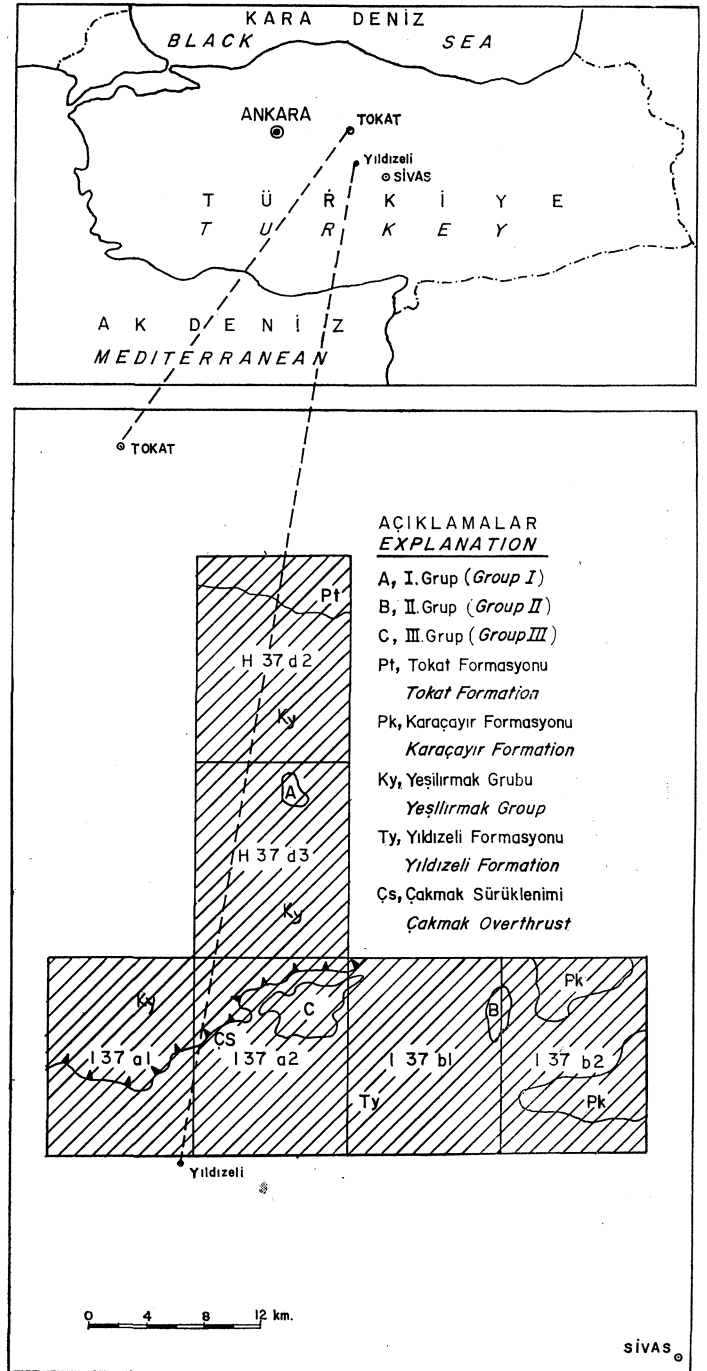
İnceleme alanı Tokat ile Sivas arasındaki bölgede yer almaktadır (şekil 1). I. Grup volkanitler, H37d₃ paftasında, Doğanlı'nın güneybatısındaki yüzeylemeden; II. Grup volkanitler, 137 b₁ paftasında, Söğütlü dere ve güneyinden; III. Grup volkanitler, 137a₂ paftasında, Ortaçakmak'ın batısından alınmıştır. (Yılmaz, 1980). Daha önce bu yörede herhangi bir petrokimyasal çalışma yapılmamıştır. Bölgenin jeodinamik evrimini açıklamak için gereksinilen verilere katkı yapmak amacıyla, farklı yaşlarda olan bu üç tür volkanitin Jeokimyasal analiz sonuçları bazı diyagramlara uygulandı. Yapılan çalışma sırasında her tür volkanitten 5'er örnek olmak üzere toplam 15 adet örneğin Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü laboratuvarlarında XRF ve yaş kimyasal yöntemlerle majör element analizleri yapılmıştır. Örneğin toplam Fe XRF, Fe+2 ise yaş kimyasal yöntemlerle hesaplanmış ve Fe+3 toplam Fe'den Fe+2 çıkarılarak bulunmuştur. Na₂O ve K₂O de yaş kimyasal yöntemlerden alev fotometresiyle ölçülmüştür.

GENEL JEOLojİ

Bölgede Paleozoyik'ten Günümüz'e kadar devam eden zaman aralığında çeşitli kayalar yüzeylemektedir. Yapılan çalışmaya göre (Yılmaz 1980) : Kuzeyde metamorfik karışık görünümündeki Tokat Formasyonu, yeşilimsi şistlerden ve bir bölümü Permiyen yaşlı olan kristalleşmiş kireçtaşı bloklarından; Güneyde yaygın olarak yüzeyleyen Karaçayır Formasyonu, kalsişt ve kuvarsitten oluşmaktadır. Bu iki metamorfik arasında doğu-batı uzanımlı ofiyolitli karışık (Tekelidağı Karışığı) bulunur. Tekelidağı Karışığı; çoğunlukla serpantinli olmak üzere tuf ve aglomeradan oluşan bir hamur ve bunun içinde peridotit (verlit), gabro, diyabaz (I. Grup Volkanitler) ile mermer, fillit, radyolarit, kristalleşmiş kireçtaşı, Üst Jurasik-Alt Kretase yaşlı fliş, Senoniyen yaşlı pelajik kireçtaşı blokları görülmektedir. Karaçayır Formasyonu ile Tekelidağı Karışığı Çeltekdağı Granodiyorit tarafından kesilmiştir. Tekelidağı Karışığı üzerine, ofiyolitli karışığa ait olistostromlar da kapsayan Üst Senoniyen yaşlı Boztepe Formasyonu uyumsuzlukla gelmektedir.

Kuzeyde taban çakıltası ile başlayan, kumtaşı ve kiltası ardalanması ile devam eden Eosen yaşlı Doğanşar Formasyonu, Tekelidağı Karışığı üzerine uyumsuzlukla gelmektedir. Ayrıca, kırmızı yer yer turuncumsu, orta ve kalın tabakalı çakıltasından oluşan Neojen yaşlı Kargın Formasyonu, Tekelidağı Karışığı ve Doğanşar Formasyonu üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir.

Güneyde taban çakıltası ile başlayan kireçtaşı, kumtaşı kiltası ve tuf düzeylerinden oluşan, çeşitli bloklar kapsayan Eosen yaşlı Yıldızeli Formasyonu, metamorfiklerden oluşan Karaçayır Formasyonu üzerine açılı uyumsuzlukla gelmektedir. Ayrıca, Neojen yaşlı, turuncumsu çakıltası ve beyazımsı yataya yakın kalın tabakalı kireçtaşı düzeylerinden oluşan İncesu Formasyonu, Karaçayır Formasyonu ile Yıldızeli Formasyonu üzerine uyumsuzlukla oturmaktadır.



Şekil 1 : Yer bulduru haritası.
Figure 1 : Location map.

Kuzeydeki ve güneydeki Tersiyer yaşlı birimler, kayatürü özellikleri ve stratigrafik düzen açısından farklılık göstermektedir. Bu farklılıklar kuzeyde Tersiyer yaşlı birimlerin, Tekelidağı Karışığı'nın yerleşimini tamamladığı duraylı bir ortamda, güneyde Karaçayır Formasyonundan oluşan duraysız bir temel üzerinde olistostrom ve olistolitlerin işleme girerek çökmesinden kaynaklanmaktadır.

VOLKANİTLERİN PETROKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Bu volkanitlerin genel petrografik özelliklerini de sunmakta yarar görülmektedir.

I. Grup Volkanitler: Bazalt; çürüme yüzeyi kahverengimsi, taze yüzeyi koyu yeşilimsi; tabakasız, dağılırcasına kırılmalı, yer yer yastık lavlar kapsamaktadır. Ofitik doku belirgin, albit egemen, epidot, ojit, ikincil kuvars kapsamakta, yer yer kloritleşme, karbonatlaşma ve uralitleşme göstermektedir. Bunlar ofiyolitli karışık içinde blok halindedir.

II. Grup Volkanitler: Spilitleşmiş bazalt; genel olarak yeşilimsi, tabakasız, yer yer tabakalı görünümündedir. Porfirik doku belirgin, killi kloritli bir hamurda çubuklar halinde plajiyoklas ve klinopiroksen (diopsit?) iri kristalleri dağılmakta yer yer albitleşmiş, boşlukları ikincil kuvars doldurmuştur. Bunlar, Eosen yaşlı bir olistosrom niteliğinde olan Yıldızeli Formasyonu içinde blok halinde olup yer yer Senoniyen (olasılı Turoniyen) yaşlı flişle Söğütü Dere kuzeyinde ilksel ilişkisidir.

III. Grup Volkanitler: Keratofir; çürüme yüzeyi açık kahverengimsi, taze yüzeyi açık benekli koyu gri olup tabaksız görünümündedir. Porfirik doku belirgin, iri albit çubukları ve mikrolitlerinden oluşmakta, piroksen yer yer opaklaşmış ve amfibol kalıntılarını ve ikincil kuvars kapsamaktadır. Bunlar Yukarıçakmak batısında Lütisiyen yaşlı kireçtaşı bloklarını da kapsamakta olup yer yer bu kireçtaşının dokanakları da iyice silisleşmiştir. Onun için bu kayaların Eosen ya da genç oldukları düşünülmektedir.

Genel Kimyasal Özellikler

Her volkanit türünden 5'er adet olmak üzere 15 örneğin yaş kimyasal ve yöntemlerle majör element analizleri

yapılmıştır (Çizelge, 1). I. ve II. gruba ait volkanitler yaklaşık birbirine yakın kimyasal özelliklere sahip gözükmektedir. Bunlar III. grup volkanitlerden daha fazla FeO, MgO, CaO kapsamaktadır. Buna karşın III. grup volkanitler daha çok Na₂O ve K₂O kapsamaktadır. I ve II. gruptaki volkanitlerde SiO₂ oranı yakın değerlerde, III. grup volkanitlerde ise SiO₂ daha boldur. TiO₂ ise II. ve III. gruplarda yakın değerlerde, I. grup volkanitlerde daha boldur.

Petrografik incelemelere göre genel olarak volkanitlerde görülen mineral toplulukları şunlardır:

albit + klinopiroksen + aktinolit +/- epidot +/- klorit
albit + klorit + kalsit + hematit
albit + klorit +/- epidot +/- kalsit ± kuvars

Gerek yukarıda belirtilen mineral toplulukları, gerekse CIPW normları (Çizelge 2) irdelenirse I. ve II. grup volkanitlerin albitce bir zenginleşme göstererek spilitik bir nitelik kazandığı, buna karşın III. grup volkanitlerin daha fazla albit zenginleşmesini göstererek keratofirik bir nitelik kazandığı söylenebilir. I., II., III. grup volkanitler, albit zenginleşmesiyle sonuçlanan dönüşümlere uğramıştır. Bu tür volkanitlerin dönüşüm sorunları spilitleşmeye ko-şut olarak irdelenebilir. Özellikle K₂O azlığı spilitlerin önemli kimyasal bir özelliğidir. Albiti bol asidik yüzey kayaları keratofir, Fe ve Mg'un egemen olduğu yüzey kayaları ise spilit olarak değerlendirilmektedir. Fakat mineralojik ve kimyasal özelliklere göre, spilit ve keratofir, ikincil bir dönüşüme uğramamış magmanın doğrudan ürünü değildir.

Diğer taraftan, volkanitleri oluşturan magmanın kimyasal bileşimi ile bunların durumunu sağlayan jeolojik koşullar arasındaki ilişkiler de araştırılmaktadır. Volkanitler; alkalın ve subalkalin olmak üzere iki gruba ayrılmakta ve bunlardan subalkalin grup, toleyitik ve kalkalkalin

	Gözlem No. Obser. Point	Laboratuvar No. Laboratory Num.	Si O ₂	Ti O ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	FeO	MnO	MgO	CaO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	H ₂ O	CO ₂	Toplam
I. Grup Group I	753	547.74	47.65	1.42	14.11	6.09	5.19	0.17	6.90	10.00	2.57	0.07	0.08	3.63	1.26	99.14
	754	547.75	48.10	1.37	13.91	7.6	3.69	0.15	6.30	9.27	3.68	0.01	0.09	3.02	0.84	98.03
	756	547.76	48.50	1.61	13.99	7.7	4.4	0.16	5.40	8.59	3.64	0.12	0.12	3.25	0.74	97.96
	757	547.77	49.25	1.70	14.35	6.2	5.86	0.18	6.40	9.26	3.31	0.07	0.10	2.86	0.60	100.14
	759	547.78	50.60	1.26	14.73	5.9	3.60	0.16	8.10	9.07	2.60	0.83	0.11	1.99	1.42	100.37
II. Grup Group II	762	547.79	54.35	0.17	15.00	7.5	3.88	0.12	4.50	1.43	3.50	1.11	0.24	2.03	2.04	99.67
	763	547.80	46.95	0.94	16.95	6.5	5.36	0.19	5.10	8.23	3.68	0.30	0.10	3.68	1.54	99.32
	764	547.81	49.10	0.90	16.92	7.9	4.10	0.18	3.80	7.14	3.68	0.78	0.12	4.29	1.17	100.25
	767	547.82	51.45	0.89	17.40	5.7	3.74	0.18	4.00	5.90	5.12	0.70	0.04	3.32	1.15	99.59
	769	547.83	54.10	0.83	17.82	7.6	2.17	0.14	3.20	8.91	2.65	1.40	0.13	1.42	0.72	100.43
III. Grup Group III	743	547.73	64.15	0.43	16.78	2.8	0.37	0.02	0.10	4.01	4.87	3.20	0.08	0.74	3.05	100.60
	742	547.72	60.70	0.50	19.00	4.0	0.18	0.05	0.90	2.85	5.35	2.82	0.11	1.16	2.19	99.81
	740	547.71	60.15	0.66	18.17	5.4	0.28	0.09	0.60	3.31	5.43	1.62	0.22	2.43	1.57	99.93
	737	547.70	63.65	0.42	15.96	3.6	0.55	0.06	0.10	4.63	4.76	2.80	0.16	0.55	3.69	100.83
	734	547.69	62.35	0.59	17.10	5.0	0.43	0.04	1.00	2.42	5.65	2.04	0.25	0.85	1.97	99.69

Çizelge 1 : Volkanitlerin kimyasal analizleri.

Table 1 : Chemical analyses of volcanics.

	D ₁					H _y					C				
	Q	Or	Ab	An	Wo	En	Fs	En	Fs	Ma	ilm	Hem	Ap	C	
I. Grup Group I	4.744	0.423	22.218	27.337	9.526	7.421	1.067	10.136	1.457	9.021	2.755	-	0.194	-	
	2.920	0.061	32.039	22.025	10.308	8.909	-	7.235	-	8.654	2.677	1.851	0.219	-	
	5.294	0.729	31.681	22.094	8.741	7.554	-	6.279	-	9.462	3.145	1.395	0.297	-	
	3.782	0.416	28.138	24.202	8.891	6.675	1.326	9.339	1.855	9.031	3.244	-	0.238	-	
	5.088	4.957	22.234	26.347	7.683	6.640	-	13.747	-	8.562	2.418	0.057	0.263	-	
II. Grup Group II	14.566	6.719	30.335	20.905	-	-	-	11.479	-	10.330	1.887	0.558	0.582	0.575	
	0.406	1.809	31.781	29.440	4.829	3.498	0.899	9.475	2.442	9.619	1.822	-	0.242	-	
	4.732	4.651	33.126	26.685	3.450	2.982	-	8.567	-	11.293	1.725	0.182	0.287	-	
	1.476	4.202	44.011	22.783	2.791	2.238	0.230	7.882	0.810	8.395	1.717	-	0.096	-	
	12.112	8.242	22.341	32.473	4.476	3.868	-	4.072	-	5.026	1.571	4.105	0.307	-	
III. Grup Group III	16.523	19.385	42.244	14.638	0.295	0.255	-	-	0.012	0.837	2.862	0.194	-	-	
	11.935	17.070	46.374	13.747	-	-	-	2.296	-	0.499	4.098	0.267	2.282	-	
	15.250	9.733	46.713	15.233	-	-	-	1.519	-	0.797	5.490	0.530	2.026	-	
	17.931	17.033	41.464	14.041	0.297	0.256	-	-	-	0.773	0.821	3.173	0.390	-	
	16.075	12.336	48.924	10.618	-	-	-	2.549	-	1.017	5.117	0.606	1.838	-	

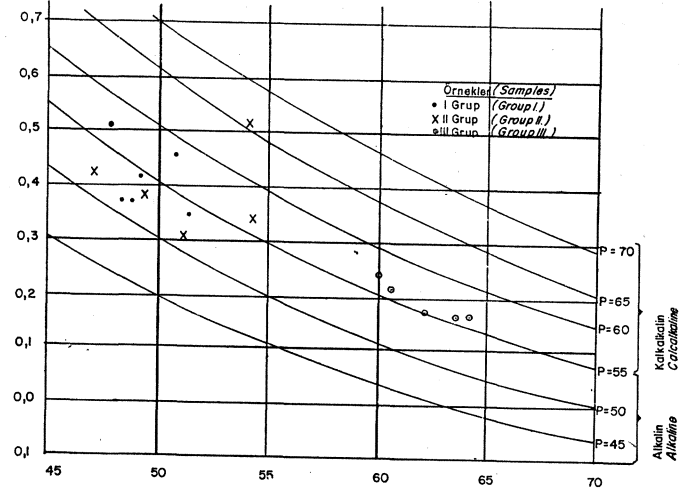
Çizelge 2 : Örneklerin kimyasal analizlerinden hesaplanan CIPW normları.

Table 2 : CIPW norms which are calculated from chemical analyses of samples.

alt gruplarına ayrılmaktadır (Irvine ve Baragar; 1971). Ayrıca, bunlardan kalkalkalin diziyeye ait olanlar, levha kenarlarındaki yitim zonlarına bağlı olan ada yayları ya da kıta kenarı volkanizmasının ürünü olarak oluşurken, okyanus ortası sırtlarında genellikle abisal toleyitler meydana gelir. Oluşumları kor noktalara bağlı olduğu kabul edilen volkanik okyanus adalarında genellikle alkalin dizisinin volkanitleri, duraylı kıtalarda ise kıtasal toleyitler ya da alkalin diziyeye ait volkanitler oluşmaktadır. Ancak, volkanitlerin oluşum ortamı ve koşulları ile kimyasal nitelikleri arasındaki ilişkileri yaklaşık olarak belirleyen bu genellemelerin dışına taşan örnekler de vardır.

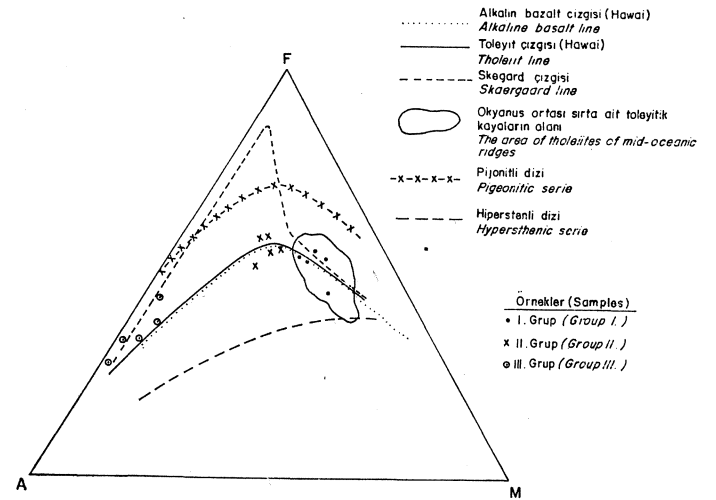
Yukarıdaki genellemeler de gözetilerek, volkanitlerin kimyasal özelliklerini belirlemek için bazı diyagramlar hazırlandı (Yılmaz 1980). Örneğin, Rittmann (1963) diyagramına göre (şekil 2) I. grup volkanitler alkalin; II. grup volkanitler alkalin ve kalkalkalin geçişinde; III. grup volkanitler de kalkalkalin alanda yer almaktadır. AFM diyagramına göre (şekil 3) I. grup volkanitler, okyanus ortası sırtın toleyitik kayaları alanında bulunmaktadır. II. grup volkanitler, FM doğrusuna göre dike yakın bir dizilim göstermekte ve kalkalkalin niteliği belirlemektedir. III. grup volkanitler AF doğrusuna koşut olarak A kutbuna doğru yönelmekte ve alkalinleşmeye doğru gidişi göstermektedir. Örnekler, genel olarak pijiönitli dizi ile hiperstenli dizinin sınırına yakın bulunmaktadır. I. grup volkanitler, pijiönit - hipersten geçişinde olmakla beraber esas olarak demirce zengin hipersten dizi içinde bulunmaktadır.

Analizi yapılan örneklerin Irvine ve Baragar'a (1971) göre bazı parametreleri hesaplanmıştır (Çizelge 3). Alkali/SiO₂ diyagramı Macdonald ve Katsura (1964), Irvine ve Baragar (1971) tarafından alkalin ve subalkalin alanları ayırmak için kullanılmaktadır. Şekil 4 de görüldüğü gibi örneklerin büyük bir bölümü subalkalin alanda bulunmaktadır. II. gruba ait bazı örnekler de spilitleşmeye uğradığından alkalinleşmeye doğru bir gidişi göstermektedir. Al₂O₃/NPC diyagramına göre I. grup volkanitler toleyitik nitelikte, II. grup volkanitler de (bir örnek dışında) kalkalkalin niteliktedir (şekil 5).



Şekil 2 : Örneklerin Rittmann (1963) diyagramında dağılımı.

Figure 2 : Distribution of samples in Rittmann (1963) diagram.



Şekil 3 : Örneklerin AFM diyagramında dağılımı

Figure 3 : Distribution of samples in AFM diagram.

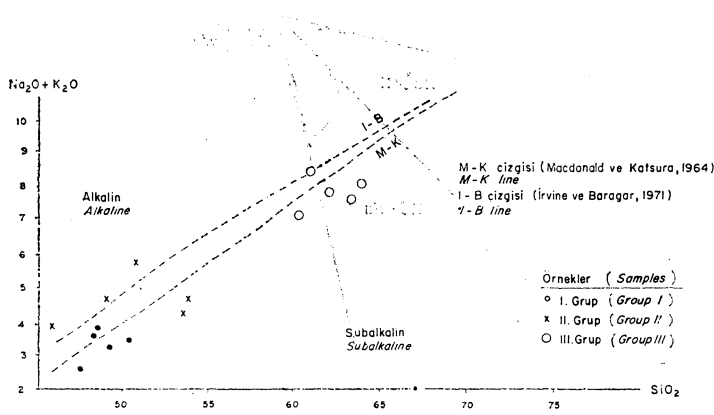
Glassley (1974) toleyitik bazaltların jotektonik konumlarını belirlemek için FEO/MgO oranına göre TiO₂ değişimini kapsayan diyagramın kullanılmasını önermektedir (şekil 6). Buna göre, I. grup volkanitler, okyanus ortası sırtın toleyitlerine; II. grup volkanitler, ada yayı toleyitlerine karşılık gelmektedir.

La Roche (1964, 1966, 1968) diyagramları analizi yapılan volkanitlerde spilitleşme olayını irdelemek için denendi. Al/3 - K, Al/3 - Na diyagramı (şekil 7) spilitlerin bazaltlardan tekçe (individual) ayrılmasını göstermektedir. Diyagramda görüldüğü gibi, spilitler bazalt alanı içinden kaynaklanmakta ve onlardan Al/3-Na değerlerinin (→) olmasıyla ayrılmaktadır. Örneklerimizden I. ve II. gruba ait olanların bir kısmı bazalt alanı içinde, diğer-

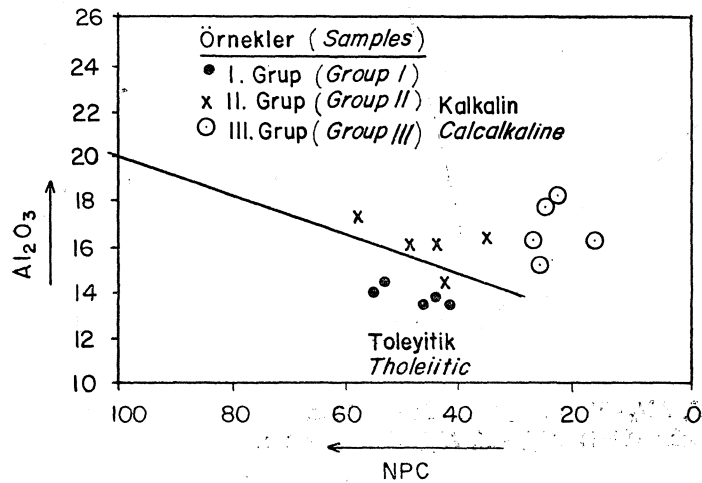
	a'	Ne'	OI'	An	Or	Ab'	NPC	CI
I. Grup Group I	42.85	34.59	22.55	27.34	0.42	22.22	55.16	41.38
	41.59	45.55	12.84	22.03	0.06	32.04	40.74	37.78
	45.17	43.94	10.89	22.09	0.73	31.68	41.08	36.576
	41.37	39.16	19.46	24.20	0.42	28.14	46.24	40.36
	42.40	32.49	25.11	26.35	4.96	22.23	54.24	39.107
II. Grup Group II	52.44	32.29	15.27	20.91	6.72	30.34	40.80	24.25
	36.49	43.23	20.25	29.44	1.81	31.78	48.08	32.575
	44.17	44.73	11.09	26.69	4.65	33.13	44.62	26.199
	39.23	48.74	12.04	22.78	4.20	44.01	34.11	24.06
	57.29	31.75	7.96	32.47	8.24	22.34	59.24	23.119
III. Grup Group III	56.87	43.13	-	14.83	19.39	42.24	25.98	4.26
	50.41	46.79	2.79	13.75	17.07	46.37	22.87	6.89
	54.06	44.14	1.79	15.23	9.73	46.71	24.58	7.806
	40.00	60.00	-	14.04	17.03	41.46	25.29	5.32
	63.43	34.34	2.23	10.61	12.34	48.92	17.82	8.68

Çizelge 3 : Örneklerin Irvine ve Baragar (1971) parametreleri.

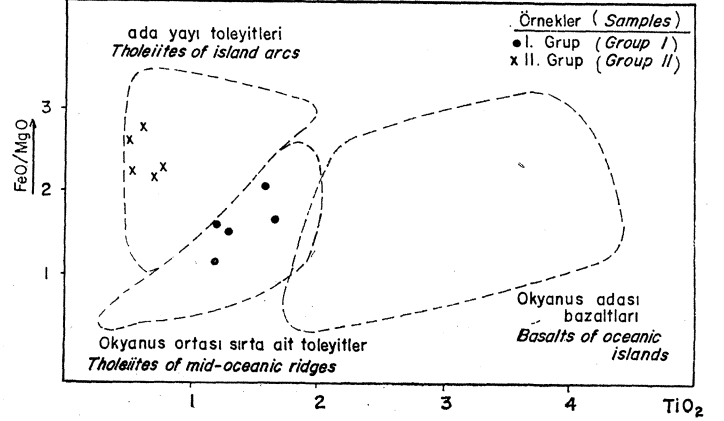
Table 3 : Irvine and Baragar (1971) parameters of samples.



Şekil 4 : Örneklerin alkali/SiO₂ diyagramında dağılımı.
Figure 4 : Distribution of the samples in alkalis/SiO₂ diagram.



Şekil 5 : Örneklerin Al₂O₃/NPC diyagramında dağılımı.
Figure 5 : Distribution of the samples in Al₂O₃/NPC diagram.



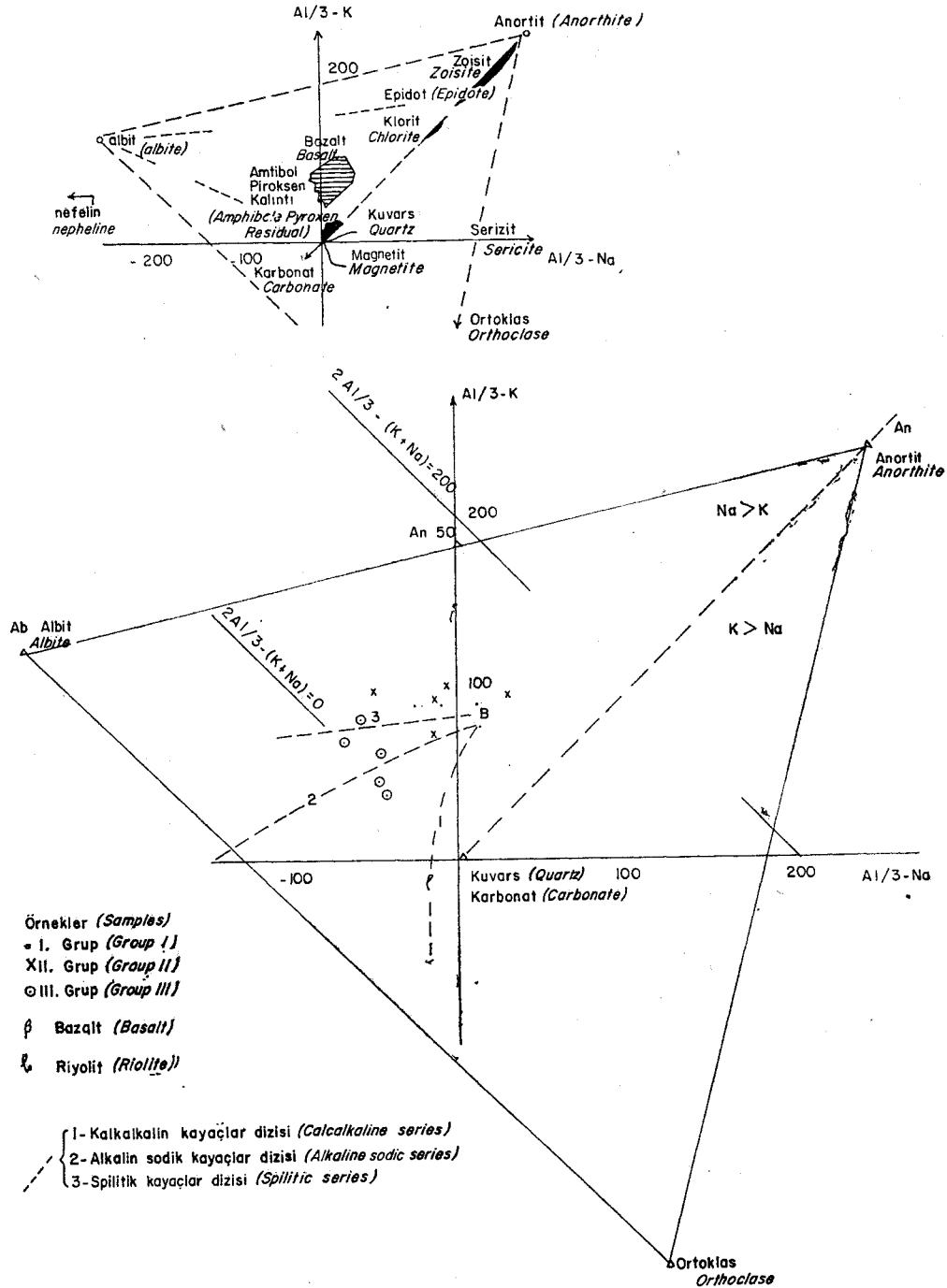
Şekil 6 : I. grup ve II. grup örneklerin FeO/MgO, TiO₂ diyagramında dağılımı.

Figure 6 : Distribution of samples of group I and group II in FeO/MgO, TiO₂ diagram.

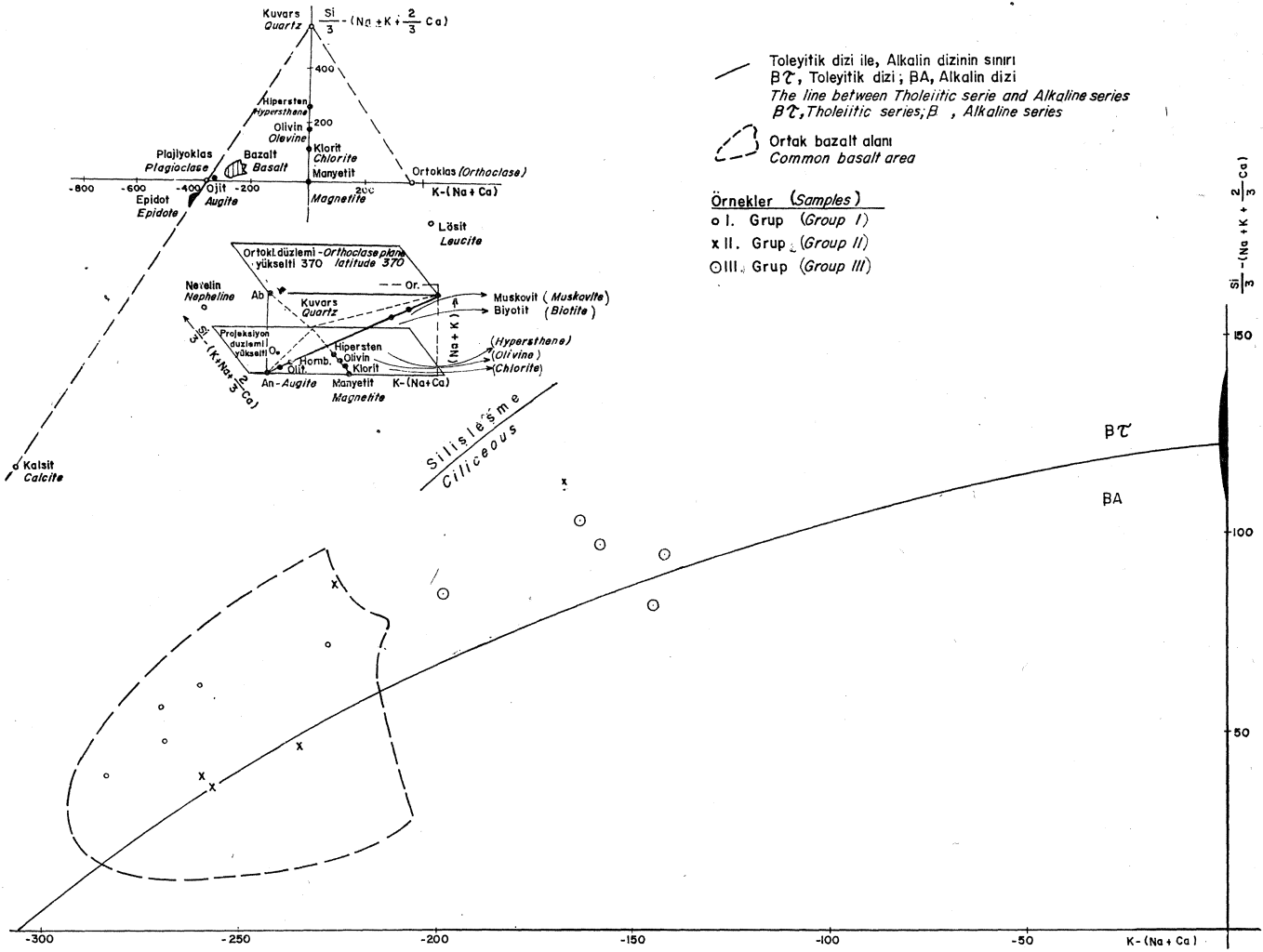
leri Anortit-Albit çizgisine koşut şekilde spilitik birliğin çevresinde bulunmaktadır. III. grup volkanitlerden bazıları ise kuvars kutbuna yönelmekte ve keratofirleri oluşturmaktadır. Bu diyagram ilgi çekici nokta, bazaltlardan spilitlere doğru alüminyumun yaklaşık aynı değeri korumasıdır.

Si — = (Na + K + — Ca), K- (NA + Ca) diyagramında 3 3

(şekil 8) gözlenen asitlik ve baziklik, silisleşme ve karbonatlaşma ilişkileri Al₂O₃-Na, Al₂O₃-K diyagramı içinde pek iyi görülmemekte, yalnızca anortit - albit ve çok az olarak albit - ortoz geçişini somutlamaktadır. Sunulan bu diyagram kendi içinde daha karmaşıktır. Burada tüm plajiyoklaslar yalnızca bir nokta ile belirtilmektedir. Anortit-albit geçişi diyagrama dik bir vektörle belirtilmektedir. O halde ayrıca üçüncü bir parametreden söz etmek gerekir. Bu diyagramda silis (kuvars) ve kalsit, plajiyoklas noktasından geçen uzun bir çizginin karşıt iki ucunu oluşturmaktadır. Konumlarının kuvars - plajiyoklas - kalsit büyük eskeninden çok ayrılması nedeniyle klorit bir taraftan, ortoz diğer taraftan özel bir rol oynamaktadır. Klorit ve ortozun gelişmesi bu büyük eksene 45° eğik olan yönelim ile belirlenmekte ve bu iki mineral birbirinden Na + K vektörü ile ayrılmaktadır. Kloritler düşük, ortoz yüksek bir Na + K değerini içerir. Diyagramda görüldüğü gibi günümüzde spilitik nitelik gösteren kayalar ortak bazalt sahası içindedir. Bu durum bize spilitleşme sırasında; Si — (Na + K_{2/3} Ca), K — (Na + Ca) değerlerinin fazla değişmediğini gösterir. Örneklerimizde K çok az bulunmakta ve dolayısıyla spilitleşme olayı içinde pek önem taşımamaktadır. O halde spilitleşme içinde CA + Na ve Si + Ca değerlerinin değişmediğini söyleyebiliriz. Bu spilitleşme sırasında Ca düşüşüne uygun olacak şekilde bir Na ve Si yükseliminin ve buna bağlı olarak Ca + Na ve Si + Ca değerlerinin değişmediğini görmekteyiz. Örneklerin genel bir değerlendirmesine gidersek:



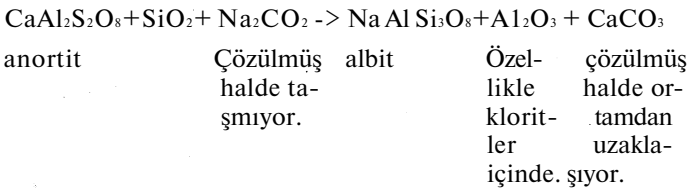
Şekil 7 : Örneklerin La Roche'in (1968) $Al_3 - K$, $Al_3 - Na$ diyagramında dağılımı.
 Figure 7 : Distribution of the samples in La Roche (1968) $Al_3 - K$, $Al_3 - Na$ diagram.



Şekil 8 : Örneklerin La Roche'in (1968) $\frac{Si}{3} - (Na + K + \frac{2}{3} Ca)$, $K - (Na + Ca)$ diyagramında dağılımı.

Figure 8 : Distribution of the samples in La Roche (1968) $\frac{Si}{3} - (Na + K + \frac{2}{3} Ca)$, $K - (Na + Ca)$ diagram.

1 — Na + Ca değerinin değişmeyecek şekilde Caun Na tarafından molekül olarak (hacimde bir değişiklik olmaksızın) yerinin alınması petrografik analizlerimizle uyum içindedir. Albit ($NaAlSi_3O_8$) Anortitin yerini molekül olarak aşağıdaki reaksiyona göre almaktadır :



1 — Si — Ca, Na + Ca değerlerinde bir değişiklik olmaksızın Ca azalmasına karşılık Si ve Na artışı görülmektedir. Silis bakımından zenginleşen albitleşme koşulların-

dan biri gibi gözükmekte ve spilitleşmenin derecesini kontrol etmektedir. I. ve II. gruptaki örnekler yukarıdaki bu duruma göstermektedir. Diyagramda Ca'un dışarı atılmasına karşın, Si + Ca değişmezliği spilitlerin bazaltik alandan aşağı doğru yöneldiğini açıklamaktadır. Buna karşın III. grup volkanitler bir silisleşme eğilimini göstererek keratofir karakterini kazanmaktadırlar.

La Roche'un (1964) yaptığı sınıflamaya göre; spilitler, subalkalin nitelikteki magmadan; keratofir ise subalkalin magmanın uç ürünü olan trondjemit bileşimindeki bölümden kaynaklanmaktadır.

SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Petrokimyasal verilerimiz, diğer jeolojik verilerimizle beraber değerlendirildiğinde aşağıdaki sonuçlara ulaşılmaktadır :

1 — Ofiyolitli karışık içinde blok halinde olan I. grup volkanitler; AFM, Irvine ve Baragar (1971), Glassley (1974) diyagramlarına göre toleyitik nitelikte olup, okyanus ortası sirtlarda oluşmuştur. Buna göre, çalışma alanındaki ofiyolitler, Senoniyen öncesinde D - B uzanımlı okyanus ortası sirtlarda oluşmuştur.

2 — Yıldızeli Formasyonu içinde blok olarak yer alan II. grup volkanitler, ada yayı toleyitleri olarak oluşmuştur. Buna göre de, Senomaniyen - Senoniyen yaş aralığında çalışma alanının yitime uğradığı ve ofiyolitli karışığın, yitimin sonucu olarak gelişen hendeğin ürünü olduğu ve üzerleme (obduction) işlemiyle yerleştiği düşünülmektedir.

3 — Eosen ya da daha genç olan III. grup volkanitler (keratofirin), kalkalkalin nitelikli magmanın farklılaşmasının son ürünü olduğu belirlenmiştir. Bu son volkanitler Tatar (1978) tarafından latit porfiri olarak değerlendirilmiştir. Oysa, LUGS'nin benimsediği ölçülere göre latit, alkali feldispatlarla, plajiyoklasların yaklaşık birbirine eşit olduğu volkanitlerdir (Sabine, 1978). Bu kayalarda, petrografik belgilemelerimize göre bir plajiyoklas olan albitin egemen olduğu, jeokimyasal verilerimize göre plajiyoklasların temel elemanı olan Na₂O ve CaO'ın ayrı ayrı alkali feldispatların temel elemanı olan K₂O'ten daha bol olduğu yaygın olarak silisleştiği belirlenmiştir. Böylece, bu volkanitlerin keratofir olarak adlandırılması benimsenmiştir. La Roche (1966) da bu tür volkanitlerin silisleşmiş olmasını keratofirik nitelik kazanmalarına bağlamaktadır.

4 — CIPW normlarında ve la Roche'ın (1964, 1966, 1968) diyagramlarında görüldüğü gibi, her üç gruptaki volkanitlerde albitleşme görülmekte; spilitleşmenin kimyasal özelliklerinden biri olarak Ca düşüşüne uygun olarak Na ve Si'nin yükselimi ve buna bağlı olarak volkanitlerde (Ca+Na) ve (Si + Ca) değerlerinin değişmediğinin saptanması da I. ve II. grup volkanitlerin spilitleşmeye uğradığı, III. grup volkanitlerde daha yüksek oranda albitleşerek ve silisleşerek keratofirik nitelik kazandığı söylenebilir.

KATKI BELİRTME

Bu yazı, Ankara Üniversitesi Fen Fakültesi Jeoloji Kürsüsünde yapılmış olan doktora tezinden hazırlanmıştır. Yapılan çalışma, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü'nün Jeodinamik projeleri kapsamında sürdürülmüştür. Yazar, tez yöneticisi Sayın Prof. Dr. Melih Tokay'a ve yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. Oğuz Erol'a, majör element analiz-

lerini diyagramlara uygulayan Dr. Nuri Terzioğlu'na teşekkür eder.

Yazının ilk gelişi tarihi 25.12.1980

Yayma verildiği tarih Ocak 1982.

DEĞİNİLEN BELGELER

Glassley, W., 1974, Geochemistry and tectonics of the crescent rocks Olympic Peninsula, Washington, Geol. Soc. Am. Bull., 85, 785 - 794.

Irvine, T. N., ve Baragar, W. R. A., 1971, A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks: Canadian Journal of Earth Sciences, 8, 523-548.

La Roche, H., de, 1964, Sur l'expression graphique des relations entre la composition chimique et la composition minéralogique des roches cristallines: Sci. de la Terre, IX, 3, 293 - 337.

La Roche, H., de, 1966, Sur l'usage du concept d'association minérale dans l'étude de chimie des roches: C. R. Acad. Sci. (Paris), 262, série D, 1665-1668.

La Roche, H., de, 1968, Comportement géochimique différentiel de Na, K et Al dans les formations volcaniques et sédimentaires: C. R. Acad. Sci., 267, Série D, 39-42.

Macdonald, G. A., ve Katsura, T., 1965, Eruption of Lassen Peak Cascade Range, California, in 1915 - Example of mixed magmas: Geol. Soc. of Am. Bull., 76, 475 - 482.

Rittmann, A., 1963, Les volcans et Leur activité, Ed. Franc. Etablie et introduite par H. Tazieff. Masson, Paris, 461 S.

Sabine, P. A., 1978, Progress on the nomenclature of volcanic rocks, carbonatites, melilitite rocks and lamprophyres: Geol. Mag., 115 (6), 463 - 466.

Tatar, Y., 1978, Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi: Maden Tetkik ve Arama Enst. Derg., 88, 56 - 72.

Yılmaz, A., 1980, Tokat ile Sivas arasındaki bölgede ofiyolitlerin kökeni iç yapısı ve diğer birimlerle ilişkisi: Doktora tezi (yayınlanmamış). A. Ü. Fen Fakültesi Jeoloji Kürsüsü, 136 S.