

PAPER DETAILS

TITLE: Güre (Giresun, KD Türkiye) Granodiyoritin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri

AUTHORS: Mehmet ARSLAN,Hasan KOLAYLI,Irfan TEMİZEL

PAGES: 1-21

ORIGINAL PDF URL: <https://dergipark.org.tr/tr/download/article-file/145552>



Güre (Giresun, KD Türkiye) Granitoidinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri

Petrographical, geochemical and petrological characteristics of the Güre (Giresun, NE Turkey) Granitoid

Mehmet ARSLAN, Hasan KOLAYLI, İrfan TEMİZEL

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 61080 TRABZON

ÖZ

Güre (Giresun) yöresinde Türoniyen-Koniyasiyen yaşlı bazalt ve piroklastitleri, Koniyasiyen-Santoniyen yaşlı dasit/riyodasit ve piroklastitleri ile Kampaniyen-Maestrihtiyen (?) yaşlı biyotitli andezit ve piroklastitleri yüzeylenmektedir. Kretase-Paleosen (?) yaşlı Güre Granitoidi, dasit/riyodasit ve piroklastitlerini keserek yerleşmiştir. Güre Granitoidi, genellikle özşekilsiz taneli, ince taneli porfirik, yer yer yazı ve mikropegmatitik dokulu olup, kuvars, ortoklas, plajiyoklas, hornblend, biyotit, aksesuar apatit ve sfen, ikincil klorit, epidot ve kalsit içermektedir. Mineral termometre ve barometre hesaplamaları, ~650-700°C ve ~0.9-1.5 ($\bar{\chi}$) kbar'lık kristallenme koşullarını göstermektedir. Güre Granitoidi jeokimyasal olarak, I-tipi, kalkalkalin, metalümin-peralümin (A/CNK=0.9-1.2) karakterli, fraksiyonlaşmış ve alümino-kafemik (ALCAF) özelliktedir. Ana ve iz element değişimleri kayaçların gelişiminde ayrımlaşmanın önemli olduğuna işaret etmektedir. Üz element dağılımları birbirine benzemesine rağmen, bazı örnekler K, Rb, Ba ve Th bakımından daha fazla zenginleşme gösterirler. Nadir toprak element dağılımları orta derecede zenginleşmiş ($La_N/Lu_N=1-2$) ve kaşık şekilli olup, muhtemel hornblend ve plajiyoklas ayrımlaşmasını yansıtmaktadır. Güre Granitoidi, hibrid bir ana magmadan itibaren gelişmiş olup, bu ana magma muhtemelen yay kabuğu ve manto kaynaklarını kapsamaktadır. Granitik magmanın kristallenmesi, yay kabuğunun nispeten derin kesimlerinde (~6 km) başlamış ve magma yükselmesi ile sığ derinliklerde (~3 km) tamamlanmıştır.

Anahtar Kelimeler: Doğu Pontid, Hornblend, I- tipi Granitoid, Jeotermobarometre, Petrokimya.

ABSTRACT

In the Güre (Giresun) area, Turonian-Coniacian basalt and pyroclastics, Coniacian-Santonian dacite-rhyodacite and pyroclastics, and Campanian-Maestrichtian (?) biotite-bearing andesite and pyroclastics crop out. Upper Cretaceous-Paleocene (?) Güre Granitoid intruded into dacite/rhyodacite and their pyroclastics. The Güre Granitoid shows xenomorphic granular, fine-grained porphyric, rarely graphic and micropegmatitic textures. The rocks contain mainly quartz, orthoclase, plagioclase, hornblende, biotite, accessory apatite and sphene, secondary chlorite, epidote and calcite. Mineral thermometer and barometer calculations indicate crystallization conditions of ~650-700°C and ~0.9-1.5 ($\bar{\chi}$) kbar, respectively. The Güre Granitoid has I-type, calc-alkaline, metaluminous-peraluminous (A/CNK=0.9-1.2) characteristics, fractionated and alumino-cafemic (ALCAF) features. Major and trace element variations indicate that fractionation was significant in the evolution of the rocks. Trace element patterns of the rocks are similar to each other but some exhibit K, Rb, Ba and Th enrichments. The rocks have moderately enriched and spoon-shaped rare earth element patterns with $(La/Lu)_N = 1-2$, reflecting hornblende and plagioclase fractionations in the evolution. The Güre Granitoid evolved from a hybrid parental magma, possibly derived from arc crust and mantle sources. It was concluded that the crystallization of the granitic magma took place relatively at greater depth (~6 km) of the arc crust, and then completed in shallow level (~3 km) following magma uplift.

Key Words: Eastern Pontide, Hornblende, I-type Granitoid, Geothermobarometer, Petrochemistry.

GİRİŞ

Eski bir ada yayı olan Doğu Pontidler, Jura, Geç Kretase ve Eosen olmak üzere üç ana volkanik evre sonunda şekillenmiştir (Adamia vd., 1977; Eğin vd., 1979; Kazmin vd., 1986; Çamur vd., 1996; Arslan vd., 1997). Liyas yaşlı volkanik kayalar toleyitik veya toleyitik kalkalkalen geçişlidir (Çamur vd., 1996; Arslan vd. 1997). Doğu Pontidler'de Üst Kretase'ye kadar olan dönemde kuzey ve güney zonda litolojik olarak benzerlikler gözlenmektedir. Ancak Üst Kretase'de belirgin farklılıklar olup, güney zonda sedimanter kayalara karşın, kuzey zonda volkanik kayaların yaygın olduğu gözlenmektedir. Üst Kretase döneminde gelişen ve genelde volkanik kayalarla temsil edilen birimler; Çatak, Kızılkaya, Çağlayan, Çayırbağ Formasyonları olarak tanımlanmışlardır (Güven, 1993). Geç Kretase yaşlı volkanitler toleyitik (Eğin vd., 1979) veya kalkalkalen-alkalen (Manetti vd., 1983) olarak tanımlanmaktadır. Ayrıca Doğu Karadeniz'deki önemli masif sülfid yataklarının Geç Kretase yaşlı dasit-riyodasit ve bunların piroklastik kayaları ile ilişkili olması, bölgede daha çok maden yatakları ağırlıklı çalışmaların yapılmasına neden olmuştur (Sawa ve Altun, 1977; Pejatovic, 1979; Aslaner vd., 1982; Altun, 1990; Tüysüz ve Er, 1995).

Bölgede aynı zamanda Permo-Karbonifer'den Eosen sonrasına kadar geniş bir yaş aralığında gelişmiş pek çok granitik sokulum da yer almaktadır. Paleozoyik yaşlı Gümüşhane Granitoyidi metamorfite (Çoğulu, 1975), Jura-Kretase-Paleosen yaşlı granitoidler ise volkanik ve/veya volkanoklastik serileri keserek yerleşmiştir (Gedikoğlu, 1978; Şen, 1987; Van, 1990; Aslan, 1998; Kaygusuz ve Şen, 1998). Eosen yaşlı sokulumlar ise, daha dar alanlarda tüm serileri kesmiş olarak görülürler (Arslan ve Aslan, 2001). Bölgede yüzeylenen granitik sokulumların yaş ilişkileri çoğunlukla tartışmalı olup, çok azının yaşı radyometrik verilerle belirlenmiştir (Çoğulu, 1975; Taner, 1977; Gedikoğlu, 1978; Arslan ve Aslan, 2001). Radyometrik çalışmalar, sokulumların birden çok fazda yerleştiğini göstermektedir. Doğu Pontid yitim zonunda gelişmiş kompleks zonlanma gösteren sokulumlarda, her zonun farklı bir faza ve aynı zamanda magmatik yayının gelişim sürecinde bir evreye karşılık geldiği ileri sürülmüştür (Şen ve Kaygusuz, 1998).

Bu çalışma, Giresun'un 4 km batısında Güre Vadisi'nde Üst Kretase volkanik kayalarını kesen ve yaklaşık 3 km²'lik bir alanda yüzeylenen Güre Granitoyidini kapsamaktadır. Volkanik kayalar; Türoniyen-Koniyasiyen yaşlı bazalt ve piroklastitler, Koniyasiyen-Santoniyen yaşlı dasit/riyodasit ve piroklastitler ile Kampaniyen-Maestrihtiyen (?) yaşlı biyotitli andezit ve piroklastitlerinden oluşmaktadır (Şekil 1). Çalışmada, Güre Granitoyidinin çevre kayaları olan volkanitler ile dokanak ilişkileri saptanmıştır. Daha önceki çalışmalardan da yararlanılarak; granitoyidin yayılımı, sınırları, stratigrafik ilişkileri ile yapısal ve makroskopik özellikleri incelenmiştir. Güre Granitoyidinin petrografik, jeokimyasal ve petrolojik özellikleri ortaya konularak, bölgedeki benzer kayalarla karşılaştırılmış ve Doğu Pontid Üst Kretase magmatizmasının gelişimine açıklık getirilmeye çalışılmıştır.

ANALİZ YÖNTEMLERİ

Çalışma kapsamında araziden derlenen 40 adet el örneğinin ince kesitleri hazırlanmış, polarizan mikroskopta ayrıntılı olarak incelenmiş, petrografik özellikleri belirlenerek, modal analiz-



Şekil 1. İnceleme alanının yer bulduru ve jeoloji haritası.

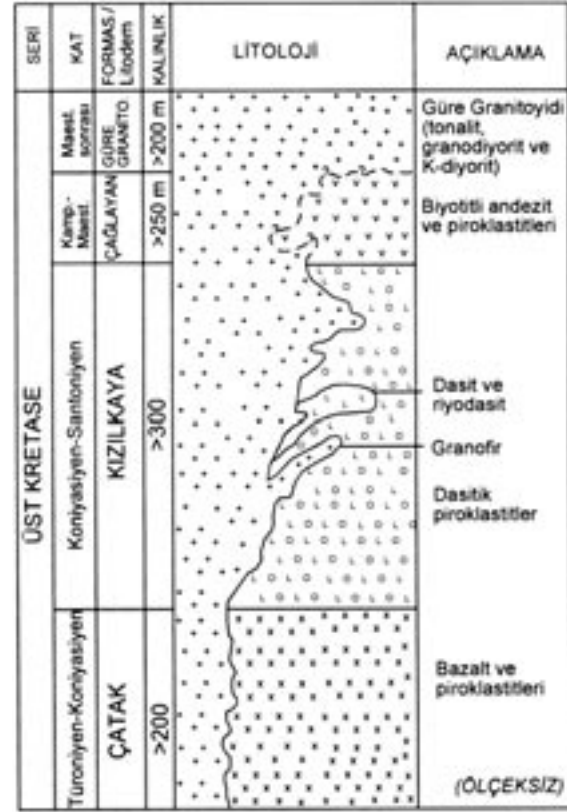
Figure 1. Location and geological map of the investigated area.

leri yapılmış ve isimlendirilmiştir. Seçilmiş örneklerden parlatılmış kesitler hazırlanarak karbonla kaplanmış ve kesitler üzerinde mineral analizleri Alberta Üniversitesi Yer ve Atmosfer Bilimleri Bölümü Elektron Mikroprob Laboratuvarı'nda (Kanada) Cameca SX100 marka mikroprob ile gerçekleştirilmiştir. Arazi çalışmaları ve petrografik incelemeler esas alınarak ve mümkün olduğu kadar ayrılmamış olmasına özen gösterilerek seçilen 15 örnekten ana, iz ve nadir element analizleri yapılmıştır. Önce çenele daha sonrada halkalı öğütücüde yaklaşık 200 mesh boyutuna kadar öğütülen örnekler ana, iz ve nadir element analizi için Kanada'da ACME Analytical Laboratuvarına (Kanada) gönderilmiştir. Burada ana ve iz elementler ICP, nadir toprak elementler ise ICP-MS ile analiz edilmiştir. Toz örneklerden 0.200 g alınarak 1.5 g LiBO₂ ile karıştırılmış, %5 HNO₃ içeren bir sıvı içinde çözdürülmüştür. Ana elementler % ağırlık, iz elementler ppm olarak ölçülmüştür. Toz örneklerden 0.250 g dört farklı asit içinde çözdürülmüş ve ppm olarak nadir toprak element analizleri gerçekleştirilmiştir.

GENEL JEOLJİ

Bu çalışmada; stratigrafi ve yaş ilişkileri açısından daha önceden yapılmış olan ve yöredeki volkanitleri de kapsayan genel jeolojik amaçlı çalışmalar esas alındığından, ayrıntılı bölgesel jeoloji kapsam dışında tutulmuştur. Yörenin genel jeolojisi daha önceki çalışmalarda (Güven, 1993; Arslan ve Kolaylı, 2003) ayrıntılı bir şekilde verilmiştir (bkz. Şekil 1).

Doğu Pontid Tektonik Birliği Kuzey Zonu'nda yer alan ve genelde volkanitlerin egemen olduğu çalışma alanında, Türoniyen-Koniyasiyen yaşlı Çatak Formasyonu (Güven, 1993), inceleme alanındaki en yaşlı birimi oluşturur ve dar bir alanda yüzeylenir (bkz. Şekil 1). Bazalt ve piroklastitlerinden oluşan bu formasyonun piroklastitleri daha yaygın olup, genellikle tüf-aglomera karakterindedir. Çatak Formasyonu, Koniyasiyen-Santoniyen yaşlı Kızılkaaya Formasyonu (Güven, 1993) tarafından uyumlu olarak üzerlenmektedir (Şekil 2). Kızılkaaya Formasyonu inceleme alanında geniş yayılım göstermekte olup, dasit-riyodasit ve piroklastitlerinden oluşmaktadır. Dasit-riyodasitler daha çok volkanik domlar şeklinde gözlenmektedir. Bu birimin



Şekil 2. İnceleme alanının geliştirilmiş stratigrafik kolon kesiti.

Figure 2. Simplified stratigraphic columnar section of the investigated area.

üzerine biyotitli andezit ve piroklastitlerinden (tüf ve aglomera-breş) oluşan Kampaniyen-Maestrihtiyen yaşlı Çağlayan Formasyonu (Güven, 1993) gelmektedir. Güre Granitoidi Çatak ve Kızılkaaya Formasyonlarını keserek yerleşmiştir (bkz. Şekil 2). Ancak Çağlayan Formasyonu ile granitoid arasında dokanak olmadığından granitoidin yaşının Üst Kretase-Paleosen (?) olduğu düşünülmüştür (Arslan ve Kolaylı, 2003; Kolaylı ve Arslan, 2003).

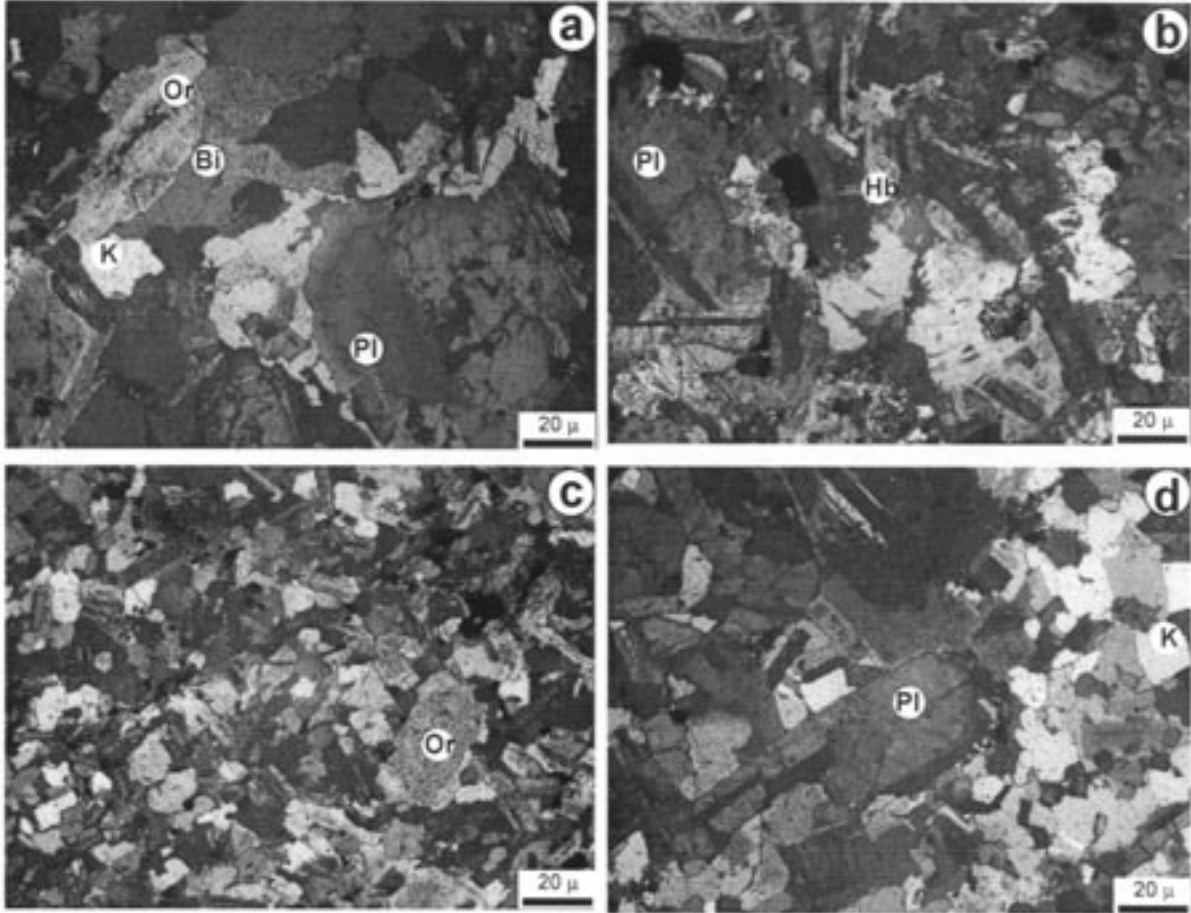
Güre Granitoidi KD-GB yönünde 3 km boyunda ve 1 km genişliğinde oval şekilli yüzeyleme vermektedir. Yan kayalarla dokanağı belirgindir ve dokanaklarında genellikle epidot, kil ve nadiren pirit oluşumları yaygın olarak gözlenmektedir. Yan kayacın volkanitlerle uyumsuz ve nispeten küçük boyutlu olması, yankayacın anklavları içermesi özellikleri dikkate alındığında, Güre Granitoidi epizon granitoidi olarak tanımlanabilir.

GRANİTOYİDİN PETROGRAFİSİ

Güre Granitoyidi, granitten diyorite kadar değişen bir mineralojik bileşim sergiler. Genellikle özşekilsiz taneli, ince taneli porfirik, yer yer de yazı ve mikropegmatitik dokular gösterir (Şekil 3). Ana mineral olarak kuvars (%17-22), ortoklas (%1-18), plajiyoklas (%38-58), hornblend (%0-37), biyotit (%0-6) ve aksesuar mineral olarak apatit ve sfen, ikincil mineral olarak ise klorit, epidot, aktinolit-tremolit ve kalsit içerir. Bu modal mineralojik bileşime göre granodiyorit ve tonalit bileşimindedir.

Plajiyoklaslar, yarı özşekli ve öz şekilsiz kristaller halinde tüm örneklerde yaygın olarak bulun-

maktadır. Granodiyoritlerde %39-52, tonalitlerde %52-65, kuvars-diyoritlerde %66-77, diyoritlerde %80-84 oranındadır. Plajiyoklaslar, diyorit ve kuvars-diyoritlerde öz şekilli, granodiyorit ve tonalitlerde daha çok yarı öz şekillidirler. Genellikle tüm granitoyid içerisinde plajiyoklaslar normal zonlanmalı olup, bu oran asit gruplara doğru artmaktadır. Plajiyoklasların 010'a dik kesitlerinde yapılan cins tayinlerinde bileşimlerinin oldukça değişken olduğu görülmüştür. Bu bileşim granodiyoritlerde An_{22-37} (oligoklas-andezin), tonalitlerde An_{23-38} (oligoklas-andezin), kuvars-diyorit ve diyoritlerde An_{26-43} (oligoklas-andezin) bileşimindedir. Ayrıca kuvars-diyorit ve diyoritlerde ikincil olarak yoğun albitleşme ve daha az oranda epidotlaşma mevcuttur. Diyoritik kayaç-



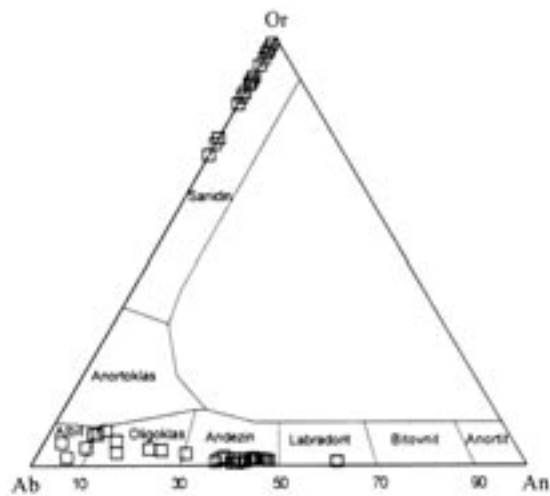
Şekil 3. Güre Granitoidinin mikrofotografıları: (a) özşekilsiz taneli dokulu granodiyorit (Örnek No. 10; XPL), (b) yarı özşekli taneli dokulu kuvars monzodiyorit (Örnek No. 26A; Çift Nikol), (c) özşekilsiz ince taneli dokulu mikrogranodiyorit (Örnek No. 15; Çift Nikol), (d) özşekilsiz taneli, porfirik dokulu tonalit (Örnek No. 11; Çift Nikol)(Or: ortoklas, Hb: hornblend, Bi: biyotit, K: kuvars, Pl: plajiyoklas).

Figure 3. Microphotos of the Güre Granitoid: (a) anhedral granular textured granodiorite (Sample No. 10; XPL), (b) subhedral granular textured quartz monzodiorite (Sample No. 26A; XPL), (c) anhedral fine-grained textured microgranodiorite (Sample No. 15; XPL), (d) anhedral granular porphyritic textured tonalite (Sample No. 11; XPL)(Or: orthoclase, Hb: hornblende, Bi: biotite, K: quartz, Pl: plagioclase).

larda plajiyoklaslar yer yer hornblend kristalleri tarafından çevrenirler. Bu durum, bunların hornblendten daha yüksek sıcaklıkta oluştuğunu gösterir. Plajiyoklas fenokristallerinde yapılan mikroprob analizlerine (Çizelge 1) göre; plajiyoklaslar genellikle andezin, nadiren oligoklas ve albittir (Şekil 4). Genelde mineraller az da olsa belirgin zonlanma gösterecek bileşimsel bir değişime sahiptir. İri gözlenen plajiyoklaslar çoğunlukla andezin olup, bileşimleri mineral merkezinde $An_{36}Ab_{63}Or_1$, kenar kısmında $An_{62}Ab_{38}Or_1$; mineral merkezinde $An_{47}Ab_{52}Or_1$, kenar kısmında $An_{10}Ab_{83}Or_7$ veya mineral merkezinde $An_{46}Ab_{53}Or_1$, kenar kısmında ise $An_9Ab_{87}Or_4$ tür (bkz. Çizelge 1).

Kuvars, granodiyoritlerde % 36-49, tonalitlerde % 31-43, kuvars-diyoritlerde % 5-12, diyoritlerde % 1-3 oranındadır. Genellikle özşekilsiz olup, plajiyoklaslar arasındaki çok köşeli alanları doldururlar. Kısmen de ortoklaslar ile birlikte yazı dokusu oluştururlar. Yer yer dalgalı sönme gösterirler. Kısmen plajiyoklas kapanımları içerirler.

Ortoklas, granodiyoritlerde % 8-17, tonalitlerde % 0-5, kuvars-diyoritlerde % 0-4 ve diyoritlerde % 1 oranında bulunur. Ortoklaslarda yapılan mikroprob analizlerinde ise minerallerin tümü ortoklastır (Çizelge 2). Bileşimleri ise bazı minerallerde, merkezde $An_0Ab_1Or_{99}$, kenar kısmında



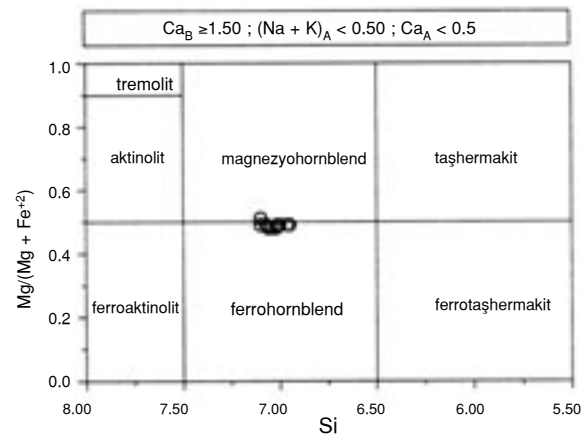
Şekil 4. Güre Granitoidi feldspatlarının An-Ab-Or üçgen diyagramında sınıflaması.

Figure 4. Classification of the Güre Granitoid feldspars on ternary An-Ab-Or feldspars plot.

$An_0Ab_{25}Or_{75}$; merkezde $An_0Ab_{13}Or_{87}$, kenar kısmında $An_0Ab_{16}Or_{84}$; bazı minerallerde ise, merkezde $An_0Ab_{11}Or_{86}$, kenar kısmında $An_0Ab_6Or_{94}$ tür. Minerallerde belirgin bir bileşimsel zonlanma da vardır (bkz. Şekil 4).

Hornblend, diyorit ve kuvars-diyoritlerde % 29 oranına kadar bulunmaktadır. Granodiyorit ve tonalitlerde eser miktarda mevcuttur. Bazı örneklerde kısmen veya tamamen aktinolit ve klorite dönüşmüştür. Altere olmamış hornblendlerden yapılan mikroprob analizlerine göre $Mg/(Mg+Fe^{+2})$ oranı genelde minerallerin merkezinde ve kenar kısmında hemen hemen aynı olup, yaklaşık 0.48-0.49 arasında değişmektedir (Çizelge 3). Aynı zamanda hem mineral merkezinde hem de mineral kenar kısmında Fe^{+2} ve Fe^{+3} içerikleri fazla değişmemekte olup, sırasıyla 2.30-2.40 ve 2.52-2.38 arasındadır (bkz. Çizelge 3). Leake vd. (1997)'nin sınıflamasına göre hornblendler, ferrohornblend ve magnezyohornblend ayırım sınırında yer almaktadır (Şekil 5).

Biyotit, az miktardan % 6 oranına kadar değişik oranlarda mevcuttur. Daha çok granodiyorit ve tonalitlerde gözlenir. Bolluk miktarı granitoid stoğunun güneyine doğru artış gösterir. Yapılan mikroprob analizlerine göre fazla kimyasal değişim göstermemektedirler (Çizelge 4). $Mg/(Mg+Fe^{+3}+Fe^{+2})$ oranı mineralin merkezinde yaklaşık 0.39-0.43, kenar kısmında ise yaklaşık 0.41-0.46 arasında değişmektedir. Opak mine-



Şekil 5. Güre Granitoidi örnekleri hornblendlerinin sınıflama diyagramı (Leake vd., 1997).

Figure 5. Hornblende classification diagram (Leake et al., 1997) of the Güre Granitoid samples.

Çizelge1. Güre Granitoyidi plejyoklaslarının mikropob analiz sonuçları (m: kristal merkezi, k: kristal kenarı).
 Table 1. Results of microprobe analysis of plagioclases from the Güre Granitoid (m: crystal core, k: crystal rim).

Örnek No.	H12				TG8				TG8							
	Pij-2 m	Pij-2	Pij-2 k	Pij-2 k	Pij-6 m	Pij-6	Pij-6 k	Pij-6 k-1	Pij-6 k-2	Pij-8 m	Pij-8	Pij-8 k	Pij-8 k			
SiO ₂	59.31	58.49	58.12	57.98	53.06	55.57	56.06	56.34	57.65	60.03	66.72	65.40	56.26	58.77	62.56	65.76
Al ₂ O ₃	25.56	26.26	26.41	26.69	29.90	26.70	26.32	25.88	25.63	23.92	19.32	20.50	26.86	25.27	22.55	20.61
FeO	0.17	0.29	0.24	0.27	0.42	0.32	0.31	0.28	0.25	0.23	0.08	0.13	0.27	0.26	0.16	0.10
CaO	7.73	8.47	8.90	9.06	12.82	9.93	9.53	9.24	8.50	6.34	0.75	2.07	9.71	7.90	4.48	1.87
Na ₂ O	7.24	6.91	6.89	6.66	4.35	5.97	6.29	6.31	6.80	7.95	10.58	9.68	6.07	6.91	8.41	9.95
K ₂ O	0.10	0.08	0.07	0.11	0.10	0.17	0.19	0.25	0.23	0.44	0.90	1.24	0.19	0.30	0.61	0.67
Toplam	100.11	100.5	100.63	100.77	100.65	98.66	98.7	98.3	99.06	98.91	98.35	100.11	99.35	99.41	98.79	98.96
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.																
Si	2.65	2.61	2.59	2.58	2.39	2.54	2.56	2.58	2.61	2.71	2.98	2.91	2.55	2.64	2.80	2.92
Al	1.34	1.38	1.39	1.40	1.60	1.44	1.42	1.40	1.37	1.27	1.02	1.08	1.43	1.34	1.19	1.08
Fe ⁺²	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Ca	0.37	0.41	0.43	0.43	0.62	0.49	0.47	0.45	0.41	0.31	0.04	0.10	0.47	0.38	0.22	0.09
Na	0.63	0.60	0.60	0.58	0.38	0.53	0.56	0.56	0.60	0.70	0.92	0.84	0.53	0.60	0.73	0.86
K	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.05	0.07	0.01	0.02	0.04	0.04
Toplam	5.00	5.00	5.01	5.01	5.02	5.01	5.02	5.01	5.01	5.02	5.00	5.00	5.01	5.00	4.98	4.99
Ab	62.57	59.34	58.15	56.71	37.87	51.61	53.82	54.47	58.41	67.61	91.32	83.18	52.50	60.23	74.51	87.10
An	36.83	40.26	41.46	42.70	61.53	47.41	45.11	44.07	40.31	29.86	3.59	9.85	46.42	38.03	21.91	9.04
Or	0.60	0.40	0.39	0.59	0.60	0.98	1.06	1.46	1.27	2.53	5.09	6.97	1.08	1.74	3.58	3.85
Fe ⁺² , toplam demir olarak verilmiştir.																

Çizelge 2. Güre Granitoidi ortoklaslarının mikroprob analiz sonuçları (m: kristal merkezi, k: kristal kenarı).
 Table 2. Results of microprobe analysis of orthoclases from the Güre Granitoid (m: crystal core, k: crystal rim).

Örnek No.	TG8				TG8				TG8					
	Ort-5 m	Ort-5	Ort-5 k	Ort-5	Ort-7 m	Ort-7	Ort-7 k	Ort-7	Ort-9 m	Ort-9	Ort-9 k	Ort-9		
SiO ₂	64.83	65.59	64.24	65.65	64.29	64.73	64.59	64.20	64.54	63.67	64.72	64.22	62.68	63.17
Al ₂ O ₃	18.30	18.31	18.46	18.42	18.07	18.10	18.00	17.88	18.19	18.47	18.36	18.24	19.02	18.05
FeO	0.03	0.07	0.05	0.06	0.00	0.09	0.03	0.01	0.04	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02
CaO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.30	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00
Na ₂ O	0.15	3.12	1.74	2.84	1.37	2.58	0.38	0.27	1.67	1.49	0.95	0.51	0.95	0.69
K ₂ O	16.52	12.45	14.34	15.14	14.26	12.70	15.81	15.77	13.86	14.10	14.58	15.47	14.16	15.24
Toplam	99.84	99.54	99.62	99.09	98.00	98.20	98.81	98.13	98.66	97.74	98.62	98.51	96.83	97.17
Formül 8 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.														
Si	3.00	3.00	3.00	2.99	3.01	3.01	3.01	3.01	3.00	2.98	3.01	3.00	2.95	2.99
Al	1.00	0.99	1.00	1.01	1.00	0.99	0.99	0.99	1.00	1.02	1.00	1.00	1.06	1.01
Fe ⁺²	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Na	0.01	0.28	0.16	0.11	0.12	0.23	0.03	0.02	0.15	0.14	0.09	0.05	0.09	0.06
K	0.98	0.73	0.84	0.90	0.85	0.75	0.94	0.94	0.82	0.84	0.86	0.92	0.85	0.92
Toplam	4.99	5.00	5.00	5.01	4.98	4.99	4.98	4.97	4.98	4.98	4.96	4.98	4.94	4.99
Ab	1.37	27.60	15.56	10.83	12.76	23.60	3.53	2.57	15.50	13.87	8.98	4.80	9.22	6.44
An	0.01	0.00	0.00	0.08	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.05	0.13	0.04	0.00
Or	98.62	72.40	84.44	89.09	87.24	76.40	96.47	97.42	84.48	86.13	90.96	95.06	90.74	93.56
Fe ⁺² , toplam demir olarak verilmiştir.														

Çizelge 3. Güre Granitoidi hornblendlerrinin mikroprobb analiz sonuçları (m: kristal merkezi, k: kristal kenarı).
 Table 3. Results of microprobe analysis of hornblendes from the Güre Granitoid (m: crystal core, k: crystal rim).

Örnek No.	H12-1 m-1	H12-1 m-2	H12-1 k	H12-3 m-1	H12-3 m-2	H12-3 k-1	H12-3 k-2	H12-4 m-1	H12-4 m-2	H12-4 m-3
SiO ₂	47.24	47.25	47.19	46.50	46.53	47.02	47.67	47.15	47.31	47.07
TiO ₂	1.09	1.19	1.27	1.29	1.44	1.24	1.21	1.19	1.45	1.27
Al ₂ O ₃	5.64	5.59	5.53	6.20	6.24	6.15	5.55	6.13	5.96	5.90
FeO	22.73	22.34	21.84	21.91	21.95	22.06	22.01	22.29	22.22	22.30
MnO	0.48	0.43	0.56	0.42	0.36	0.46	0.49	0.48	0.44	0.45
MgO	10.14	10.27	9.67	10.10	10.12	9.86	10.22	10.00	9.99	9.90
CaO	9.76	9.87	10.04	10.18	10.39	10.25	10.05	9.99	10.23	9.85
Na ₂ O	1.50	1.41	1.14	1.62	1.61	1.65	0.81	1.47	1.58	1.60
K ₂ O	0.13	0.16	0.19	0.16	0.17	0.14	0.17	0.14	0.15	0.14
Toplam	98.71	98.53	97.41	98.37	98.81	98.83	98.18	98.85	99.32	98.47
Formül 23 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.										
Si	7.06	7.07	7.10	6.96	6.95	7.00	7.10	7.01	7.02	7.04
Ti	0.12	0.13	0.14	0.15	0.16	0.14	0.14	0.13	0.16	0.14
Al [IV]	0.94	0.93	0.90	1.04	1.05	1.00	0.90	0.99	0.98	0.96
Al [VI]	0.05	0.05	0.08	0.06	0.05	0.08	0.07	0.08	0.06	0.07
Fe ⁺³	0.38	0.37	0.48	0.40	0.36	0.45	0.52	0.49	0.36	0.42
Fe ⁺²	2.46	2.43	2.27	2.34	2.38	2.30	2.22	2.28	2.40	2.36
Mn	0.06	0.05	0.07	0.05	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Mg	2.26	2.29	2.17	2.26	2.25	2.19	2.27	2.22	2.21	2.21
Ca	1.56	1.58	1.62	1.63	1.66	1.63	1.60	1.59	1.63	1.58
Na	0.43	0.41	0.33	0.47	0.47	0.48	0.23	0.42	0.45	0.46
K	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Toplam	15.34	15.34	15.21	15.39	15.41	15.35	15.15	15.30	15.36	15.34
Mg #	0.48	0.49	0.49	0.49	0.49	0.49	0.51	0.49	0.48	0.48

Fe⁺³ ve Fe⁺² ayrımı Leake vd. 1997'ye göre hesaplanmıştır. Mg # (Mg-numarası) = Mg / (Mg + Fe⁺²).

Çizelge 4. Güre Granitoidi biyotitlerinin mikroprob analiz sonuçları (m: kristal merkezi, k: kristal kenarı).
Table 4. Results of microprobe analysis of biotites from the Güre Granitoid (m: crystal core, k: crystal rim).

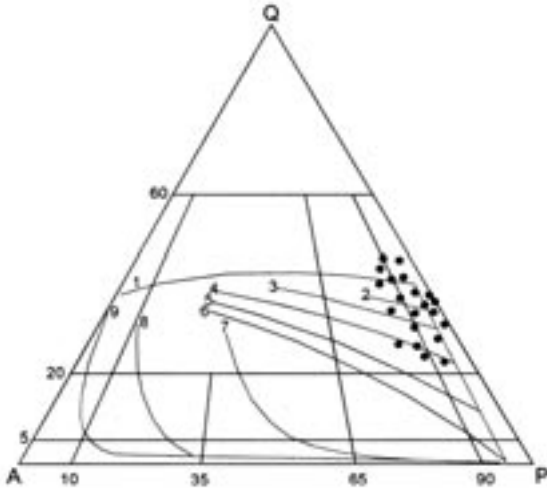
Örnek No.	TG8				TG8				
	biy-7 m-1	biy-7 m-2	biy-7 k-1	biy-7 k-2	biy-5 m	biy-5	biy-5	biy-5	biy-5 k
SiO ₂	34.5	34.58	35.38	34.46	35.07	34.42	34.78	34.58	35.39
TiO ₂	3.90	3.99	3.61	4.97	4.08	3.94	3.84	3.80	3.67
Al ₂ O ₃	12.04	11.81	11.72	11.86	11.72	11.71	11.65	11.89	12.27
FeO	23.42	23.78	22.04	23.17	24.92	24.64	24.42	24.57	23.96
MnO	0.25	0.28	0.24	0.25	0.29	0.27	0.29	0.28	0.25
MgO	9.83	10.04	10.58	9.68	8.9	8.98	9.37	9.59	9.46
CaO	0.02	0.06	0.07	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.03
Na ₂ O	0.39	0.27	0.28	0.20	0.42	0.42	0.43	0.32	0.34
K ₂ O	9.02	9.04	9.20	9.09	8.92	8.95	8.85	9.07	8.91
Cl	0.52	0.61	0.68	0.45	0.70	0.61	0.51	0.55	0.55
F	0.80	0.80	0.90	0.70	1.12	1.12	1.10	0.66	0.61
Toplam	94.69	95.26	94.70	94.85	96.15	95.08	95.25	95.33	95.44
Formül 22 oksijen üzerinden hesaplanmıştır.									
Si	5.53	5.52	5.64	5.50	5.59	5.55	5.58	5.53	5.61
Ti	0.47	0.48	0.43	0.60	0.49	0.48	0.46	0.46	0.44
Al [IV]	2.28	2.22	2.20	2.23	2.20	2.23	2.20	2.24	2.29
Al [VI]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe ⁺²	3.14	3.18	2.94	3.09	3.32	3.33	3.28	3.29	3.17
Mn	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03
Mg	2.35	2.39	2.51	2.30	2.12	2.16	2.24	2.29	2.24
Ca	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Na	0.12	0.08	0.09	0.06	0.13	0.13	0.13	0.10	0.10
K	1.85	1.84	1.87	1.85	1.81	1.84	1.81	1.85	1.80
Cl	0.14	0.17	0.18	0.12	0.19	0.17	0.14	0.15	0.15
F	0.41	0.40	0.45	0.35	0.56	0.57	0.56	0.33	0.31
Toplam	15.77	15.77	15.72	15.68	15.70	15.76	15.76	15.79	15.69
Mg #	0.43	0.43	0.46	0.43	0.39	0.39	0.41	0.41	0.41

Fe⁺², toplam demir olarak verilmiştir. Mg # (Mg-numarası)=Mg / (Mg + Fe⁺²).

ral, saçınım halinde ve az miktarda (%1-4) genellikle yarı öz şekilli olarak mevcuttur. Genel olarak, ferromagnezyen mineral içeriği granitoidin kuzeyine doğru azalır. Bununla birlikte biyotit içeriği kuzeye doğru artarken, hornblend içeriği güneye doğru artar.

QAP modal sınıflaması (Streckeisen, 1976) ana magma serilerinin ayırtılmasında yaygın olarak kullanılmaktadır (Lameyre ve Bowden, 1982; Lameyre ve Bonin, 1991). Bu sınıflamada, üç ana serinin (toleyitik, kalk-alkalen ve alkali) izlediği belirgin yollar, genellikle P ucundan

başlayarak, alkali granit alanına doğru gider. Magmatik yaylarda bulunan granitik kayaların izlediği kalk-alkalen seri de kendi içerisinde, tonalit-trondjemitik kalk-alkalen seri, granodiyoritik kalk-alkalen seri ve monzonitik kalk-alkalen seri olarak alt serilere ayrılmıştır (Lameyre ve Bowden, 1982). Modal mineralojik bileşimlerine göre incelenen Güre Granitoid örnekleri hemen hemen tek bir grup oluşturmaktadırlar (Şekil 6); genel olarak granodiyoritik-tonalitik bileşim sunmaktadırlar. Bu bileşimler dikkate alındığında, sokulum kütlesi toleyitik-kalkalkalen seri yönsemesi göstermektedir (bkz. Şekil 6).



Şekil 6. Güre Granitoyidi örneklerinin QAP modal mineralojik sınıflaması (Streckeisen, 1976) ve granitik kayaların QAP modal bileşimine dayalı ana yönsemeleri: 1-toleyitik seriler, 2-kalk-alkalen trondjemitik seriler, 3-6-kalk-alkalen granodiyorit serileri, 7-monzonitik seriler, 8-9- alkalen seriler (Lameyre ve Bowden, 1982; Lameyre ve Bonin, 1991).

Figure 6. QAP modal mineralogical classification of the Güre Granitoid samples, and main trends of granitic rock series: 1-tholeiitic series, 2-calc-alkaline trondjemitic series, 3-6-various calc-alkaline granodiorite series, 7-monzonitic series, 8-9-various alkaline series (Lameyre and Bowden, 1982; Lameyre and Bonin, 1991).

JEOTERMOMETRE VE JEOPAROMETRE HESAPLAMALARI

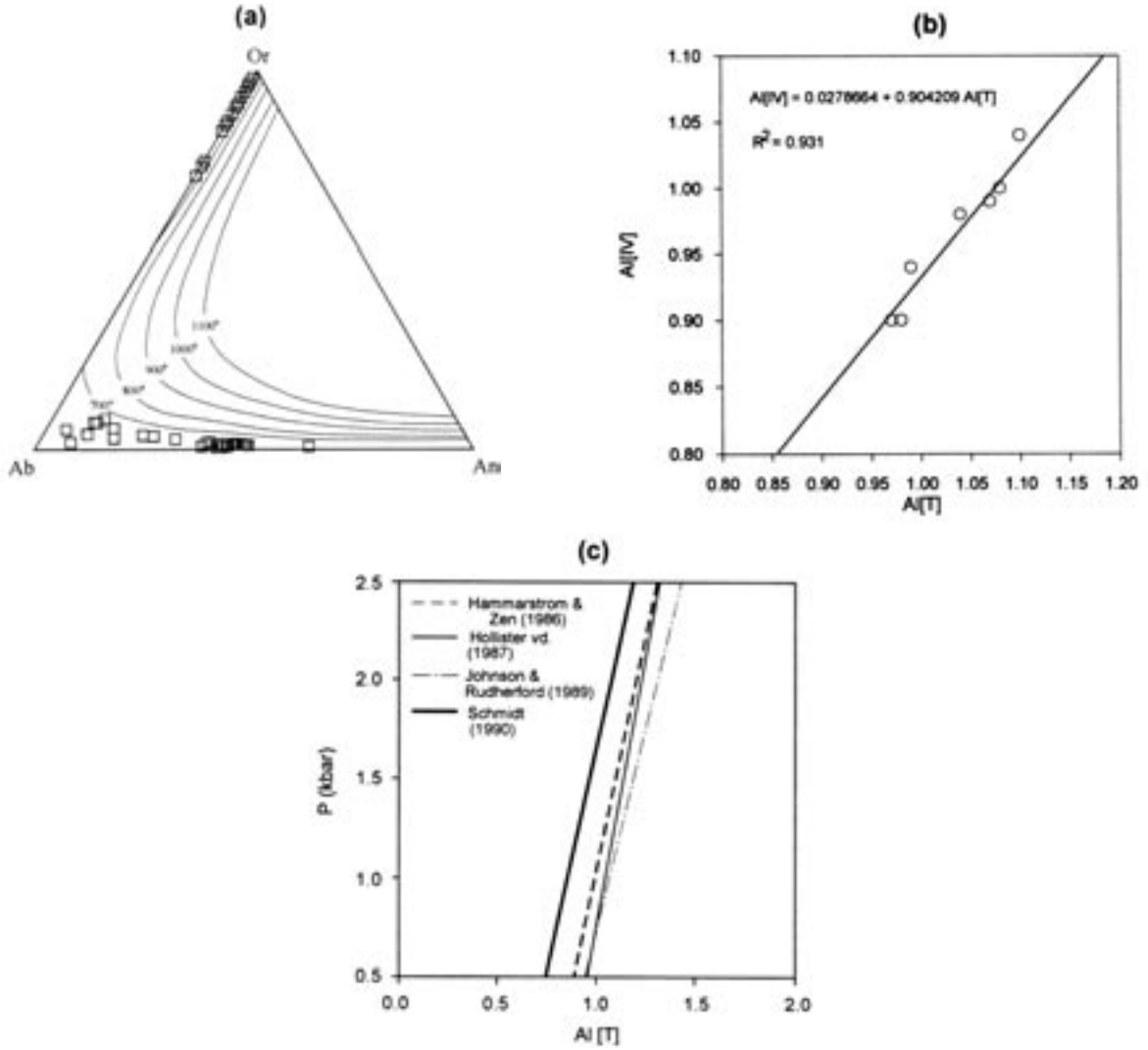
Granitik kayaların gelişimini anlayabilmek için, bunların yerleşim derinliği, bu derinlikteki kristallenme koşulları ve kristallenme sonrası yükselme gibi süreçlerin araştırılması gerekmektedir. Bu bakımdan granitik kütlelerin oluşum sıcaklık ve basınçlarının bilinmesi önemlidir. Bunun için bir çok araştırmacı, jeotermometre ve jeobarometre hesaplamaları için çeşitli görgül eşitlikler önermişler ve diyagramlar geliştirmişlerdir. Bu görgül eşitlik ve diyagramlardan yararlanılarak incelenen Güre Granitoidinin oluşum sıcaklık ve basınç koşulları saptanmaya çalışılmıştır.

Fuhrman ve Lindsley (1988) feldispatların Ab-An-Or üçgen diyagramı üzerinde, deneysel çalışmalar sonucunda elde ettikleri denge sıcaklık değerlerini gösteren izoterm eğrilerini oluşturmuşlardır. Güre Granitoyidi feldispatlarının bile-

şimleri böyle bir diyagram üzerine düşürüldüğünde, örnek noktaları yaklaşık 700°C sıcaklığa karşılık gelen izoterm eğrisinin altında yer alır (Şekil 7a). Buna göre feldispatların yaklaşık 650±50°C'de dengede kristallendiğini söylemek mümkündür. Holland ve Blundy (1994)'nin çeşitli granitik kayalarda yaptıkları çalışmalar sonucunda önerdikleri hornblend-plajiyoklas mineral çifti termometresine göre ise hesaplanan sıcaklıklar 692-826°C arasında bulunmuştur (Çizelge 5). Bu son değerler feldispat termometresine göre hesaplanandan biraz yüksek olup, muhtemelen hornblend ve plajiyoklasın dengede kristallenmemesinden kaynaklanmaktadır. Bu durum mikroskopik gözlemlerle de doğrulanmaktadır.

Kalkalkalin granitik kayalarda hornblendlerin Al içeriğinden hareketle kristallenme basınçlarının hesaplanması yaygın olarak kullanılmaktadır. Güre Granitoyidi hornblendlerinin Al içeriklerinde kristal merkezi ve kenarı arasında bazı kimyasal değişimler gözlenmektedir. Bu durum Hammarstrom ve Zen (1986)'in belirttiği gibi Al[IV] ile Al[T] arasında iyi derecede pozitif korelasyonla kendini göstermektedir (Şekil 7b). Hammarstrom ve Zen (1986)'in farklı alanlarda yaptıkları çalışmalar sonucunda hornblendlerdeki toplam alüminyum esas alarak ortaya koydukları eşitliğe göre ($P = -3.92 + 5.03 Al^T$) hesaplanan basınçlar 0.9-1.5 kb arasında değişmektedir. Hollister vd. (1987)'nin hornblendlerin içerdiği toplam alüminyum baz alınarak önerdiği görgül eşitliğe göre ($P = -4.67 + 5.64 Al^T$) hesaplanan basınçlar ise 0.6-1.3 kb arasında değişmektedir. Johnson ve Rutherford (1989)'un hornblendlerdeki toplam alüminyum göz önüne alınarak ortaya koyduğu eşitliğe göre ($P = -3.46 + 4.23 Al^T$) hesaplanan basınçlar 0.6-1.1 kb arasında değişmektedir. Schmidt (1990)'in hornblendlerin içerdiği toplam alüminyum baz alınarak önerdiği formüle göre ($P = -3.01 + 4.76 Al^T$) hesaplanan basınçlar ise 1.5-2.1 kb arasında değişmektedir (Çizelge 5). Hesaplamalardan elde edilen dört farklı basınç değerleri Al[T]'a karşı P (kbar) ilişkisinde birbirine çok yakın paralellikler sunmaktadır (Şekil 7c). Bu farklı barometre değerleri birlikte değerlendirildiğinde Güre Granitoyidi hornblendlerinden hesaplanan Al barometre değerlerinin 0.9 ilâ 1.5 (\bar{x}) kbar arasında değiştiği söylenebilir.

Çizelge 5'de görüldüğü üzere, hornblendlerin merkez ve kenar bileşimlerine göre hesaplanan



Şekil 7. a) Güre Granitoyidi feldispatlarının An-Ab-Or diyagramında bileşimleri. İzoterm çizgileri Fuhrman ve Lindsley (1988)'e göre. b) Analiz edilen hornblendelerde Al[T] karşı Al[IV] ilişkisini gösteren diyagram. Verilere ait regresyon doğrusu ve eşitliği diyagramda verilmiştir. c) Güre hornblendlerinden hesaplanan dört farklı hornblend jeobarometresine ait doğruları gösteren Al[T] karşı P (kbar) diyagramı.

Figure 7. a) Composition of the Güre Granitoid feldspars on An-Ab-Or plot. Isotherm lines are from Fuhrman and Lindsley (1988). b) Al[T] versus Al[IV] plot in the analysed hornblendes. The regression line and its equation are shown on the plot. c) Al[T] against P(kb) plot showing the slopes of four calculated hornblende geobarometers.

basınç değerleri biraz farklılık göstermekte olup, elde edilen basınç değerleri minimum 3 km (>0.9 kbar) ve en fazla 6 km (1.5 kbar)'lık bir derinliğe karşılık gelmektedir. Bu sonuçlar; Güre Granitoyidinin erken fazının nispeten derinlerde kristallenmeye başladığını, ancak kristallenme sırasındaki yükselme sonucu son kristallenmenin sığ derinliklerde tamamlandığı şeklinde yorumlanabilir.

GRANİTOYİDİN JEOKİMYASI

Ana ve İz Elementler

Güre Granitoyid stoğundan alınan 15 adet örnekten ana, iz ve nadir toprak element analizleri yaptırılmıştır (Çizelge 6 ve 7). Güre Granitoyidinin kimyasal bileşimi oldukça değişken olup, kayalardaki modal mineralojik değişimle ilişkilidir. Granodiyoritlerdeki ana oksit değerleri; SiO_2

Çizelge 5. Güre granitoyidi örneklerinde hornblend-plajiyoklas jeotermometre ve hornblend jeobarometre hesaplamaları.

Table 5. Hornblende-plagioclase geothermometer and hornblende geobarometer calculations from the Güre Granitoid samples.

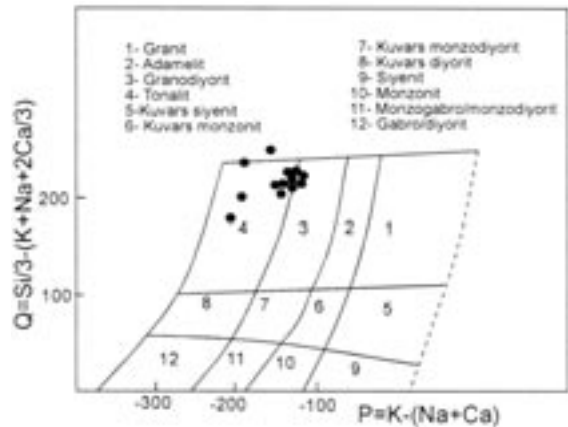
Plajiyoklas-hornblend termometresi							
Mineral 1	Hbl-H12-1-M1	Hbl-H12-1-M2	Hbl-H12-1-K	Hbl-H12-3-M1	Hbl-H12-3-M2	Hbl-H12-3-K1	
Mineral 2	Plj-H12-2-M	Plj-H12-2->	Plj-H12-2->	Plj-H12-2->	Plj-H12-2->	Plj-H12-2-K	
Plj (Xab)	0.63	0.59	0.58	0.56	0.38	0.82	
T (°C)	756 - 760	765 - 769	774 - 781	794 - 798	822 - 826	692 - 698	
Hornblend barometresi							
Örnek No.	H12-1 Mag. Hornb. kenar-1	H12-1 Mag. Hornb. kenar	H12-3 Mag. Hornb. merkez-1	H12-3 Mag. Hornb. merkez-1	H12-3 Mag. Hornb. kenar-2	H12-4 Mag. Hornb. merkez-1	H12-4 Mag. Hornb. merkez-2
P (kbar)							
Hammarstrom ve Zen (1986)	1.0	0.9	1.5	1.4	0.9	1.4	1.2
Hollister vd. (1987)	0.7	0.7	1.3	1.2	0.6	1.2	1.0
Johnson ve Rutherford (1989)	0.6	0.6	1.1	1.0	0.6	1.0	0.9
Schmidt (1990)	1.6	1.6	2.1	2.0	1.5	2.0	1.9
Ortalama (\bar{x})	0.98	0.95	1.5	1.40	0.90	1.40	1.25
Standart sapma (σ)	0.45	0.45	0.43	0.43	0.42	0.43	0.45

%54- 73, Al₂O₃ %13-16, Fe₂O₃ %2.8-11.8, MgO %0.3-4.7, CaO %2.5-5, Na₂O %3.5-4, K₂O %0.4-1.7 ve TiO₂ %0.3-1.1 arasında, tonalitlerdeki ana oksit değerleri; SiO₂ %67-76, Al₂O₃ %13-15, Fe₂O₃ %2.4-5.6, MgO %0.2-1.5, CaO %2.2-4.5, Na₂O %3.6-4.3, K₂O %0.2-1.9 ve TiO₂ %0.3-0.6 arasında, kuvars monzodiyoritlerde ana oksit değerleri; SiO₂ %54-57, Al₂O₃ %14.5-15.2, Fe₂O₃ %10.4-11.8, MgO %3-5, CaO %5-8, Na₂O %3.2-4.4, K₂O %0.15-0.3 ve TiO₂ %1-1.25 arasında değişmektedir. Buna göre SiO₂ içeriği tonalitlerde en yüksek, K-monzodiyoritlerde en düşük iken, Fe₂O₃ içeriği bunun aksine tonalitlerde en düşük ve K-monzodiyoritlerde en yüksektir (bkz. Çizelge 6).

Ana element oksitlere dayanarak hazırlanan magmatik kayaların adlandırma diyagramında (Debon ve Le Fort, 1983) yapılan adlandırma modal bileşime dayalı adlama ile uyum içerisindedir. Bu adlandırmaya göre, Güre Granitoyidi örnekleri tonalit ve granodiyorit alanlarında yer almaktadır (Şekil 8).

Harker diyagramında Güre Granitoyidi örnekleri, çoğu ana ve iz elementler için doğrusala yakın bir dağılım göstermektedir (Şekil 9 ve 10). Bu da kayaların gelişiminde fraksiyonel kristal-

lenmenin etkili olabileceğini göstermektedir. Artan silis içeriğine göre; TiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, MgO, CaO, MnO ve Sr içerikleri negatif, Zr ise pozitif ilişkiler sunmaktadır. Bu ilişkiler, kayaların oluşumunda plajiyoklas+hornblend+magnetit fraksiyonlaşmasından kaynaklanmaktadır. Na₂O ve K₂O nispeten düzensiz dağılımlar göstermektedir. Bu düzensizlik, kısmen alterasyon-



Şekil 8. Güre Granitoyidi örneklerinin Q-P kimyasal adlama diyagramı (Debon ve Le Fort, 1983).
Figure 8. Q-P chemical nomenclature diagram (Debon and Le Fort, 1983) for the Güre Granitoid samples.

Çizelge 6. Güre Granitoidi örneklerinin ana (% ağırlık) ve iz element (ppm) analiz sonuçları.
Table 6. Results of major (weight %) and trace element (ppm) analysis of the Güre Granitoid samples.

Örnek No.	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6	G-7	G-8	G-9	G-10	G-11	G-12	G-13	G-15	G-22	G-23	G-25	G-26A
SiO ₂	72.28	73.06	72.66	72.69	73.89	72.99	72.83	72.82	72.06	76.05	67.20	74.44	68.30	56.96	54.06	54.69	55.47
TiO ₂	0.30	0.29	0.31	0.33	0.30	0.30	0.30	0.32	0.30	0.30	0.62	0.35	0.58	1.24	1.13	1.06	1.08
Al ₂ O ₃ *	13.70	13.54	13.66	13.88	13.90	13.78	13.90	13.40	13.25	13.08	14.79	12.88	14.22	14.52	16.03	15.08	15.24
Fe ₂ O ₃ *	2.89	3.09	3.37	3.21	2.48	3.05	2.85	2.77	3.33	2.43	5.62	2.74	5.03	11.87	11.84	11.51	10.40
MnO	0.10	0.08	0.09	0.08	0.05	0.07	0.07	0.06	0.08	0.02	0.12	0.07	0.10	0.16	0.13	0.18	0.16
MgO	0.34	0.38	0.42	0.38	0.36	0.41	0.42	0.60	0.80	0.17	1.56	0.65	1.51	3.19	4.70	4.75	4.92
CaO	2.61	2.58	2.56	2.61	2.45	2.74	2.75	2.99	3.04	3.03	4.53	2.21	3.94	5.54	5.05	6.74	7.79
Na ₂ O	3.96	3.60	3.76	3.60	3.77	3.71	3.61	3.48	3.59	4.35	4.09	3.91	3.89	4.40	3.55	3.87	3.25
K ₂ O	1.36	1.75	1.92	1.91	1.68	1.78	1.60	1.67	1.77	0.27	0.22	0.39	0.30	0.16	0.44	0.29	0.15
P ₂ O ₅	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.08	0.07	0.05	0.13	0.06	0.08	0.12	0.09	0.07	0.08
AK	2.2	1.4	1.1	1.2	1.2	1.0	1.5	1.6	1.8	0.4	1.0	2.5	2.1	1.8	3.0	1.7	1.4
Toplam	99.84	99.86	99.93	99.99	100.16	99.91	99.92	99.82	100.12	100.16	99.90	100.22	100.06	99.97	100.04	99.96	99.96
Co	3	3	3	3	2	3	3	3	4	2	9	3	7	31	36	37	33
Ga	16	16	16	17	17	17	17	16	15	16	17	15	17	18	17	156	17
Hf	3	3	3	3	4	4	3	3	3	4	2	3	2	2	2	2	2
Nb	3	3	3	3	3	3	3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
Rb	17	48	59	67	53	61	45	56	63	3	3	5	3	2	3	2	1
Sr	134	111	113	116	124	122	136	124	110	121	128	93	161	161	182	218	209
Th	4	4	4	4	4	5	4	4	4	2	1	1	1	2	1	1	1
V	21	19	19	22	17	20	21	21	17	18	67	17	58	318	400	393	374
Zr	100	111	107	111	104	109	79	106	109	118	71	94	64	84	71	67	70
Y	26	31	28	28	18	28	23	25	20	25	34	21	26	29	25	27	25
Cu	6	3	3	3	2	3	3	4	3	5	4	40	6	17	10	10	4
Pb	8	3	4	4	3	4	3	4	5	4	3	3	3	3	3	3	3
Zn	111	30	45	44	31	30	27	30	35	16	27	31	67	18	25	14	10
Ni	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	2	3	2	4	14	12	11
Mg#	11	11	11	11	13	12	13	18	19	7	22	19	23	21	28	29	32

Not: Fe₂O₃*, Fe₂O₃ cinsinden toplam demir. AK, ateşte kayıp (toplam uçucu içeriği). Mg# (Mg-numarası)=100xMgO/(MgO+Fe₂O₃*).

Çizelge 7. Güre Granitoyidi örneklerinin nadir toprak element (ppm) analiz sonuçları.
Table 7. Results of rare earth element (ppm) analysis of the Güre Granitoid samples.

Örnek No.	G-2	G-3	G-4	G-5	G-6	G-7	G-8	G-9	G-10	G-11	G-12	G-13	G-15	G-22	G-23	G-25	G26A
La	8.7	12.9	12.2	12.8	7.1	13.6	11.7	12.5	7.7	7.8	4.8	3.8	4.4	7.3	6.8	6.3	6.4
Ce	18.7	28.5	26.3	28.4	15.0	29.1	23.9	27.5	16.1	19.6	13.1	10.7	11.5	17.3	14.3	12.9	13.9
Pr	2.31	3.48	3.30	3.48	1.93	3.64	3.04	3.50	2.06	2.85	2.11	1.63	1.68	2.49	1.91	2.01	1.98
Nd	10.0	14.9	13.2	14.4	7.3	15.2	12.2	14.0	8.1	12.5	10.3	7.2	8.6	11.2	8.2	8.7	8.3
Sm	2.9	3.8	3.7	3.8	2.4	3.6	3.4	3.3	2.5	3.8	4.1	2.8	3.0	3.4	2.7	2.8	2.8
Eu	1.01	1.05	1.11	1.14	0.88	1.08	1.04	1.03	0.92	1.28	1.20	0.99	1.30	1.22	1.03	0.86	0.88
Gd	3.61	4.50	3.89	4.05	2.41	4.27	3.77	3.84	2.66	3.94	4.69	2.83	3.82	4.14	3.49	3.49	3.54
Tb	0.62	0.79	0.74	0.64	0.44	0.77	0.67	0.73	0.45	0.63	0.78	0.55	0.64	0.70	0.61	0.65	0.61
Dy	4.15	4.85	4.56	4.36	2.72	4.61	3.79	4.21	3.14	4.27	5.40	3.71	3.99	4.90	3.91	3.73	4.00
Ho	1.03	1.18	1.03	1.08	0.64	1.10	0.89	0.89	0.71	0.98	1.26	0.86	1.02	1.15	0.93	0.95	0.96
Er	3.13	3.50	3.56	3.21	2.09	3.24	2.72	3.02	2.37	3.13	3.73	2.81	3.11	3.35	2.89	2.96	2.97
Tm	0.47	0.52	0.50	0.44	0.29	0.50	0.38	0.41	0.35	0.41	0.56	0.44	0.44	0.45	0.36	0.38	0.38
Yb	3.02	3.54	3.66	3.24	2.30	3.41	2.71	3.04	2.41	3.24	3.70	3.25	2.92	3.46	2.78	2.80	2.79
Lu	0.55	0.59	0.60	0.56	0.37	0.57	0.45	0.43	0.44	0.52	0.60	0.56	0.48	0.52	0.44	0.46	0.49

dan ve büyük ölçüde kabuk kirlenmesinden kaynaklanmaktadır. Ayrıca, Ba ve Rb hiperbolik pozitif bir ilişki sunarak magmatik gelişimde kabuk etkisi ve/veya magma karışımı olaylarına işaret etmektedir (Şekil 10). Y içeriği önce pozitif sonra negatif olan eğrisel bir değişim sunmaktadır. Bu durum muhtemelen, fraksiyonel kristallenme sırasında hornblend ve plajiyoklas kontrollü ayırma işlemine bağlıdır.

Jeokimyasal olarak Güre Granitoyidi, I-tipi, kalkalkalin karakterli, metalümin-peralümin (Şekil 11) özelliktedir ($A/CNK=0.9-1.2$; Maniar ve Piccolli, 1989). Whalen vd. (1987)'nin geliştirdiği ayırım diyagramında örnekler, genel olarak fraksiyonlaşmış granitoyid (FG) alanında yer almaktadır (Şekil 12). Buna göre Güre Granitoyidi, kendisinden daha mafik ana granitoyidik bir magmanın farklılaşmış son faz ürününü temsil edebilir. Debon ve Le Ford (1983)'un karakteristik mineral diyagramında örneklerin çoğunluğu II ve III nolu alanlarda yer almakta ve karakteristik mafik minerali biyotit olup (Şekil 13), Güre Granitoyidi alümino-kafemik (ALCAF) karakterli olarak tanımlanmaktadır. Buna ilaveten granitoyid örnekleri, az belirgin subalkalen (SALKL) alt bölümü yönsemesini izlemektedir.

Batchelor ve Bowden (1985)'nin granitik kayalar için geliştirdiği magma-tektonik ayırtma diyagramında, Güre Granitoyidi örnekleri çarpışma ile eş yaşlı alan ile manto fraksiyonları alanını ayıran çizgi sınırında yer almaktadır (Şekil 14). Ayrıca tektonik ortamları tanımlamada kul-

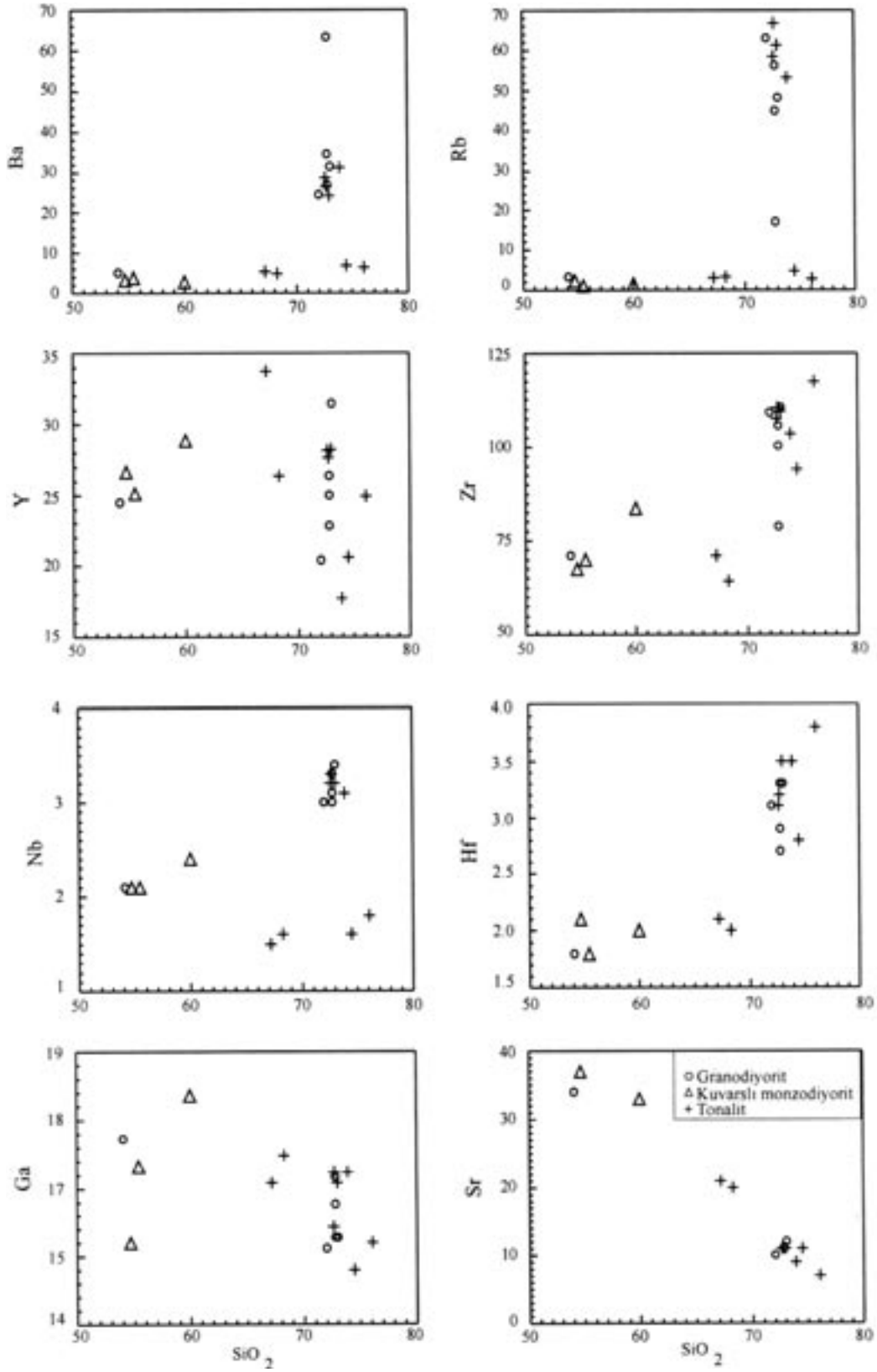
lanılan Rb-Y+Nb iz element diyagramında (Pearce vd., 1984) incelenen sokulum örneklerinin tümü volkanik yay granitoyidleri (VAG) alanına düşmektedir (Şekil 15). Buna göre Güre Granitoyidi yay ortamında gelişen çarpışma granitoyidi olarak yorumlanabilir.

Uyumsuz Elementler

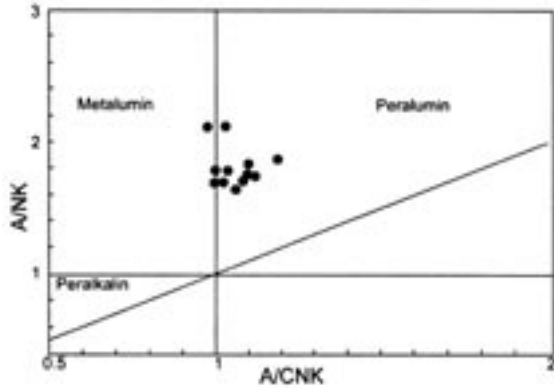
Güre Granitoyidi örneklerinin okyanus sırtı granitlerine normalleştirilmiş uyumsuz element dağılımları genel olarak birbirine benzerlik göstermesine rağmen, granodiyoritler K, Rb, Ba ve Th bakımından kuvars monzodiyorit ve tonalit örneklerine göre daha fazla zenginleşme göstermektedirler. Genel olarak yüksek iyonik potansiyelli uyumsuz element miktarları normalleştirilmiş bileşime göre daha düşüktür. Bu özellikleriyle volkanik yay granitoyidlerinin özelliklerini yansıtır. Kayaç örneklerinde büyük iyon yarıçaplı elementlerdeki zenginleşme farklılıkları, muhtemelen ana magmanın farklılaşması sırasında gerçekleşen farklı oranlardaki kabuk özümlemesiyle ilişkilidir. Ayrıca dağılımlarda karakteristik negatif Nb anomalileri gözlenmektedir (Şekil 16). İz element dağılımlarındaki özellikler, Pearce vd. (1984) tarafından verilen çarpışma granitoyidlerinin yönsemesine benzemektedir.

Nadir Toprak Elementleri

Granitoyid örneklerinin, kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) dağılımları genelde birbirlerine benzer olup, hafif NTE'ler,

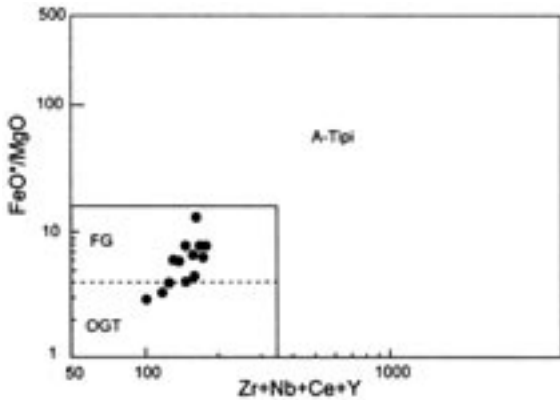


Şekil 10. Güre Granitoid örneklerinin % SiO_2 'ye karşı iz element (ppm) değişim diyagramları.
 Figure 10. SiO_2 (wt.%) versus trace element (ppm) variation plots of the Güre Granitoid samples.



Şekil 11. Güre Granitoyidi örneklerinin moleküler $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ (A/CNK) değerine karşı moleküler $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ (A/NK) diyagramı (Maniar ve Piccolli, 1989).

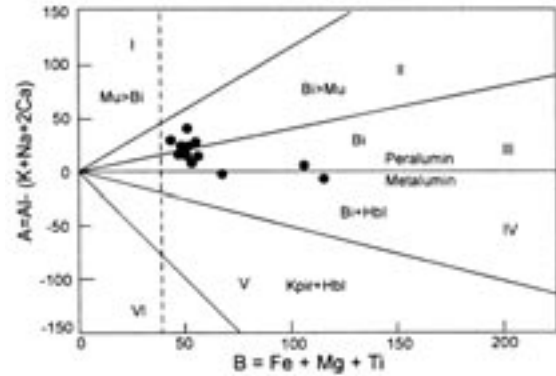
Figure 11. Molecular $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O)$ (A/CNK) versus $Al_2O_3/(Na_2O+K_2O)$ (A/NK) diagram (Maniar and Piccolli, 1989) of the Güre Granitoid samples.



Şekil 12. Güre Granitoyidi örneklerinin fraksiyonlaşmaya bağlı $Zr+Nb+Ce+Y$ karşı FeO^*/MgO ayırım diyagramı (Whalen vd., 1987) (FG: Fraksiyonlaşmış granitoidler, OGT: Fraksiyonlaşmamış granitoidler).

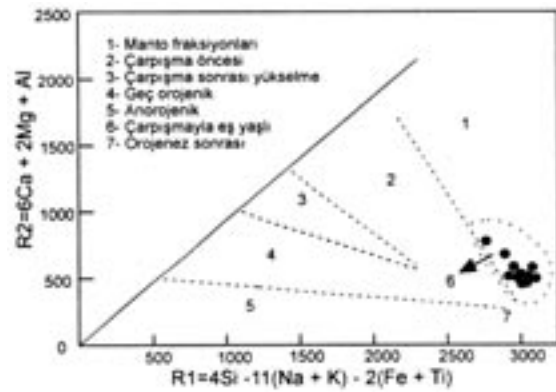
Figure 12. $Zr+Nb+Ce+Y$ versus FeO^*/MgO discrimination diagram (Whalen vd., 1987) of the Güre Granitoid samples (FG: Fractionated granitoids, OGT: Unfractionated granitoids).

ağır NTE'e göre daha fazla zenginleşme gösterir ($(La/Lu)_N=1-2$; Şekil 17). Bu zenginleşme, bazı granodiyorit ve tonalit örneklerinde daha belirgindir. Genel olarak örnekler az zenginleşmiş kaşık şekilli bir dağılım sunmaktadırlar (bkz. Şekil 17). Bu da kayaçların gelişiminde muhtemel hornblend ayırılmasına işaret etmektedir. Bazı örneklerde negatif Eu anomalisi göz-



Şekil 13. Güre Granitoyidi örneklerinin A-B karakteristik mineral diyagramı (Debon ve Le Fort, 1983).

Figure 13. A-B characteristic mineral plot (Debon and Le Fort, 1983) of the Güre Granitoid.



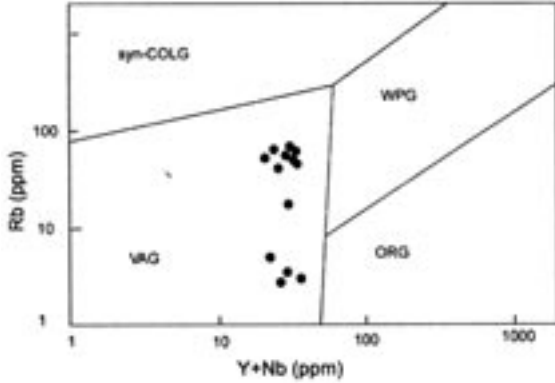
Şekil 14. Güre Granitoyidi örneklerinin R1- R2 ana element ayırım diyagramı (Batchelor ve Bowden, 1985).

Figure 14. R1-R2 major element discrimination plot (Batchelor and Bowden, 1985) of the Güre Granitoid samples.

lenmekte olup, kayaçların oluşumu sırasında plajiyoklas fraksiyonlaşmasının da etkili olabileceğini göstermektedir.

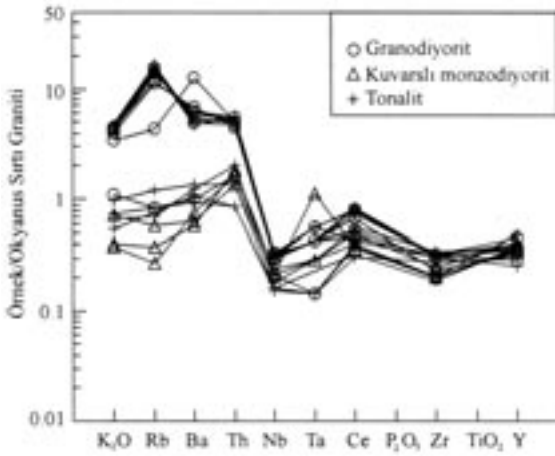
SONUÇLAR VE TARTIŞMA

Güre Granitoidinin yüzeylemesi dikkate alındığında uzun eksenli KD-GB uzanımlıdır. Bu uzanım yönelimi Pontidlerin ana kırık yönleriyle uyumluluk göstermektedir (Bektaş ve Çapkınoğlu, 1997). Bu ana iki kırık sisteminin Mesozoyik granitlerinin yerleşiminde etkili olduğu Şen ve Kaygusuz (1998) tarafından belirtilmektedir. Ayrıca kalınlaşan ve olgunlaşan Pontid yay ka- buğunun Üst Kretase sonrası magmatizmanın



Şekil 15. Güre Granitoidi örneklerinin Rb-(Y+Nb) tektonik ayırım diyagramı (Pearce vd., 1984). VAG: volkanik yay granitoidleri, syn-COLG: çarpışma ile eş yaşlı granitoidler, WPG: levha içi granitoidleri, ORG: okyanus sırtı granitoidleri.

Figure 15. Rb-(Y+Nb) tectonic discrimination plot (Pearce et al., 1984) of the Güre Granitoid samples. VAG: volcanic arc granitoids, syn-COLG: syn-collision granitoids, WPG: within-plate granitoids, ORG: ocean ridge granitoids.

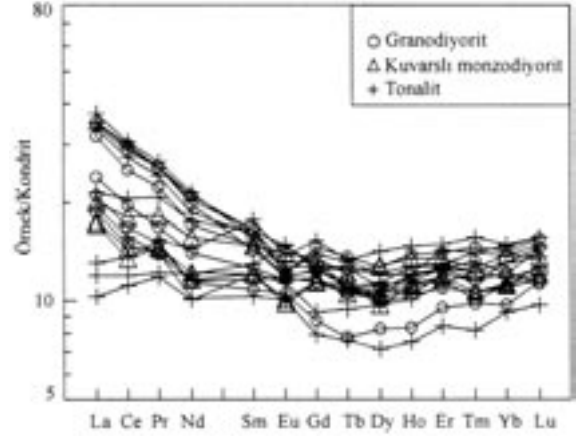


Şekil 16. Güre Granitoidi örneklerinin okyanus ortası sırtı granitlerine (Pearce vd., 1984) göre normalleştirilmiş iz element dağılımları.

Figure 16. Ocean Ridge Granite (ORG) (Pearce et al., 1984) normalised trace element plot of the Güre Granitoid samples.

gelişimi açısından önemli olduğu bilindiğinden (Arslan vd., 2001 ve 2002) Güre Granitoidinin ana magmasının gelişiminde yay kabuk yapısının önemli rolü olduğu ileri sürülebilir.

Bölgede hem volkanitler ve hem de sokulumun yaşı konusunda sağlıklı bilgilerin olmaması elde



Şekil 17. Güre Granitoidi örneklerinin kondrite (Taylor ve McLennan, 1985) göre normalize edilmiş nadir toprak element dağılımları.

Figure 17. Chondrite (Taylor and McLennan, 1985) normalised rare earth element patterns of the Güre Granitoid samples.

edilen bulguların petrojenetik açıdan irdelenmesini zorlaştırmaktadır. Ancak yan kayaç volkanitlerin en azından İst Kretase zaman aralığında oluştuğu kabul edilirse (Kolaylı ve Arslan, 2003), bunları kesen Güre Granitoidinin Üst Kretase-Paleosen (?) yaşlı olduğu söylenebilir. Böyle bir durumda söz konusu sokulumdan elde edilecek jeokronolojik kesin yaş tayini yan kayaç olan volkanitlerin en düşük yaşını da tanımlayacaktır.

Petrografik ve jeokimyasal veriler Güre Granitoidinin, I-tipi, kalkalkalin karakterli, metalümin-peralümin, alümino-kafemik (ALCAF), ayrılaşmış granitoid ve çarpışma ile eş yaşlı volkanik yay granitoidi özellikleri taşıdığını göstermektedir. Granitoid örneklerinin ana ve iz element değişimleri bunların gelişiminde kristal ayrılaşmasının önemli olduğunu göstermektedir. Ayrıca, uyumsuz element ve nadir toprak element dağılımları oluşumlarında olgunlaşan yay kabuğunun katkısının da önemli olduğuna işaret etmektedir. Sokulum, kesmiş olduğu dasitik kayalarla aynı ana magmadan türeyen ürünler veya tamamen ilişkisiz olabilir. Eğer sokulum volkanitlerle ilişkisiz ise, derinlere yerleşen büyük bazik magma odaları tarafından kabuğun ısıtılması nedeniyle gelişen kabuk ergimesine işaret eder. Bu yüzden yitim ve kabuk kalınlaşması esnasında gerçekleşen hibrid kökenli magmatik aktivite için delil oluşturmaktadır. Pet-

rografik ve petrokimyasal özelliklerine göre incelenen granitoidin kökeni hibrid bir malzeme olmalıdır. Ancak bu malzemenin oluşumunda silik veya manto kökeni daha fazla olabilmektedir (Debon ve Le Fort, 1983). Bu bakımdan incelenen Güre Granitoidi, hibrid ana magmanın farklılaşma ürünü olup, Doğu Pontid Geç Kretase ve sonrası magmatizmasının gelişiminde olgun yay kabuğunun önemine dikkat çekmektedir.

Güre Granitoidi, ergiyiklerce zengin bir kaynaktan itibaren fraksiyonel kristallenme ile oluşmuş olabilir. Granitik ana magma büyük oranda kısmi ergime ile oluşmuştur ve magma zorlaması (stopping) yolu ile volkanik kayalar içerisine yerleşmiştir. Granitik magmanın kristallenmesi nispeten derin kesimlerde (yaklaşık 6 km) başlamakta birlikte, son kristallenmesi sıg seviyelerde (yaklaşık 3 km) gerçekleşmiş olmalıdır. Bu durumda hornblendin kristallenmesi sırasında yükselmeye son yerleşmenin tamamlanmış olması gerekmektedir. Bölgenin genel tektoniği (KD-GB ve KB-GD uzanımlı ana kırık sistemleri; Bektaş ve Çapkınoğlu, 1997) hakkında; incelenen granitik kütlelerin muhtemel yerleşim yaşı ve yayılım geometrisi esas alındığında, bu yükselmenin ve/veya son yerleşmenin kırık sistemleri ile ilişkili olabileceğini söylemek mümkündür. Bu nedenle Güre Granitoidinden ve benzeri granitik sokulumlardan ileride yapılacak jeokronolojik yaşlandırmalar; hem sokulumların yerleşim yaşlarının belirlenmesi, hem de yöredeki Geç Kretase sonrası tektonizmanın aydınlatılması açısından oldukça önemlidir.

KATKI BELİRTME

Yazarlar, bu çalışma için maddi destek sağlayan Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (Proje No: 2000.112.005.7) Birimi'ne ve mikroprob analizlerinin gerçekleştirilmesinde yardımcı olan Dr. Sergei Matveev'e (Alberta Üniversitesi, Kanada) teşekkür ederler.

KAYNAKLAR

Adamia, S. A., Lordkipanidze, M. B., and Zakariadze, G. S., 1977. Evolution of an active continental margin as exemplified by the Alpine history of the Caucasus. *Tectonophysics*, 40, 183-199.

- Altun, Y. 1990. Giresun-Görece ve Tirebolu (Doğu Karadeniz) Yöresindeki renkli metal yataklarının karşılaştırmalı cevher mineralojileri ve kökenleri. Doktora Tezi, İstanbul Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 150 s (yayımlanmamış).
- Arslan, M. ve Aslan, Z., 2001. Doğu Pontid kuzey (Tonya-Trabzon) ve güney (Yağmurdere-Gümüşhane) zonundaki Eosen yaşlı granitik sokulumların jeokimyasal ve petrolojik özelliklerinin incelenmesi. KTÜ Araştırma Fonu Projesi Raporu No:98.112.005.2, 30 s.
- Arslan, M. ve Kolaylı, H., 2003. Güre (Giresun) Granitoidi ve çevre kayalarının petrografik, jeokimyasal, petrolojik ve jeokronolojik incelenmesi. Karadeniz Teknik Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projesi Raporu (Proje kod no: 2000.112.005.7), 43 s.
- Arslan, M., Tüysüz, N., Korkmaz, S., and Kurt, H., 1997. Geochemistry and Petrogenesis of the Eastern Pontide Volcanic Rocks, Northeast Turkey. *Chemical Erde (Geochemistry)*, 57, 157-187.
- Arslan, M., Hoskin, P.W.O., and Aslan, Z., 2001. Continental crust formation and thermal consequences of Cenozoic thickening of the Eastern Pontides Tectonic unit: Preliminary temporal constraints and implications. *Fourth International Turkish Geology Symposium (ITGS IV)*, 121 pp.
- Arslan, M., Temizel, İ., and Abdioğlu, E., 2002. Subduction input versus source enrichment and role of crustal thickening in the generation of Tertiary magmatism in the Pontid Paleo-Arc setting, NE Turkey. In: B. De Vivo and R.J. Bodgar (eds.) *Workshop-Short Course on Volcanic Systems, Geochemical and Geophysical Monitoring, Melt Inclusions: Methods, Applications and Problems*, Napoli, Italy, 13-16.
- Aslan, Z., 1998. Saraycık-Sarıhan granitoidleri (Bayburt) ve çevre kayalarının petrografisi, jeokimyası ve petrolojisiyle Sarıhan granitoidinin jeokronolojik incelenmesi. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 222 s (yayımlanmamış).
- Aslaner, M., Gedikoğlu, A. ve Tülümen, E., 1982. Harşit polimetallik mineralizasyonlarının ayrıntılı araştırılması. TÜBİTAK Matematik-Fizik ve Biyolojik Bilimler Araştırma Grubu, Proje No: TBAG 390, Ankara.
- Batchelor, B., and Bowden, P., 1985. Petrogenetic interpretation of granitoid rock series using multicationic parameters. *Chemical Geology*, 48, 43-55.
- Bektaş, O. ve Çapkınoğlu, Ş., 1997. Doğu Pontid magmatik arkında (KD Türkiye) neptünien dayklar ve blok tektoniği, Mesozoyik havzaların kinematiki ile ilgili bulgular. Çukurova Üniversitesi 20.Yıl Sempozyumu Bildiri Özleri, 187-189.

- Çamur, M. Z., Güven, İ. H., and Er, M., 1996. Geochemical characteristics of the Eastern Pontide volcanics: An example of multiple volcanic cycles in arc evolution. *Turkish Journal of Earth Sciences*, 5, 123-144.
- Çoğulu, E., 1975. Gümüşhane ve Rize bölgelerinde petrolojik ve jeokronometrik araştırmalar. *İstanbul Teknik Üniversitesi Yayınları*, 112 s.
- Debon, F., and Le Fort, P., 1983. A chemical-mineralogical classification of common plutonic rocks and associations. *Transactions Royal Society of Edinburgh, Earth Sciences*, 73, 135-149.
- EğİN, D., Hirst, D.M., and Phillips, R., 1979. The petrology and geochemistry of volcanic rocks from the northern Harşit river area, Pontid volcanic province, northeast Turkey. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 6, 105-123.
- Fuhrman, M. L., and Lindsley, D. H., 1988. Ternary-feldspar modelling and thermometry. *American Mineralogist*, 73, 201-215.
- Gedikoğlu, A., 1978. Harşit granit karmaşığı ve çevre kayaları. Doçentlik Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 161 s (yayımlanmamış).
- Güven, İ. H., 1993. 1/250 000 scaled geological and metallogenical map of the Eastern Black Sea Region. *Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Raporu, Trabzon* (yayımlanmamış).
- Hammarstrom, J. M., and Zen, E., 1986. Aluminum in hornblende: an empirical igneous geobarometer. *American Mineralogist*, 71, 1297-1313.
- Holland, T. J. B., and Blundy, J. D., 1994. Non-ideal interactions in calcic amphiboles and their bearing on amphibole-plagioclase thermometry. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, 116, 443-447.
- Hollister, L. S., Grisson, G. C., Peters, E. K., Stowel, H. H., and Sisson, V. B., 1987. Confirmation of the empirical calibration of Al in hornblende with pressure of solidification of calc-alkaline plutons. *American Mineralogist*, 72, 231-239.
- Johnson, M. C., and Rutherford, M. J., 1989. Experimental calibration of the aluminum in hornblende geobarometer with application to Long Valley Caldera (California) volcanic rocks. *Geology*, 17, 837-841.
- Kaygusuz, A. ve Şen, C. 1998. Torul (Gümüşhane) granitoidinin petrografik ve kimyasal karakterleri. Türkiye Cumhuriyeti'nin 75. Yılında Fırat Üniversitesi'nde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, 14-15.
- Kazmin, V. G., Sborshikov, I. M., Ricou, L. E., Zonnshain, L. P., Boulin, J., and Knipper, A. L., 1986. Volcanic belts as markers of the Mesozoic-Cenozoic Evolution of Tethys. *Tectonophysics*, 123, 123-152.
- Kolaylı, H. ve Arslan, M., 2003. Güre (Giresun) yöresi Üst Kretase volkanitlerinin petrografik ve petrokimyasal özellikleri. *Süleyman Demirel Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Dergisi*, 7-2, 145-160.
- Lameyre J., and Bowden P., 1982. Plutonic rock type series: discrimination of various granitoids series and related rocks. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 14, 169-186.
- Lameyre, J., and Bonin, B., 1991. Granites in the main plutonic series. In: J. Didier and B. Barbarin (eds.), *Enclaves and Granite Petrology*. *Development in Petrology*, 13, 3-17.
- Leake E. B., Wooley, A. R., Arps, C. E. S., Birch, W. D., Gilbert, M. C., Grice, J. D., Hawthorne, F. C., Kato, A., Kisch, H. J., Krivovichev, V. G., Linthout, K., Laird, J., Mandarino, J., Maresch, W. V., Nickhel, E. H., Rock, N. M. S., Schumacher, J. C., Smith, D. C., Stephenson, N. C. N., Ungaretti, L., Whittaker, E. J. W., and Youzhi, G., 1997. Nomenclature of Amphiboles Report of the Subcommittee on Amphiboles of the International Mineralogical Association Commission on New Minerals and Mineral Names. *European Journal of Mineralogy*, 9, 623-651.
- Manetti, P., Peccerillo, A., Poli, G., and Corsini, F., 1983. Petrochemical constraints on the models of Cretaceous-Eocene tectonic evolution of the Eastern Pontid Chain (Turkey). *Cretaceous Research*, 4, 159-172.
- Maniar, P.D., and Piccolli, P.M., 1989. Tectonic discrimination of granitoids. *Geological Society of America Bulletin*, 101, 635-643.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W., and Tindle, A.G.W., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, 25, 956-983.
- Pejatovic, S., 1979. Pontid Tipi Masif Sülfür Yataklarının Metalojenisi. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Yayınları No. 177*, 100 s.
- Sawa, T. ve Altun, Y., 1977. Doğu Karadeniz Bölgesi'ndeki tabakalı ve stockwork tip bakır, kurşun, çinko yatakları. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Raporu 1510*.
- Schmidt, M.W., 1990. Experimental calibration of the Al-in-hornblende geobarometer at 650°C, 3.5 kbar. *Terra (Abstracts)*, 3, 30.
- Streckeisen, A.L., 1976. To each plutonic rock its proper name. *Earth Science Reviews*, 12, 1-33.
- Şen, C., 1987. Dağbaşı (Trabzon) Bölgesinde yüzeylenen Alt Bazik (Jura)-Granitoid (Üst Kretase) formasyonlarının petrografik-kimyasal

- sal özellikleri. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 80 s (yayımlanmamış).
- Şen, C. ve Kaygusuz, A. 1998. Doğu Pontid adayayı granitoidlerin karşılaştırılmalı petrografik ve kimyasal özellikleri. KD Türkiye. Fırat Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yılı Sempozyumu Bildiri Özleri Kitabı, 12-13.
- Taner, M. F., 1977. Etuda géologique et pétrographique de la région de Güneyce-İkizdere, située au sud de Rize (Pontides Orientales, Turquie). Doktora Tezi, Université de Genève, 180 s (yayımlanmamış).
- Taylor, S.R., and McLennan, S.M., 1985. The Continental Crust, Its Composition and Evolution. Blackwell, Oxford, 312 pp.
- Tüysüz, N. ve Er, M., 1995. Lahanos (Espiye) ve İsraildere (Tirebolu) masif sülfid cevherleşmeleri çevresinde görülen hidrotermal alterasyon zonlarındaki kimyasal ve mineralojik değişimler. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 10, 104-113.
- Van, A., 1990. Pontid kuşağında Artvin bölgesinin jeokimyası, petrojenezi ve masif sülfid mineralizasyonları. Doktora Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 185 s (yayımlanmamış).
- Whalen, J.B., Kenneth, L.C., and Chappell, B.W., 1987. A-type granites: geochemical characteristics, discrimination and petrogenesis. Contributions to Mineralogy and Petrology, 95, 407-419.