

Turmalinli Kuvars Damarlarının Kökeni: Karakaya (Kaymaz) İntrüzif Kütlesi Eskişehir, Türkiye

Bahattin GÜLLÜ¹, Yusuf Kağan KADIOĞLU^{1,2}

¹ Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 06100 Tandoğan, ANKARA

²Ankara Üniv. Yer Bilimleri Araştırma ve Uygulama Merkezi (YEBİM), 06100 Tandoğan, ANKARA

e-posta: bgullu@ankara.edu.tr Tel: +90 (312) 203 33 59

Özet: Granit bileşimli Karakaya (Kaymaz) İntrüzif kütlesi, K20-35°B yönelimine sahip ve kalınlıkları 5-45cm arasında değişen kuvars damarları tarafından kesilmektedir. Kuvarsolit bileşimli bu damar kayaları granit içerisinde morfolojik olarak sert çıkıntıları oluşturmaktadır. Kuvarsitler, dokusal olarak ince taneli ve iri taneli olmak üzere 2 farklı kompozisyonda gözlenmektedir. Plütonun, özellikle batı kenarında gözlenen ince taneli kuvars damarlarında kaya bileşimine turmalinler eşlik etmektedir. Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) çalışmalarına göre genellikle şörl bileşiminde gözlenen turmalinler yer yer merkezi elbait bileşimli zonlu doku özelliği de göstermektedir (Güllü ve Kadioğlu, 2009).

Kuvarsitlere ait tüm kaya jeokimyasal analiz sonuçlarına bakıldığında SiO₂ içeriği %72.82-96.68 arasında değişirken, Na₂O % 0.04-0.56 MgO % 0.14-1.55 K₂O % 0.05-4.56, Al₂O₃ % 0.01-18.27, P₂O₅ %0.03-060 ve CaO içeriğinin ise % 0.08-0.37 aralığında değiştiği gözlenmektedir. Kuvarsitlere ait ana element oksit değerleri, turmalinlerde ölçülen ana element oksit değerlerine göre normalize edildiğinde özellikle Na₂O (Ortalama_{tm}:0.94) ve MgO'nun (Ortalama_{tm}:1.61) son evre kristallenen turmalinlerin bünyesine girme eğiliminde oldukları, diğer ana oksitlerin ise bu son evrede eriyik içinde zenginleşme eğiliminde oldukları görülmektedir.

Kuvarsolitlerin ve içerisinde bulunan turmalinlerin kimyasal analiz sonuçları ve kristallenme süreçleri göz önüne alındığında kuvars damarlarının, Karakaya graniti yerleşiminin en son evresini temsil eden ve Na'ca tüketilmiş, B'ca zengin artık bir sulu magma kaynağının ürünleri olabileceğine işaret etmektedir.

Anahtar Kelimeler: Turmalin, Karakaya Graniti, Turmalinli Kuvar Damarı

Nature of Tourmaline Bearing Quartz Veins: Karakaya (Kaymaz) Intrusive Body, Eskişehir, Turkey

Abstract: Granite compositioned Karakaya (Kaymaz) Intrusive rocks cut by N20-35°W striking quartz veins with thickness ranging between 5-45cm. Quartzolite vein rocks are characterised by rigid morphology in granite. Quartzites are observed in 2 different textures as fine-grained and coarse-grained texture. In fine-grained quartz veins which are especially observed on the western edge of the Pluton, tourmalines are accompanied to the rock composition. KRS studies reveal that the majority of tourmalines are Schorl, but sometimes the center of the zoned tourmalines has Elbaitic composition.

SiO₂, Na₂O, MgO, K₂O, Al₂O₃, P₂O₅ and CaO contents of quartzites are range between % 72.82-96.68, % 0.04-0.56, % 0.14-1.55, % 0.05-4.56, % 0.01-18.27, %0.03-060 % 0.08-0.37 respectively. Major element normalization of quartzites to tourmalines show that Na₂O (Mean_{tm}: 0.94) and MgO (Mean_{tm}: 1.61) are tend to enter the structure of last-stage tourmalines, however, the other major oxides are tend to enriched in the residual melt. The chemical compositions and crystallization conditions of tourmalines in the Quartzolites indicate that the quartz veins derived from a Na depleted and B enriched residual hydrous magma which can represents the last stage crystallization of Karakaya granite.

Key Words: Tourmaline, Karakaya Granite, tourmaline bearing quartz veins

Giriş

Türkiye'nin jeodinamik evrimi açısından büyük bir öneme sahip olan Kuzeybatı Anadolu bölgesi birçok araştırmacı tarafından değişik amaçlı çalışmalara konu olmuştur. Bölgede doğu-batı uzanımlı granit ve granodiyoritik magmatik kuşakla ilgili oldukça önemli birçok çalışma (Bürküt, 1966, 1975; Ercan ve Öztunalı, 1984; Gautier, 1984; Savaşçın ve Güleç, 1990; Güleç, 1991; Kadioğlu, 1996, Altunkaynak ve Yılmaz, 1998, 1999; Genç, 1998; Aldanmaz ve ark., 2000; Zoroğlu ve Kadioğlu, 2003; Innocenti ve ark., 2005; Altunkaynak ve Genç, 2008; Aydoğan ve ark., 2008; Mutlu ve ark., 2008; Dilek ve Altunkaynak, 2009; Dilek ve ark., 2009; Dilek ve Altunkaynak, 2010; Altunkaynak ve ark., 2010; Kibici ve ark., 2010; Altunkaynak ve ark., 2012; Çoban ve ark., 2012) bulunmaktadır. Bu magmatik kuşak içerisinde Karakaya graniti içermiş olduğu turmalinli kuvars damarlarıyla diğer plütonlardan farklılık göstermektedir. Çalışma alanı içerisinde gözlenen turmalinli kuvars damarları, Orta Anadolu Kristalen Kompleksi (Göncüoğlu ve ark., 1991) içerisindeki Kerkenez granitoidinde Demirel (2004), ve Demirel ve ark., (2009) tarafından tanımlanan turmalinli breş zonu içerisindeki turmalin-kuvars kayaları ile Yozgat batoliti içerisinde Işık ve ark., (2004) tarafından tanımlanan turmalinitlerle benzerlikler sunmaktadır.

Bu çalışmada; yerleşimi ve jeokimyasal karakteri bakımından Kuzeybatı Anadolu Magmatik Kuşağı granitlerinden farklılıklar sunan Orta Eosen yaşlı Karakaya (Kaymaz) granitinde (Güllü, 2012) gözlenen turmalinli kuvars damarlarının kökenine yönelik yaklaşımda bulunabilmek amaçlanmıştır.

Materyal ve Yöntem

Çalışma alanı, Kuzeybatı Anadolu'nun doğusunda Sivrihisar, Karakaya, Kaymaz ve Yörükkaracaören (Eskişehir) yerleşim merkezleri arasında yüzeyleyen magmatik, metamorfik ve ofiyolitik kayalardan oluşan Kristalin Kompleks içerisinde yer almaktadır.

Çalışmaya konu olan turmalinli kuvars damarları ise bu kristalin kompleks içinde yer alan Karakaya (Kaymaz) intrüzif kütlesi ile ilişkili olarak gözlenmektedir. Granit bileşimli intrüzif kütle, K20-35°B yönelimine sahip ve kalınlıkları 5-45cm arasında değişen felsik-ultra felsik damar kayaları tarafından kesilmektedir. Çalışma kapsamında bu damar kayalarından örneklemeler yapılarak petrografik tanımlamalar yapılmıştır. Petrografik tanımlamaları yapılan kaya grubu içerisinde taze ve karakteristik olanlardan jeokimyasal analiz yapılmıştır. Jeokimyasal analizlerde, tüm kaya jeokimyası ve kaya içerisinden seçilen turmalin minerallerinin jeokimyası olmak üzere iki metot uygulanmıştır. Elde edilen sonuçlar birlikte değerlendirilmiş ve mineral-kaya ilişkisi irdelenmiştir. Ayrıca kaya içerisinde gözlenen turmalinlerin türlerinin belirlenmesi amacı ile de Konfokal Raman Spektroskopisi (KRS) çalışması yapılmıştır.

Kimyasal analizler Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü Petrografi Uygulama ve Araştırma Laboratuvarı'nda "SPECTRO X-LAB 2000" model PED-XRF (Polarized Energy Dispersive-XRF) cihazı kullanılarak yapılmıştır. Bu analizler GEOL-7220 yöntemiyle yapılmış olup USGS'in plütonik kayalar için oluşturduğu K02-GSR-09 ve G01-GS-N-Granite standartları kullanılarak cihazın kalibrasyonu yapılmıştır.

Raman spektroskopisi çalışması da yine Ankara Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümünde yüksek çözünürlüklü ve analitik konfokal mikroskoplu "HORIBA Jobin Yvon LabRAM HR" model konfokal Raman spektrometresi kullanılarak yapılmıştır.

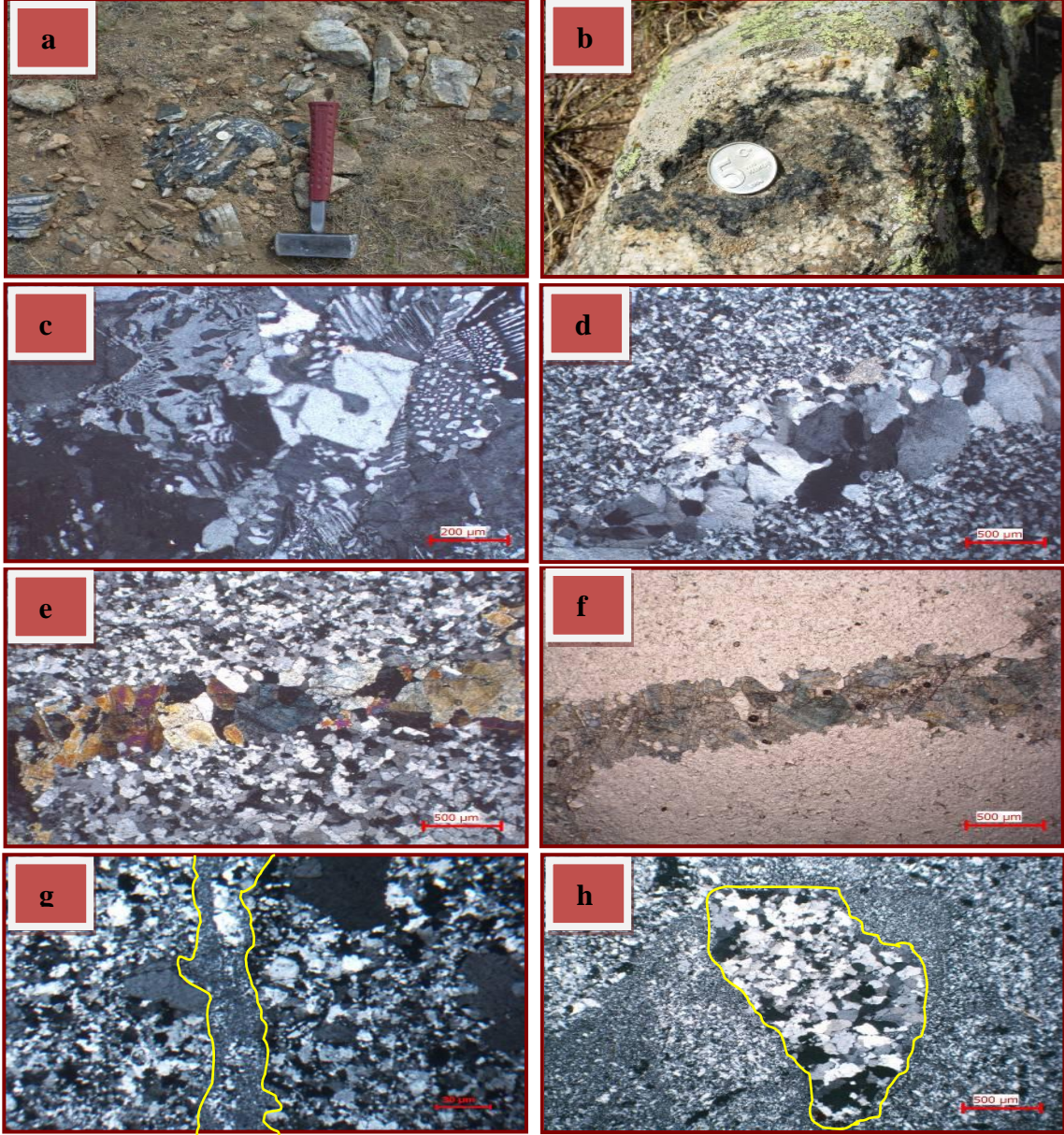
Bulgular ve Tartışma

Petrografi: Yapılan ayrıntılı arazi ve petrografi çalışmalarında Karakaya (Kaymaz) granitinde aplitler ve kuvarsolitler olmak üzere iki ayrı felsik damar kayası ayırtlanmıştır. Aplitler plütonun hemen her yerinde gözlenebilirken, kuvarsolit bileşimli damar kayaları inceleme alanının batısında,

sınırlı alanlar içerisinde turmalinli olarak gözlenmektedir (Şekil 1a,b).

Aplitler; çalışma alanında daha çok alkali feldispat granit, granofir ve yer yer de kuvarsolit bileşim sunan kaya grubu ana kayadan daha açık renkli ve ana kayayı ana eklem düzlemlerine uyumlu olarak keser vaziyette gözlenmektedir. Petrografik incelemede, holokristalin taneli doku özelliği gösteren alkali feldispat granit ve

granofir dayklarının ana minerallerini kuvars + ortoklaz + plajiyoklaz + biyotit \pm turmalin oluşturmaktadır. Mirmekitik ve grafik (Şekil 1c) dokunun yoğun olarak gözleendiği kaya içerisinde serizitleşme ve yer yer killeşme türü alterasyonlar gözlenmektedir.



Şekil 1 a-b) çalışma alanı turmalinli kuvars damarlarının arazi görünümü, c) Granofir bileşimli aplit daykın mikrofotografı (örnek, K08-15), d) Kuvarsolit ve bunları kesen ikincil kuvars mikrodamarcıklarının mikrofotografı (örnek, K08-82), e-f) Turmalin bantlı silis damarının polarizan mikroskop altında çift ve tek nikol görünümleri (örnek, KZ-1), g) Silis zonlarında 1.evre ürünleri keser konumda gözlenen ikincil evre silika ürünlerin mikrofotografı, h) ikinci evre ürünler içerisinde hapsolmuş birinci evre silika mikrofotografı

Tamamen kuvars mineralinden oluşan ve mikrokristalin dokuda gözlenen kuvarsolitler yer yer daha iri taneli ikincil kuvars damarları tarafından kesilmektedirler (Şekil 1d).

Turmalinli kuvars damarları; Karakaya granitlerinin oluşum evresinin son ürünlerini temsil eden birimler, turmalinli ve turmalinsiz evreler olarak ayırt edilebilmektedir.

Ana bileşenini kuvarsların oluşturduğu turmalin bantlı silis damarları (Şekil 1e-f) kısmen metasomatik ürünler olarak gözlenirken, plütonun kenar zonlarında gözlenen silis damarları ise kristallenmeden arta kalan ve iki evrede yerleşmiş ürünler olarak gözlenmektedir.

Şekil 1g'de birinci ve ikinci evre silislerin bir arada gözlendiği kesitte, birinci evre silislerin kristal formda iri taneli olarak gözlenirken, ikincil silisler kristalit formda ve birincil evre silisleri keser konumda gözlenmektedir.

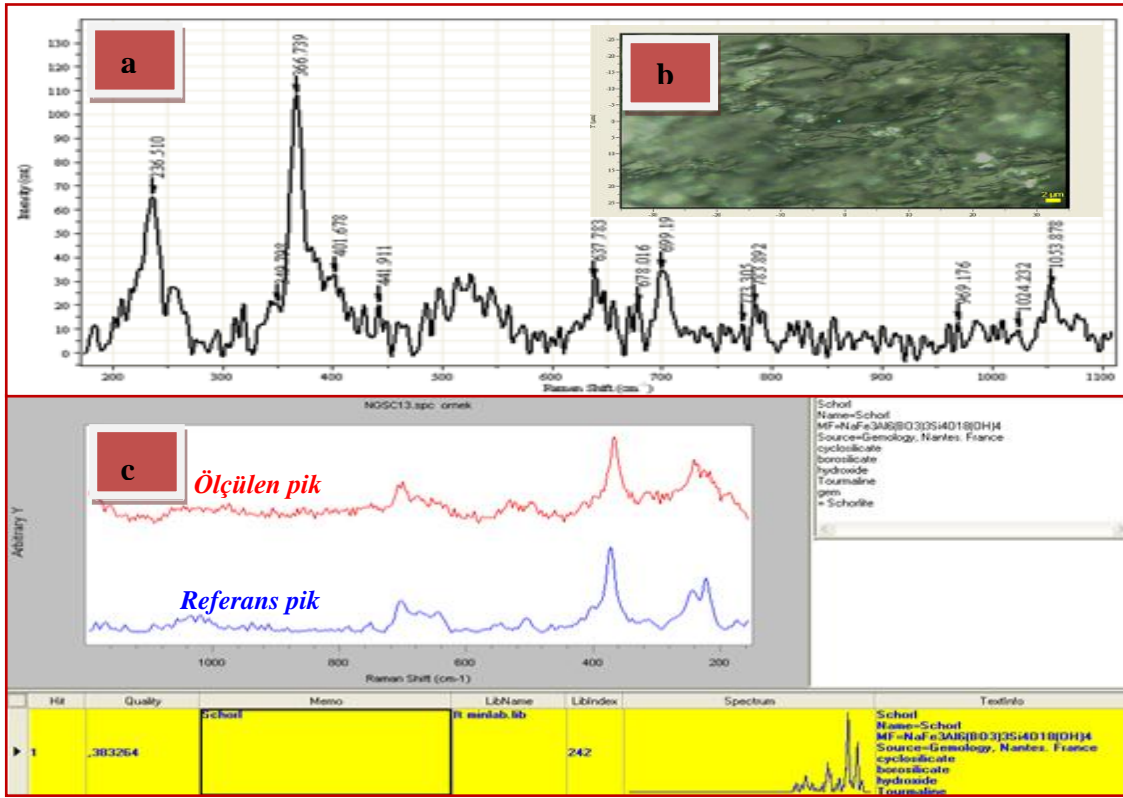
Şekil 1h'da ikincil evre kuvars kristalitleri içerisinde birinci evre silika ürünleri hapsolmuş bir vaziyette gözlenmektedir. Bu durum da farklı iki evre silis getiriminin diğer bir kanıtı olarak görülebilmektedir.

Konfokal Raman Spektroskopi (KRS): Kuvars damarlarındaki turmalinlerin türlerini belirleyebilmek amacı ile KRS çalışmaları yapılmıştır. Titreşimsel spektroskopi

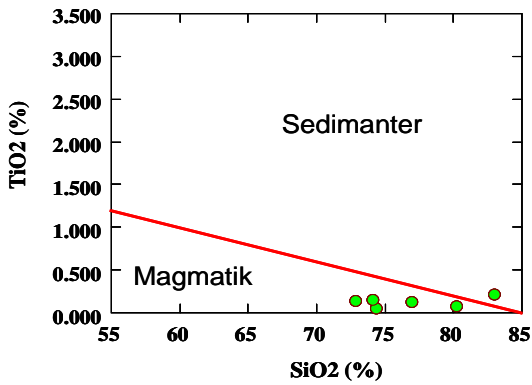
türlerinden olan Raman spektroskopisinin temelini Raman saçılımı oluşturmaktadır. Raman saçılımı, moleküllerin kimyasal yapısı hakkında bilgi veren önemli bir titreşimsel spektroskopik tekniktir. Bir molekülün titreşimsel spektrumu, o molekülün imzası veya kimyasal parmak izi özelliği olarak düşünülebilir. KRS, bir numunenin görünür bölge veya yakın-infrared (IR) monokromatik ışıktan oluşan güçlü bir lazer kaynağıyla ışınlanmasıyla saçılan ışının belirli bir açıdan ölçümüne dayanmaktadır (Gündüz, 1999).

Yapılan KRS çalışmaları sonucunda elde edilen raman spektrumları Spectral ID programında tarandığında, inceleme alanındaki kuvars damarları içerisinde gözlenen turmalinlerin Şörl bileşiminde oldukları ortaya çıkmaktadır (Şekil 2).

Kimyasal Analiz: Çalışmaya konu olan felsik-ultra felsik kayaların ve turmalinli kuvars damarlarından seçilen turmalin minerallerinin kimyasal kompozisyonlarını belirleyebilmek amacı ile 20 mikron boyutunda öğütülmüş ve PED-XRF yöntemi ile analiz edilerek ana oksit ve iz element değerleri ortaya konulmuştur (Çizelge 1). Kuvars damarlarının SiO_2 'ye karşı TiO_2 değişimi göz önüne alınarak Tarney (1977) tarafından ortaya konulan dağılım diyagramı çizildiğinde, kuvars damarlarının tamamının magmatik kökenden türediği ortaya çıkmaktadır (Şekil 3)



Şekil 2. a) Kuvars damarlarında gözlenen turmalinlerin raman spektrumu, b) raman görüntüsü, c) spectral ID programında tanımlanması



Şekil 3. Kuvars damarlarının TiO_2 - SiO_2 diyagramında (Tarney, 1977) dağılımları

Yüksek değerlikli katyonlar (Zr, Nb, Th) bakımından analiz sonuçları irdelendiğinde turmalinlerde bu değerlerin kuvars damarlarına göre daha yüksek olduğu

görülmektedir. Yüksek değerlikli katyonlar, magmatik eriyiklerde, kristallenme sürecinde zenginleşme eğiliminde olduklarından, pegmatitik - pnömatolitik evrede kristalleştiği düşünülen turmalinlerin bünyesine girerek tüketilmişlerdir.

Bu evrede derinden yüzeye doğru hareket halinde olan eriyikte ısınma ve dehidrasyonun artmasıyla kıtasal kabuğun derinliklerinden serbestlenen borları da bünyesine alarak zenginleşmesi sözkonusudur (Bea ve ark., 2009). Bor'ca zenginleşen bu eriyikler klastik sedimanlar içerisine nüfuz ederek kısmen demetasomatizmaya uğratmasıyla turmalinli kuvars damarları meydana gelebilmektedir (Appleby ve Williams 1988; Slack, 1996; Torres ve ark., 1996).

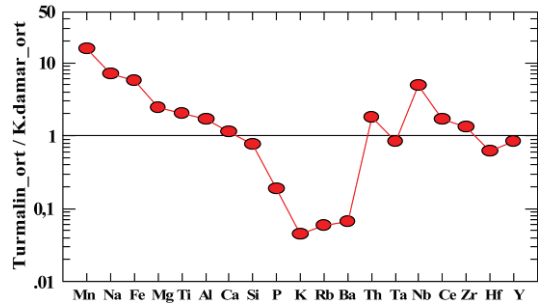
Çizelge 1. İnceleme alanı kaya gruplarının ana oksit ve iz element analiz sonuçları

Element Dimension	Tanımlama	Na ₂ O %	MgO %	Al ₂ O ₃ %	SiO ₂ %	P ₂ O ₅ %	K ₂ O %	CaO %	TiO ₂ %	MnO %	Fe ₂ O ₃ %	Cr ₂ O ₃ ppm	LOI	TOPLAM
1 K-08-03	kuvars damarı	0.151	0.456	0.012	96.677	0.056	0.075	0.255	0.014	0.004	1.334	5220	0.78	99.81
2 K-08-04	kuvars damarı	0.058	0.332	0.277	90.207	0.605	0.062	0.124	0.032	0.009	6.117	3248	1.44	99.26
3 K-08-48	kuvars damarı	0.347	0.361	3.530	92.676	0.236	0.312	0.132	0.081	0.002	0.492	229.2	0.63	98.80
4 K-08-171	kuvars damarı	0.048	1.012	16.972	72.818	0.086	4.520	0.164	0.138	0.004	2.497	752.6	0.97	99.23
5 K-08-179	kuvars damarı	0.044	0.913	15.620	76.920	0.057	4.014	0.143	0.134	0.010	0.672	537.4	0.99	99.52
6 K-08-52	kuvars damarı	0.051	0.507	4.186	89.200	0.034	0.998	0.142	0.018	0.002	2.875	20.7	1.29	99.30
7 K-08-204	kuvars damarı	0.043	0.141	13.460	80.268	0.122	0.155	0.079	0.079	0.001	0.953	36.9	4.55	99.85
8 K-08-206	kuvars damarı	0.051	0.210	3.200	93.124	0.053	0.055	0.114	0.111	0.004	1.415	167.1	0.75	99.09
9 K-08-207	kuvars damarı	0.065	0.340	11.471	83.023	0.146	0.271	0.253	0.215	0.001	0.401	127.5	3.47	99.66
10 K-08-208	kuvars damarı	0.042	0.310	18.272	74.322	0.063	0.380	0.368	0.052	0.008	0.535	5	4.77	99.12
11 K-08-209	kuvars damarı	0.094	0.398	3.653	93.591	0.126	0.075	0.279	0.124	0.003	0.550	41.2	1.00	99.90
12 KZ-1	kuvars damarı	0.221	0.926	0.227	93.414	0.130	0.113	0.307	0.011	0.004	3.303	2551	0.99	99.65
13 KZ-10	kuvars damarı	0.046	1.156	16.002	74.099	0.065	4.559	0.117	0.148	0.005	1.098	1106	0.93	98.23
14 KZ-11	kuvars damarı	0.224	0.340	1.464	95.419	0.214	0.122	0.303	0.068	0.003	0.527	470.3	1.23	99.91
15 KZ-34	kuvars damarı	0.555	1.551	0.541	95.447	0.184	0.196	0.187	0.085	0.002	0.478	897.5	0.76	99.98
16 trm-1	turmalin	0.911	1.624	11.940	73.818	0.027	0.044	0.311	0.171	0.069	9.679	44.5	0.88	99.48
17 trm-2	turmalin	0.971	1.601	12.631	73.041	0.028	0.047	0.275	0.180	0.069	9.632	44.15	0.98	99.46
18 trm_ort	turmalin	0.941	1.613	12.286	73.430	0.027	0.046	0.293	0.176	0.069	9.656	44.325	0.93	99.47
19 k.damar_ort	kuvars damarı	0.136	0.597	7.259	86.747	0.145	1.061	0.198	0.087	0.004	1.550	1027.36	1.64	99.42

Element Dimension	Tanımlama	Ni ppm	Zn ppm	As ppm	Br ppm	Cd ppm	Sb ppm	Bi ppm	Pb ppm	Ba ppm	Co ppm	Ga ppm	Hf ppm	Nb ppm
1 K-08-03	kuvars damarı	87.4	44.3	20.3	0.5	0.5	8.3	0.8	29.5	412.7	17.7	1.4	1.4	2.2
2 K-08-04	kuvars damarı	156.1	34.5	245.6	0.4	0.5	85.1	1.1	135.6	306.5	33.6	1.6	1.4	1.3
3 K-08-48	kuvars damarı	6.8	113.9	132.5	0.8	0.5	34.2	1.4	745.2	493.4	2.5	2.8	2.2	1.9
4 K-08-171	kuvars damarı	3.4	47.8	190.6	0.4	0.9	14.6	1	93.1	327	6.6	17.5	4.9	2.3
5 K-08-179	kuvars damarı	4.7	11.4	26.1	0.2	0.5	3.5	0.4	37.5	73.9	3.1	15.1	3.6	19.3
6 K-08-52	kuvars damarı	2.3	35	654.6	0.7	0.5	14.9	1.4	102.3	105.7	7.9	5.3	2.5	3.4
7 K-08-204	kuvars damarı	5.5	40.6	299	0.5	0.5	12.2	2.7	70.4	418.9	3.8	13.4	3.1	13.7
8 K-08-206	kuvars damarı	8.5	19.2	99.4	0.4	0.5	6.5	1.9	5.3	83.2	4.4	3.3	1.2	2.4
9 K-08-207	kuvars damarı	7.8	34.6	138.5	0.3	0.5	14.3	5.2	68.7	423.6	5.6	12.1	7	16.4
10 K-08-208	kuvars damarı	5.1	15.1	23.5	0.2	0.5	5.8	0.5	31.4	95.9	2.8	20	6.5	68.4
11 K-08-209	kuvars damarı	9.3	17.8	38.4	0.3	0.5	6.1	1	6.8	177.8	6.4	4.7	1.6	3.1
12 KZ-1	kuvars damarı	88	34.8	2924	1.5	0.5	99.6	3.2	10.3	661.2	19	2.9	2.4	1.3
13 KZ-10	kuvars damarı	5.9	13.8	26.4	0.2	0.5	2.4	0.6	33.6	99.7	3.9	16.5	3.8	21.3
14 KZ-11	kuvars damarı	8.5	70.6	48.3	0.4	0.6	7.1	1.3	795.5	1728	14.5	1.2	2.2	2.8
15 KZ-34	kuvars damarı	116.3	49.2	3912	29.6	1.2	39.8	18	37500	1993	4.8	11	10	2.4
16 trm-1	turmalin	33.2	25.2	6.9	1.9	0.4	8.5	1.1	24.2	42.1	40.2	41.2	2.5	5.8
17 trm-2	turmalin	32.35	26.2	7.3	1.7	0.4	8.3	1.15	22.65	37.6	42.8	42.95	2.35	58.5
18 trm_ort	turmalin	32.78	25.7	7.1	1.8	0.4	8.4	1.125	23.425	39.85	41.5	42.075	2.425	58.25
19 k.damar_ort	kuvars damarı	34.37	38.84	585.28	2.43	0.58	23.63	2.70	2644.35	493.37	9.11	8.59	3.59	12.19

Element Dimension	Tanımlama	Rb ppm	Sn ppm	Sr ppm	Ta ppm	Th ppm	U ppm	W ppm	Zr ppm	Y ppm	La ppm	Ce ppm	Pr ppm	Nd ppm
1 K-08-03	kuvars damarı	1.1	1.2	12.7	3.4	1.5	1.5	374.8	0.7	0.5	5.4	6.9	15.9	10
2 K-08-04	kuvars damarı	1.3	1	41.3	4	1.7	1.5	250.6	8.1	0.9	4.9	5.4	7.5	10
3 K-08-48	kuvars damarı	9.1	4.6	72.5	3	11.5	2.6	294.4	14.9	1.9	25.4	34.5	22.2	18.5
4 K-08-171	kuvars damarı	194.8	6.3	12.3	3.9	45.2	90.9	116.3	133.9	2.3	40.4	58.9	14	10
5 K-08-179	kuvars damarı	147.8	4.3	7.6	2.5	38.5	11.3	156.8	114.4	5.6	60.9	79.2	32.9	39.5
6 K-08-52	kuvars damarı	33.8	2.3	13	3.3	12.1	6.2	201.7	16.4	4.1	13.9	21.9	11.7	12.5
7 K-08-204	kuvars damarı	5.9	17	52.1	5.2	17.6	12.7	80.2	29.9	3.4	58	88.5	25.4	33.4
8 K-08-206	kuvars damarı	2.2	1.4	10.5	3.6	2	11.4	160.1	13.5	9.5	13.7	17.5	17.9	18.9
9 K-08-207	kuvars damarı	10.8	9.1	54.3	6.7	21.6	72.2	145.7	60.3	81.1	34.3	43.1	28.7	34.4
10 K-08-208	kuvars damarı	28.7	1.8	24.9	6.9	21.8	13.2	113.3	77.8	11.4	14.9	17.2	17.1	9.2
11 K-08-209	kuvars damarı	3.2	0.5	21.5	4.8	1.9	13.8	313.6	25	8.7	19	23.6	17.7	14.8
12 KZ-1	kuvars damarı	3.8	2.3	52.4	3.7	1.5	14.2	214.9	0.8	0.5	4.9	5.8	7.5	10
13 KZ-10	kuvars damarı	178	10.8	6.3	2.2	34.5	12	129.7	121.8	6.6	64.3	99.3	17	28.4
14 KZ-11	kuvars damarı	5.9	2.7	63.4	3.7	5.2	5.7	402.6	14.7	1.7	15.6	18.2	30.8	10
15 KZ-34	kuvars damarı	67.4	2.3	63.9	19	1.5	1.5	284.7	66.7	0.5	4.9	5.8	9	10
16 trm-1	turmalin	2.6	66.4	128.88	4.3	25.5	9.7	813	66.1	7.3	24.3	60.1	20.6	30.3
17 trm-2	turmalin	2.65	64.35	130.99	4.25	25.85	9.2	793.5	64.25	7.55	24.4	59.65	20.9	28.7
18 trm_ort	turmalin	2.625	65.375	129.935	4.275	25.675	9.45	803.25	65.175	7.425	24.35	59.875	20.75	29.5
19 kuvarsit_ort	kuvars damarı	46.25	4.51	33.91	5.06	14.54	18.05	215.96	46.59	9.25	25.37	35.05	18.35	17.97

Turmalinlerle kuvars damarlarının ilişkilerini irdelemek amacıyla birbirine göre normalize edilmiş çoklu element dağılım desenine bakıldığında Karakaya (Kaymaz) granitini oluşturan magmadan geriye kalan, silikaca, uçucu bileşence ve bor'ca zengin eriyik son kristallenme evresine girdiğinde eriyikteki özellikle Mn, Na, Fe, Mg ve Ti bor ile birlikte hareket ederek turmalinlerin bünyesine girerek ortamdan uzaklaştıkları göze çarpmaktadır (Şekil 4).



Şekil 4. Turmalin ve kuvarsitlerin çoklu element diyagramında karşılaştırılmaları

Sonuç

Karakaya granitine bağlı olarak, kuvars egemenliğinde oluşan kuvarsolit damarlarının varlığı, Karakaya granitinin, kabuksal ürünlerden oldukça fazla etkilenmesinin sonucu ortaya çıkmış olabileceğini göstermektedir. Bu kayalar el örneğinde her ne kadar hidrotermal özellik sergilese de mikroskobik çalışmalarda metamorfizma izi göstermeksizin, tipik magmatik kaya dokusu özelliği göstererek kuvars ve feldispattan oluşan ultra felsik magmatik kaya ürünleridir. Kuvars damarlarının ve içerisinde bulunan turmalinlerin kimyasal analiz sonuçları ve kristallenme süreçleri göz önüne alındığında kuvars damarlarının, Karakaya graniti yerleşiminin en son evresini temsil eden ve Na'ca tüketilmiş artık bir sulu magma kaynağının ürünleri olabileceğine işaret etmektedir. Bu sulu magma kaynağı B'ca zengin olup buradaki bor kristallenme evresinin buhar fazını ifade etmektedir (Demirel ve ark., 2009). Kerkenez plütönünde Demirel ve ark., (2009)'nin ortaya koydukları turmalinli breş zonu içerisindeki turmalinli kuvars kayaları ile benzer özellikler sunan Karakaya (Kaymaz) granitindeki turmalinli kuvars damarları Kerkenez plütönünde etkin olan sistemden farklı olarak Ca'ca tüketilmiş ve kısmen metasomatize olmuş bir sistemin ürünleri olabileceği düşünülmektedir.

Katkı Belirtme

Bu çalışma Ankara Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeler Koordinasyon Birimi (BAP) tarafından desteklenen 09B4343016 no'lu "Topkaya ve Karakaya (Eskişehir) Granitoidlerinin Zamansal-Mekansal Konumu ve İçermiş Oldukları Amfibollerin LIBS-CRS ile Sınıflandırılması" başlıklı projenin sonuçlarından bir kısmını içermektedir. Yazarlar çalışmadaki katkılarından dolayı Ankara Üniversitesi BAP birimine teşekkürlerini sunarlar.

Kaynaklar

Aldanmaz, E., Pearce, J., Thirlwall, M.F. and Mitchell, J. 2000. Petrogenetic evolution of late Cenozoic, post-collision volcanism in western Anatolia, Turkey. *Journal of*

Volcanology and Geothermal Research 102, 67–95.

Altunkaynak, Ş. and Yılmaz, Y. 1998. The Kozak magmatic complex; western Anatolia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85/1–4, pp. 211–231.

Altunkaynak, Ş. and Yılmaz, Y. 1999. The Kozak Pluton and its emplacement. *Geological Journal* 34, pp. 257-274.

Altunkaynak, Ş., Dilek, Y., Genç, C.Ş., Sunal, G., Gertisser, R., Furnes H., Foland, K.A. and Yang, J. 2012. Spatial, temporal and geochemical evolution of Oligo–Miocene granitoid magmatism in western Anatolia, Turkey. *Gondwana Research Volume 21, Issue 4, May 2012, Pages 961–986*

Altunkaynak, Ş. and Genç, Ş.C. 2008. Petrogenesis and time-progressive evolution of the Cenozoic continental volcanism in the Biga Peninsula, NWAnatolia (Turkey). *Lithos* 102, 316–340.

Altunkaynak, Ş., Rogers, N.W. and Kelley, S.P. 2010. Causes and effects of geochemical variations in Late Cenozoic volcanism in the Foca volcanic centre (NW Anatolia, Turkey). *International Geology Review* 52, 579–607.

Appleby, A.M. and Williams, P.J. 1988. Epigenetic tourmalinite in the aureole of the Leinster batholith, SE Ireland. *Mineral. Deposita*, 23, 247-255.

Aydoğan, M., S., Coban, H., Bozcu, M. and Akıncı, Ö. 2008. Geochemical and mantle-like isotopic (Nd, Sr) composition of the Baklan Granite from the Muratdağı Region (Banaz, Uşak), Western Turkey: Implications for input of juvenile magmas in the source domains of western Anatolia Eocene–Miocene granites, *Journal of Asian Earth Sciences* 33-2008, pp. 155–176.

Bea, F., Pesquera, A., Montero, P., Torrez-Ruiz, J. and Gil-Crespo, P.P. 2009. Tourmaline ⁴⁰Ar/³⁹Ar chronology of tourmaline-rich rocks from Central Iberia dates the main Variscan

- deformation phases. *Geologica Acta*, Vol.7, n.4, pp.399-412
- Bürküt, Y. 1966. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan plutonların mukayeseli jenetik etüdü. İ.T.Ü. Maden Fak. Yayınları, İstanbul.
- Bürküt, Y. 1975. Kuzeybatı Anadolu granitik plütonların içindeki TİP, Zr, Mn, V tayini ve dağılımı: MTA Derg., c 84, s. 13-19.
- Çoban, H., Karacık, Z. and Ece, Ö.I. 2012. Source contamination and tectonomagmatic signals of overlapping Early to Middle Miocene orogenic magmas associated with shallow continental subduction and asthenospheric mantle flows in Western Anatolia: A record from Simav (Kütahya) region. *Lithos* v.140-141 pp.119-141
- Demirel, S. 2004. Origin and Significance of a Quartz-Tourmaline Breccia Zone Within The Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. METU The Graduate School of Natural and Applied Sciences. Master Thesis, 111p. (unpublication)
- Demirel, S., Göncüoğlu, MC, Topuz, G. and Isik, V. 2009. Geology and chemical variations in tourmaline from the Quartz-Tourmaline Breccias within the Kerkenez Granite-Monzonite Massif, Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. *Canadian Mineralogist* 47, pp. 487-499
- Dilek, Y. and Altunkaynak, Ş. 2009. Geochemical and temporal evolution of Cenozoic magmatism in western Turkey: mantle response to collision, slab breakoff, and lithospheric tearing in an orogenic belt. In: Van Hinsbergen, D.J.J., Edwards, M.A., Govers, R. (Eds.), *Geodynamics of Collision and Collapse at the Africa-Arabia-Eurasia Subduction Zone*: Geological Society, London: Special Publication, vol. 311, pp. 213-233. doi:10.1144/sp321.
- Dilek, Y. and Altunkaynak, Ş. 2010. Geochemistry of Neogene-Quaternary alkaline volcanism in western Anatolia, Turkey, and implications for the Aegean mantle. *International Geology Review* 52 (4), 631-655.
- Dilek, Y., Altunkaynak, Ş. and Öner, Z. 2009. Syn-extensional granitoids in the Menderes core complex, and the late Cenozoic extensional tectonics of the Aegean province. In: Ring, U., Wernicke, B. (Eds.), *Extending a Continent: Architecture, Rheology and Heat Budget*. Geological Society, London: Special Publications, vol. 321, pp. 197-223.
- Ercan, T. ve Öztunalı, Ö. 1984. Magmatik kayaçların Stronsiyum izotop oranı içeriklerinin kökensel yorumlamada kullanılışı, Batı Anadolu ve Ege adalarındaki volkanik kayaçlardan örnekler: *Jeoloji Mühendisliği Derg.* v. 19, s.23-32.
- Gautier, Y. 1984. Deformations et Metamorphismes Associes a la sture Tethysienne en Anatolie Centrale (Region de Sivrihisar, Turquie). Doktora Tezi, Paris Üniversitesi, s.180-189.
- Genç, Ş.C. 1998. Evolution of the Bayramiç magmatic complex. *Journal of Volcanology and Geothermal Research* 85 (1-4), s 233-249.
- Göncüoğlu, M. C., Toprak, V., Kuşcu, İ., Erler, A. ve Olgun, E. 1991. Orta Anadolu Masifinin Batı Bölümünün Jeolojisi, Bölüm 1-Güney Kesim: Tpa0 Rapor No. 2909, 140 s., yayınlanmamış.
- Güleç, N. 1991. Crust-mantle interaction in western Turkey: implications from Sr and Nd isotope geochemistry of Tertiary and Quaternary volcanics. *Geological Magazine* 23, 417-435.
- Güllü, B. ve Kadioğlu, Y.K. 2009. Orta Anadolu'daki Farklı Turmalinlerin Konfokal Raman Spektrometrisi İle Tanımlanması, 62. Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri II s.630
- Güllü, B. 2012. Topkaya ve Karakaya (Eskişehir) Granitoidlerinin Zamansal ve Mekansal Konumları. Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi, 243s. (yayımlanmamış)
- Gündüz, T. 1999. *İnstrümental Analiz*. Gazi Büro Kitabevi, 607s., Ankara.

- Innocenti, F., Agostini, T. S., Di Vincenzob, G., Doglioni, C., Manetti, P., Savaşçın, M.Y. and Tonarini, S. 2005. Neogene and Quaternary volcanism in Western Anatolia: Magma sources and geodynamic evolution. *Marine Geology* 221 (2005) 397–421
- Isık, V., Göncüoğlu, C. and Demirel, S. 2004. Tourmalinite formation in the Yozgat batholith, Central Anatolian Core Complex, Turkey: A case study for its structural setting. *Geological Society of America Abstracts* v.36 n.5, p. 530.
- Kadioğlu, Y.K. 1996. Anklavların Mineral Kimyası ve Petrografik Özelliklerinden Yararlanarak Kökeninin İncelenmesi, Karakaya (Eskişehir) Graniti, S.D.Ü. IX. Müh. Sempozyumu, Bildiriler, 161-170.
- Kibici, Y., İlbeyli, N., Yıldız, A. and Bağcı M. 2010. Geochemical constraints on the genesis of the Sarıcakaya intrusive rocks, Turkey: Late Paleozoic crustal melting in the central Sakarya Zone *Chemie der Erde* 70, pp.243-256
- Mutlu, H., Güleç, N. and Hilton, D.R. 2008. Helium-carbon relationships in geothermal fluids of western Anatolia, Turkey. *Chemical Geology* 247, pp 305-321
- Savaşçın, Y. and Güleç, N. 1990. Relationship between magmatic and tectonic activities in western Turkey. In: Savaşçın, M.Y., Eronat, A.H. _Eds., *Int. Earth Sci. Coll. on the Aegean Region _IESCA., Proceedings, II*, pp. 300–313.
- Slack, J.F. 1996. Tourmaline associations with hydrothermal ore deposits. In: Grew, E.S., Anovitz, L.N., (Eds.), *Boron: Mineralogy, Petrology and Geochemistry. Rev. Mineral., 33*, 559–643.
- Tarney, J. 1977. Petrology, Mineralogy and Geochemistry of the Fallad Plateau basement rocks. Site 330, Deep Sea Drilling Project, Initial Report, 36, pp893 – 921.
- Torres-Ruiz, J., Pesquera, A., Gil-Crespo, P.P., and Casas, J. 1996. Tourmalinites and Sn-Li mineralization in the Valdeflores area (Caiceres, Spain). *Mineralogy and Petrology*, 56, 209-223.
- Zoroğlu, O. ve Kadioğlu, Y.K. 2003. Oymaağaç granitoidinin zonlu kristalizasyon özelliği: Beypazarı-Ankara” Fırat Üniv. Fen Bil. Dergisi 16(1), 81-95