

Kahramanmaraş Sutcu Imam

University

Journal of Engineering

Sciences



Guleman Ofiyoliti (Elazığ)'nin Jeokimyasal Özellikleri ve Tektonik Ortamı

Tectonic Setting and Geochemical Features of the Guleman Ophiolite (Elazığ)

Gülşah ÖZEK^{1*}, Muharrem AKGÜL², Nusret NURLU³ Nil YAPICI⁴

¹Elazığ Belediyesi, İşletme ve İştirakler Müdürlüğü, Elazığ

²Balıkesir Üniversitesi, Mühendislik Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Balıkesir

³Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fak., Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Adana

⁴Çukurova Üniversitesi, Mühendislik-Mimarlık Fak., Maden Mühendisliği Bölümü, Adana

*Sorumlu Yazar / Corresponding Author: Gülşah ÖZEK, gozek80@gmail.com

ÖZET

Guleman ofiyoliti Kızıldağ (Hatay)' dan Ağrı'ya kadar uzanan Güney kuşak üzerinde yer alır. Guleman ofiyoliti eksikli bir okyanusal litosfer kesiti sunmakta olup tabandan tava doğru; dünit ve kromitit içeren harzburgitlerden oluşan tektonitler ile dünit, verlit, klinopiroksenit, gabrolardan oluşan kümülatlar ve tüm bu birimleri kesen tekil diyabaz daykları ve bazik volkanik kayalardan oluşur. Volkanik kayalar, daykların ve gabroyik kayaların SiO₂ ve Zr/TiO₂ oranlarına bağlı yapılan jeokimyasal sınıflamalarında; volkanik kayaların sub-alkali bazalt, daykların diyabaz ve derinlik kayalarının gabrolar ile temsil edildiği ortaya konulmuştur. Diyabazların Nb/Y oranı 0,01 ile 0,02 arasında, bazaltların ise 0,01 ile 0,03 arasında değişmektedir ve her iki kaya grubundan alınan örneklerin tamamı toleyitik karakter sunmaktadırlar ve aynı kayaların Nb/Th'a karşı Y içeriğine göre değişim diyagramına göre örneklerin yay ortamına düştükleri gözlenmiştir. Tüm bu kayalar Ti-Zr ve V- Ti/1000 oranlarına göre ada yayı toleyitleri alanlarına düşmektedirler. Bazalt ve diyabaz örnekleri değişik oranlarda tüketilme sunmakla birlikte, yataya yakın bir desen sunmaktadırlar [(La/Yb)_N =0,41-1,01] ve örneklerin kondrite göre normalize edilmiş diyagramında hafif nadir toprak elementlerce oldukça az tüketilme sunmakta oldukları görülmektedir. Bu örneklerden büyük bölümü yüksek iyon yarıçaplı (LILE) elementlere göre (Rb, Cs, K, Ba, Sr) bakımından zenginleşme ve kalıcılığı yüksek elementlere göre (HFS) yataya yakın bir dalışım sunmaktadırlar ve N-MORB'a benzemektedirler. Bazaltik ve diyabazik kayalarda belirgin bir negatif Nb anomalisi ile tüketilme göstermektedirler. Elde edilen jeokimyasal veriler Guleman ofiyolitinin Güney Neotetis'te Geç Kretase'de okyanus içi dalma-batma zonu (SSZ) üzerinde oluştuğunu ve ada yayı toleyitlerinden türediğinin göstermektedir. Doğu Toroslar'da Geç Kretase yaşlı Guleman ofiyoliti Doğu Anadolu'da Elazığ'da yer almaktadır ve bölgede gözlenen Kömürhan, İspendere ofiyolitleri ile kökensel ilişkiye sahiptir. Önemli krom rezervlerine sahip olması nedeni ile Guleman ofiyoliti üzerine birçok çalışmaya yapılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Guleman, Neotetis, Ofiyolit, Elazığ, Güneydoğu Anadolu

ABSTRACT

The Guleman Ophiolite is located in the southern ophiolite belt which extends from Kızıldağ (Hatay) to Ağrı. The Guleman ophiolite in the region presents an incomplete oceanic lithospheric section and from bottom to top comprises is made up of tectonites which comprises dunite and chromite bearing harzburgites and cumulates which contain dunites, wherlite, clinopyroxenite, gabbros, diabase dykes and basic volcanites are other constituents of the ophiolite. The geochemistry of the volcanic, dyke and gabbroic rocks of the Guleman ophiolite shows that the volcanic unit comprises basalt, basaltic-andesite and andesite whereas the dykes are represented by diabase and microdiorite based on Zr/Ti vs Nb/Y ratios. Diabases have Nb / Y ratios between 0.01 and 0.02, basalts range from 0.01 to 0.03 and all of these samples taken from both groups show tholeiitic in character and the same rocks are plotted Nb/Th versus Y diagram that illustrate arc-like tectonomagmatic environment. All these rocks fall into the area of island arc tholeiites according to the Ti versus Zr and V versus Ti/1000 ratios. The volcanic and dykes data show a pattern close to the horizon, while offering consumption at varying rates [(La/Yb)_N =0,41-1,01] and the light rare earth elements (LREE) illustrate very little depleted in chondrite normalized diagram. The N-MORB normalized spider diagrams for these rocks show some selected large ion lithophile element (LILE) enrichments (Rb, Cs, K, Ba, Sr) and high field strength element content illustrate flat pattern and also compared to N-MORB. Basaltic and diabase rocks show significant negative Nb anomaly. The obtained geochemical data indicate that the Guleman ophiolite formed in a intra-oceanic- subduction zone (SSZ) in the Late Cretaceous in the Southern Neotethys and was derived from the island arc tholeiites (IAT). As it bears many large bodies of chromite ore, The Guleman Ophiolite has been studied in detail. Late Cretaceous Guleman ophiolite, one of the Neotethyan oceanic crustal remnants from the Eastern Tauride mountains, is located to the Elazığ in the southeast Anatolia.

Keywords: Guleman, Neotethys, Ophiolite, Elazığ, Southeastern Anatolia

1. GİRİŞ

Avrasya, Afrika ve Arap kıtaları arasında tektonik açıdan önemli bir konumda bulunan Türkiye söz konusu bu kıtaların birbiri ile olan hareketlerine bağlı olarak yoğun bir orojenik etkinliğe maruz kalmıştır. Neotetis okyanusunun Kretase zamanından itibaren kapanmaya başlaması sonucunda bölgede sıkışmalı rejim etkisi ile birçok basen kapanmış ve okyanusal litosferin tüketilmesi ile kıta üstlerine ofiyolit yerleşmeleri gerçekleşmiştir (Şekil 1). Anadolu'da gözlenen bu ofiyolitler günümüzde eski kıta sınırlarının belirlenmesi, tektonik ortamların ve jeolojik olayların yorumlanmasında büyük önem taşımaktadır. Özellikle son yıllarda ofiyolitler üzerinde yapılan ve yeni kullanılan jeokimyasal analizler ile bu yerleşimlerin hangi tektonik ortam şartları içinde ve hangi zamanlarda meydana geldiği daha net olarak ortaya çıkarılabilmektedir (Rızaoğlu ve diğ., 2004; Bağcı ve diğ., 2005; Robertson ve diğ., 2006, 2007; Parlak ve diğ., 2009; Nurlu ve diğ., 2016; Nurlu, 2016).

Anadolu'da gözlenen ofiyolit yerleşimleri genel olarak 3 önemli kısma ayrılarak incelenmektedir (Şekil 1). Bunlar, kuzeyden güneye doğru; 1) Kuzey ofiyolit kuşağı, 2) Orta (Toros) ofiyolit kuşağı, 3) Güney (Peri-Arap ofiyolit kuşağı'dır (Juteau, 1980). Bunlardan Güneydoğu Anadolu ofiyolitleri Neotetis okyanusunun kapanımına dair önemli ipuçları barındırmaktadır. Güneydoğu Anadolu bölgesindeki önemli ofiyolit yerleşimleri (Şekil 2); Hatay çevresindeki Kızıldağ ofiyoliti, Kahramanmaraş'daki Göksun, Berit ve Meydan ofiyoliti, Malatya civarındaki İspendere ofiyoliti ve Elazığ bölgesindeki Kömürhan ve Guleman ofiyolitleri (Özkan ve Öztunalı, 1984; Beyarşlan, 1996; Parlak ve diğ. 2004; Genç ve diğ. 1993 ve Robertson ve diğ. 2006; Rızaoğlu ve diğ. 2006; Bağcı ve diğ. 2005, 2008; Parlak ve diğ., 2009; Dilek ve Thy 2009, Nurlu ve diğ., 2016)'dir. Son yıllarda yapılan radyometrik yaşlandırma analizleri ile bunların çoğunun yaşı Üst Kretase olarak ortaya konulmuştur (Parlak ve diğ., 2009; Karaoğlan, 2012; Nurlu, 2016). Kahramanmaraş kuzeyindeki Berit ofiyolitinde ve Elazığ civarındaki Kömürhan ofiyolitinde ise yaygın ve oldukça şiddetli bir metamorfizmanın izleri gözlenir (Parlak ve diğ., 2004; Karaoğlan 2012). Bu çalışmada Doğu Anadolu bölgesinin önemli ofiyolit topluluklarından biri olan Guleman Ofiyolitinin jeokimyasal ve petrolojik analizleri ile elde edilen veriler, bölgenin tektonik ortamına dair bilgi elde etmek amacı ile yorumlanacaktır.



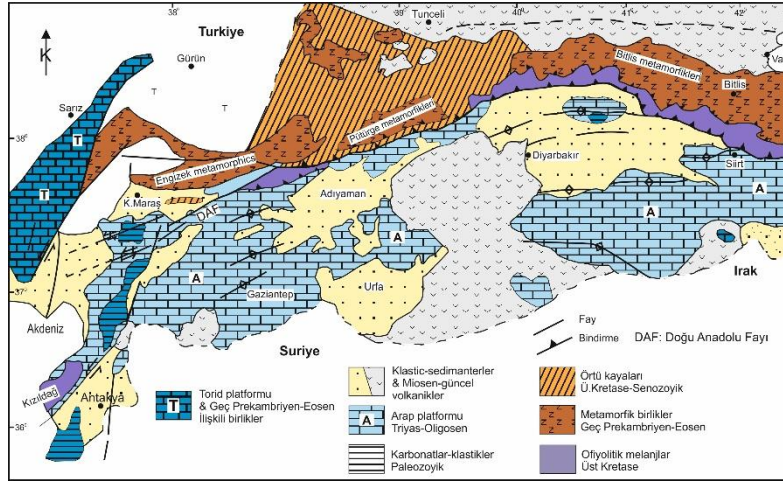
Şekil 1. Türkiye'deki ofiyolitlerin dağılımı (Juteau, 1980).

2. GENEL JEOLojİ

Elazığ ilinin Alacakaya ilçe sınırları içerisinde bulunan inceleme alanında (Şekil 3) birçok kayaç topluluğu bulunmaktadır. Bunları yaşlıdan gence Paleozoyik yaşlı Bitlis Metamorfitleri, Üst Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti, Üst Meastrihtiyen-Orta Eosen yaşlı Hazar Grubu, Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı ve Miyosen yaşlı Lice Formasyonu oluşturmaktadır (Şekil 4). İnceleme alanında kayaçlar geniş çerçevede incelendiğinde başlıca iki yapısal birime ayrılabilir. Bunlardan Lice Formasyonu ve Bitlis Metamorfitleri otokton, Guleman Grubu, Hazar Karmaşığı ve Maden Karmaşığı ise allohton birimlerdir. Bitlis Metamorfitleri Guleman Ofiyolitleri üzerine tektonik dokanakla gelmektedir. Hazar Karmaşığı ve Maden Karmaşığı bu birimi uyumsuz olarak örtmekte ve bu birimler hep beraber bölgede Arap Platformu'nu temsil eden Miyosen yaşlı Lice Formasyonu üzerine bindirmişlerdir.

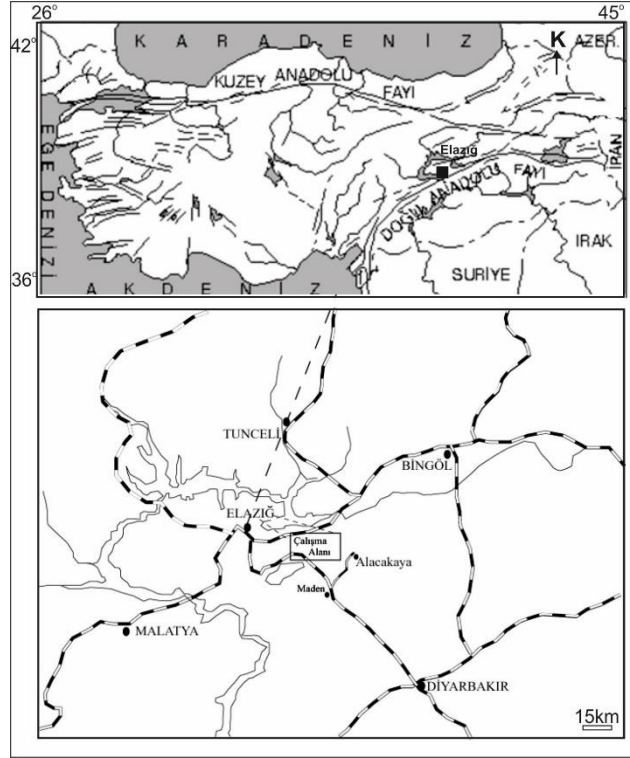
Guleman ofiyoliti Elazığ ilinin Maden ilçesinin kuzey kesimlerinde oldukça geniş bir yayılım sunmaktadır (yaklaşık 200 km²) (Şekil 5). Guleman Ofiyoliti Engin ve diğ., 1982; Özkan, 1982; tarafından Guleman yöresinde yüzeyleyen ultramafik-mafik kayaçlar, tektonik dilimlenmeyle parçalanmış eksik dizi bir ofiyolit topluluğu olarak tanımlanmış ve "Guleman Ofiyoliti" şeklinde adlandırılmıştır.

Guleman Ofiyoliti, Güney Kuşak Ofiyolitleri içerisinde yer almaktadır. Bingöl, 1986 istif içerisinde levha dayk karmaşığı görülmediğini ve volkanik kayaların ise tartışmalı olduğunu, Erdoğan, 1982; Özkan, 1983b; Özkan ve Öztunalı, 1984 ise bölgede yayılım gösteren ve Caferi Volkanitleri olarak adlandırılan bu volkanitlerin Guleman Ofiyoliti'nin yüzey kayacı olduğunu kabul etmiş, ancak bir grup araştırmacı da (Perinçek, 1979; Yazgan, 1981; Bingöl, 1984) bu volkanitlerin Elazığ Magmatitlerine ait olduğunu belirtmişlerdir.



Şekil 2. Türkiye'deki Güney kuşak ofiyolitleri'nin dağılımı (Yılmaz ve diğ., 1993).

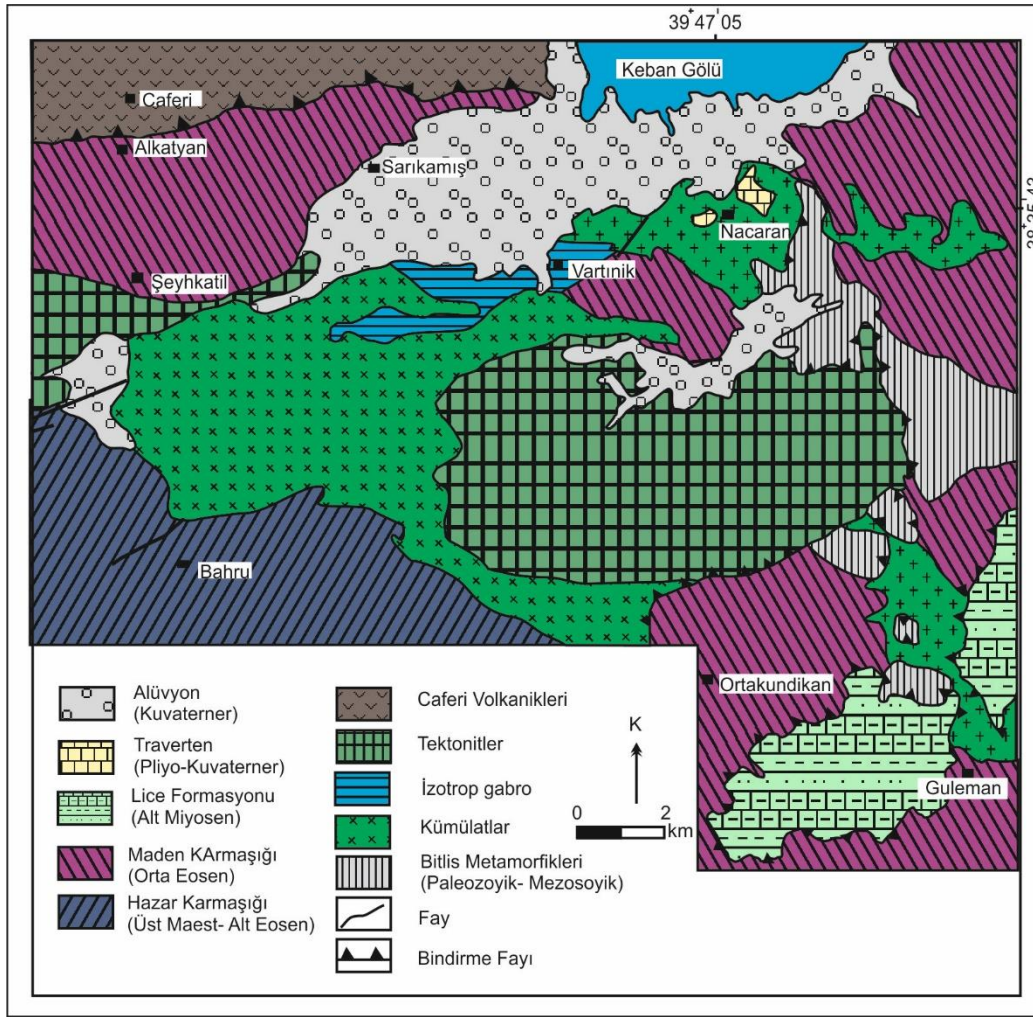
Guleman ofiyoliti, okyanusal litosferin alt kısmını, manto tektonitlerini, ultramafik ve mafik kümülatları kapsar. Birim; tektonitler, kümülatlar tekil dayklar, diyabaz ve bazik volkanik kayalardan oluşmaktadır. Birim tabanda 5-10 m kalınlığında dünit ve podiform kromit içeren harzburjitlerden oluşmuş tektonitler; dünit-verlit-klinopiroksenit ardalması ve bantlı gabrolardan oluşmuş kümülatlar ve ofiyolitlerle arazi ilişkisi gözlenmeyen, ancak kökensel olarak ilişkili olduğu düşünülen volkanitlerden oluşmaktadır (Özkan ve Öztunalı, 1984) (Şekil 6). Kümülat grubu kayalar tektonitlerin üzerinde ve genel olarak onları çevreler konumda bulunmaktadır (Engin ve diğ., 1982). Bu kayalar farklı yapısal seviyelerde izole dayklar tarafından kesilmektedir. Manto tektonitleri 4 km'den daha kalın olup tüm ofiyolit kütesinin en az % 60'ını oluşturmaktadır. Bu seviyelerde dünit ve podiform kromit içeren harzburjitler egemen konumdadır (Özkan ve Öztunalı, 1984). Tektonitlerin üzerinde dünitlerle başlayıp harzburjit, gabrolara kadar uzanan ve kristal çökelişi süreciyle oluştuklarına işaret eden tipik yapı ve dokular sunan kümülat grubu kayalar, 2800 m kalınlığında bir magmatik seri olup kristal yerleşme süreçlerine katkıda bulunan yapı ve dokular sunarlar (Özkan ve Öztunalı, 1984). Manto tektonitleri katmanlı kümülatlar tarafından kademeli olarak örtülmekte olup, yaklaşık 2800 m kalınlığa sahiptir (Özkan ve Öztunalı, 1984). Ultramafik kümülatlar, dağılmış bantlı kromitler içeren dünitlerle başlamakta olup ardından verlite ve klinopiroksenite geçer. Kümülat gabrolar ise troktolit, olivin gabro ile temsil edilmektedir. (Özkan ve Öztunalı, 1984). İzotrop gabrolar gabro, kuvars-gabro ve kuvars- diyoritlerle temsil edilmekte ve granuler ve ofitik doku sunmaktadırlar. Kümülat gabrolar, hızlı kristalleşme oranına işaret eden dokular (adkümülat ve heteradkümülat doku) sunar.



Şekil 3. Çalışma alanının yer bulduru haritası.

Sungurlu (1979), Elazığ–Hazar–Palu çevresinde yaptıkları çalışmalarda Guleman Grubu’nda ilk kez rastladıklarını belirttikleri volkanitlerle girik olarak gözlenen kırmızı renkli kireçtaşlarından almış oldukları kayaç örneklerinde *Globo truncana* sp., *Globo truncana stuarti*, *Globo truncana lapparenti*, *Globo truncana arca* ve *Heterohelix* sp. fosillerini tespit ederek birim için Kampaniyen – Alt Maastrichtiyen yaşını önermişlerdir. Kılıç (2005), inceleme alanının batısında birim üzerine yaptığı çalışmada; Guleman Ofiyoliti’nin Neotetis’in güney kolunun, Üst Kretase’de kuzeye doğru dalmasıyla, dalan kabuk üzerindeki okyanusal kabukta meydana gelen açılmaya bağlı olarak gelişen okyanusal kabuğun ürünleri olduğunu ve dolayısıyla da yaşının Üst Kretase olması gerektiği belirtmektedir.

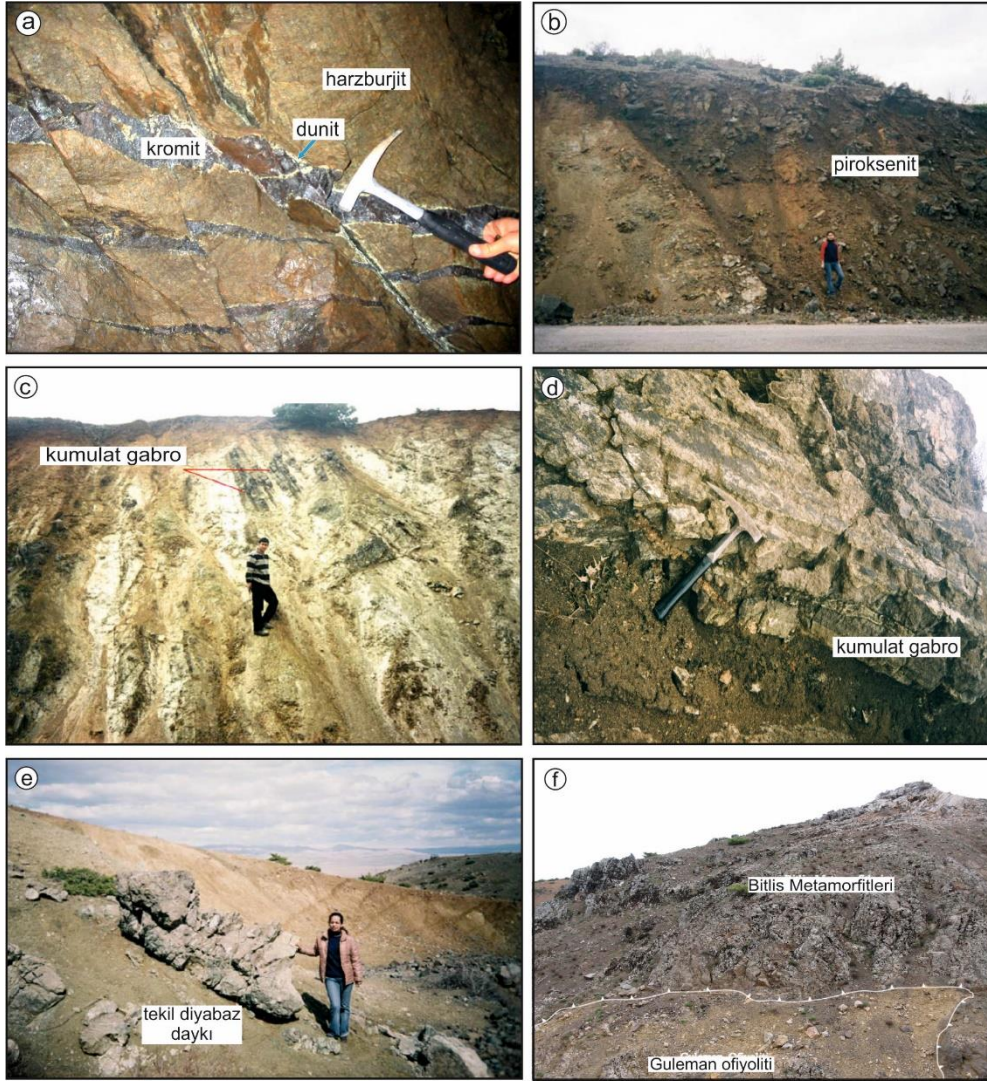
Guleman Grubu üzerine transgresif olarak gelen Hazar Karmaşığı Kumtaşı–şeyl–marn–kireçtaşı ardalanmasından oluşmaktadır. Hazar Karmaşığı, inceleme alanında, Bahru köyü civarında yer almakta olup çalışma alanının güneybatısında yüzeylenmektedir. Birimin en altında taban konglomerası ardından kumtaşı–çamurtaşı–kilitaşı–marn–killi kireçtaşı–sileksit–radyolarit ve pembe–kızıl renkli kireçtaşları gelir. İçerdiği fosillerle yaşı belirlenen birim alt filişler olarak nitelendirilir. Hazar Karmaşığı bazalt, diyabaz, melafir, tüf ve andezit gibi volkanik ara katkılarına da sahiptir (Arıkal ve Taşan, 1986). Hazar Grubu’nun çökeltme ortamı üzerine çalışma yapan Aktaş ve Robertson (1984), ortamın başlangıçta karasal olduğunu ve birimin tabanında bulunan Ceffan Formasyonunun bu karasal ortamı temsil ettiğini belirtmişlerdir. Birimin yaşı, daha önceki araştırmacılar tarafından içerisindeki fosillerden yararlanarak Üst Meastrihtiyen – Orta Eosen olarak tespit edilmiştir.



Şekil 4. Guleman ve yakın civarının jeolojik haritası (Özkan 1983'den sadeleştirilerek).

Çalışma sahasında Guleman Ofiyoliti üzerine yer yer tektonik olarak Bitlis Metamorfitleri gelmektedir. Bitlis Metamorfitleri Türkiye'nin güneydoğusunda bulunan metamorfik kayaç topluluğu için kullanılmaktadır (Boray, 1976) ve bu metamorfik kuşak Toros Orojenik Kuşağının doğu kısmında yaklaşık olarak 300 km uzunluğunda ve 60 km genişliğinde bir yayılıma sahiptir. Bu kuşak birbiri üzerine bindirmiş çok sayıda tektonik dilimlerden oluşmuştur (Göncüoğlu ve Turhan, 1984). Genç (1981, 1984) yaptığı çalışmasında, Bitlis Metamorfitleri'nin gnays, kuvarsit, amfibolit, ve mermerlerden meydana geldiğini ve bu metamorfik kayaçların Paleozoyik yaşlı olduğunu belirtmiştir. İnceleme alanında ise Bitlis Metamorfitleri kristalize kireçtaşları ile temsil edilmektedir.

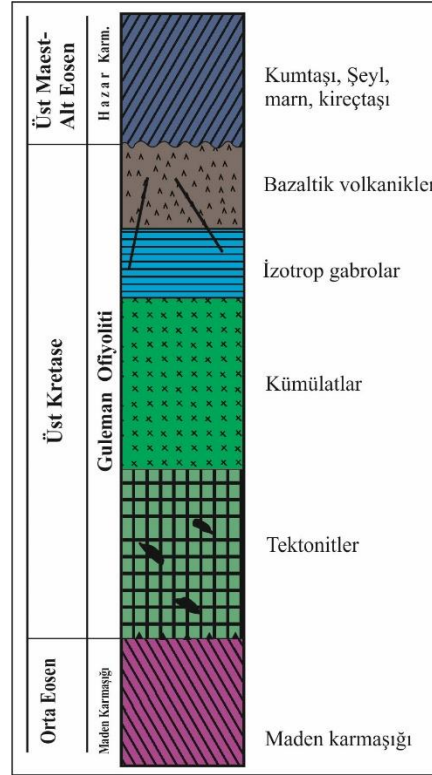
Hazar Karmaşığı'nı üzerleyen Maden Karmaşığı, inceleme alanında, Sarıkamış köyünün batısında Şeyhkatil ile Alkatyan köyleri çevresinde ve çalışma alanının doğusunda Ortakundikan köyü çevresinde yüzeylenmektedir. Birim alttan üstte doğru karbonatlı kumtaşı, kireçtaşı, çamurtaşı, yastık lavlar, andezit – bazalt seviyesi ve bunların üzerinde Nummulitli kireçtaşlarından oluşan Orta Eosen yaşlı allokton çökel birim, Ercan ve diğ. (1970) (Başpınar, 2006) tarafından bütünüyle Alt Fliş, Erdoğan (1977) tarafından Maden Grubu, Sungurlu (1979), (Başpınar, 2006) tarafından da Ergani Grubu olarak adlandırılmıştır (Engin ve diğ., 1982).



Şekil 5.a) Harzburgitler içerisinde gelişmiş kromitlerin görünümü, b) ultramafik kümülatlara ait piroksenitlerin görünümü, c-d) kümülat gabrolara ait arazi görünümü, e) tektonik diorit dayklara araziden bir örnek, f) Bitlis metamorfittleri ile Guleman ofiyolitinin dokanak ilişkisi

Maden Grubu, tipik olarak yüzeyleme verdiği Maden ilçesi (Elazığ) ve dolaylarında aynı zamanda en geniş yüzeylemelerine sahiptir. Birimin genel dağılım alanı, doğuda Palu İlçe'sinin doğusu ve Arıcak İlçesinin kuzey kesimlerinden başlayarak, Malatya ili güneyi ve Adıyaman ili kuzey kesimlerine kadar uzanan yaklaşık KD-GB doğrultusunda ve Doğu Anadolu Fayı'na paralel bir zonu kapsar. Bu zon içerisinde Palu-Hazar gölü arasında fayın güney kesimlerinde daha geniş bir dağılım gösterirken, bu geniş yüzeylemeler Hazar Gölü'nün güneybatı kesiminden itibaren Adıyaman ilinin kuzeyine kadar ise, fayın kuzeyinde kalan alanlarda yer alır (Çelik,2003). Birim içerisindeki volkanik kayalar Aktaş ve Robertson (1984)'ın jeokimyasal verileri esas olarak yaptıkları çalışmalarına göre kuzeye dalımlı bir yitim zonu üzerinde, yay öne bölgede gelişen çek – ayır havzada oluştuğunu ortaya koymuştur. Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı boyunca birim; Lice Formasyonu üzerinde tektonik dokanakla durmaktadır. İnceleme alanında yüzeyleme veren bu birim üzerine çalışma yapan birçok araştırmacı (Perinçek ve Özkaya, 1981; Özkan,1982; Hempton, 1984,1985; Perinçek ve Kozlu,1984; Sungurlu ve diğ., 1985; Yiğitbaş ve diğ., 1993) içerdiği fosillerden birimin yaşını Orta Eosen olarak tespit etmişlerdir (Çelik, 2003).

İnceleme alanında Bitlis Metamorfittleri, Maden Karmaşığı ve Guleman Ofiyoliti Lice Formasyonu üzerine bindirmeli olarak gelmektedir. Lice Formasyonu çalışma alanının özellikle güneydoğu kesimlerinde yüzeyleme vermektedir. Bu birim içinde yer yer kireçtaşı katkıları içeren silttaşı – kumtaşı araldanmasından oluşan fliš fasiyesindeki kayalardan oluşmaktadır (Engin ve diğ., 1982). Gri ve açık yeşil renkte görülen Lice Formasyonu, kumtaşlarının daha egemen olduğu kesimlerde açık sarı renkte görülmektedir. Tabaka kalınlıkları yer yer değişmekle birlikte genellikle ince tabakalıdır ve kalınlıkları 5-10 cm arasında değişmektedir (Akgül, 1993).



Şekil 6. Guleman ofiyoliti ve bölgede yer alan diğer tektonomagmatik birimlerin genelleştirilmiş dikme kesiti (Özkan 1983'den değiştirilmiştir).

Ergani ve Palu çevresinde çalışma yapan Perinçek (1979, 1980), bu birimin altta kireçtaşı ile başlayıp yukarı doğru kumtaşı, şeyl ardalanması ile devam ettiği ve birimin kalınlığının Ergani civarında 1250 m'ye kadar çıktığını belirtmektedir. Çağlayancerit (Maraş) civarında geniş yüzeyleme veren Lice Formasyonu üzerine araştırma yapan Akıncı ve diğ. (2016), birimden derledikleri fosillere ve stratigrafik konumuna göre birime Alt – Orta Miyosen yaşını vermişlerdir.

3. ANALİTİK METODLAR

Guleman Ofiyolitine ait kayaçların jeokimyasal özelliklerini ve oluştukları jeotektonik ortamları belirlemek amacı ile 15 adet örnek analiz edilmiştir. Analizi yapılacak örneklere ait ince kesitler polarizan mikroskopta incelenmiştir. Mikroskobik incelemelerde ofiyolit birimine ait kayaç örnekleri dünit, harzburjit, pirokсенit, gabro, diyabaz ve volkanik kayaçlar olmak üzere altı ana gruba ayrılmış ve analiz için her gruptan beşer adet örnek seçilmiştir. Örnekler seçilirken alterasyondan etkilenmemiş veya an az altere olmuş örnekler seçilmiştir. Bu örnekler Kanada ACME Analitik Laboratuvarlarında ICP-MS (Inductively Coupled Plasma Mass Spectrometry) yöntemi ile analiz edilmiştir. Analiz edilen örneklerde ana oksit, iz element ve REE (nadir toprak element) içerikleri belirlenerek Tablo 2' de verilmiştir. Guleman Ofiyolitine ait yarı derinlik ve volkanik kayaçlar ilgili programlarda değerlendirilerek bu kayaçların adlandırılmaları ve oluştukları jeotektonik ortam belirlenmiştir.

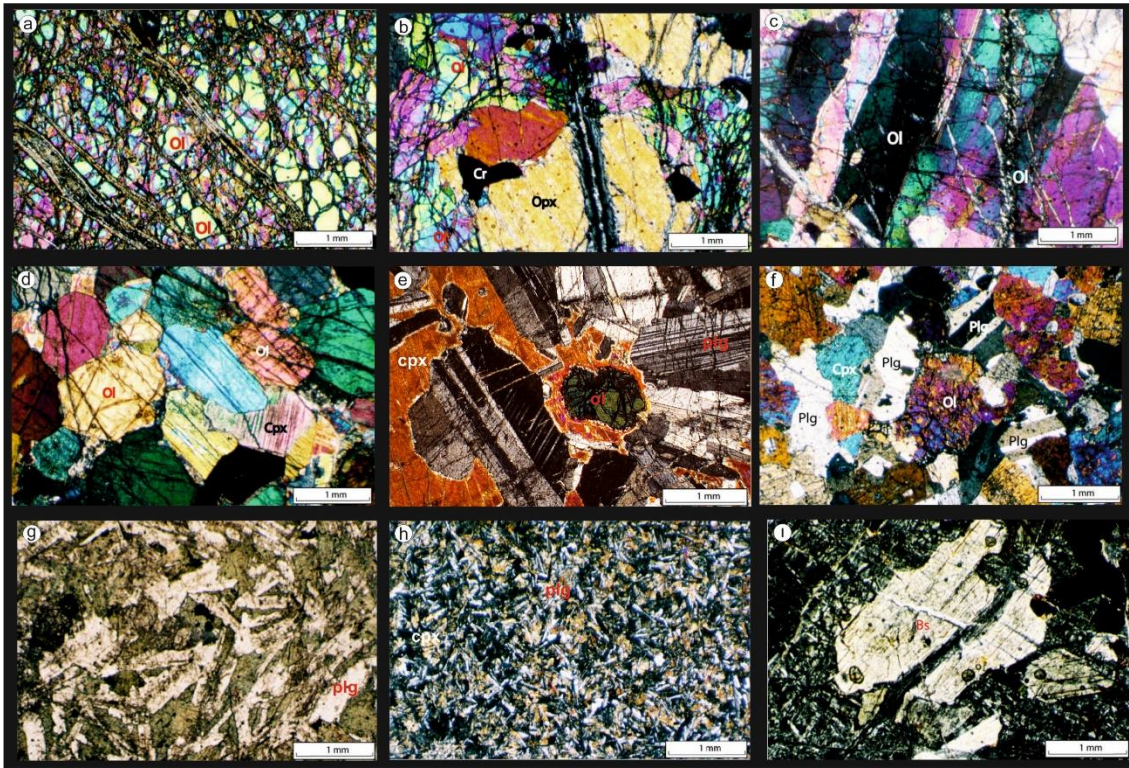
4. ARAZİ GÖZLEMLERİ ve PETROGRAFI

Guleman ofiyoliti, tabandan tavana doru tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar ve volkanikler ile eksikli bir ofiyolit dizi sunmaktadırlar. Manto tektonitleri dünitler ve harzburjitlerle temsil edilmekte, ultramafik kümülatlar dünit, verlit, serpantinitle ve mafik kümülatlar olivinli gabro, gabro türü kayaçlarla, tekil diyabaz daykları diyabaz ve mikrodiyortilerle ve volkanik seviye ise bazaltik kayalarla temsil edilmektedirler (Şekil 5 a-f). Dünitler granüler, elek doku sunmakta ve %90'dan fazla olivin içermektedirler, bir kısmı ayrışmamış halde gözlenen dünitlerin büyük bölümü serpantinleşme göstermektedirler. Harzburjit, verlit, klinopiroksenit türü kayaçlar granüler, elek ve poiklitik doku sunmaktadırlar, Olivinli gabro, gabro türü kayaçlar poiklitik ve granüler doku göstermektedirler ve Tablo 1'de verilen mineral birlikteliklerine sahiptirler. Kümülat kayaçlar, magmatik tabakalanma, çapraz tabakalanma, slump ve çökellemeyle yaşıt faylanma gibi kristal segregasyonuna işaret eden yapılar ve dokular sergiler (Özkan ve Öztunalı, 1984). Kümülat kayaçların kristallenme sırası, krom-olivin-klinopiroksen-plajiyoklas-hornblend ve kuvars ile karakteristiktir (Özkan ve Öztunalı, 1984). Guleman Ofiyoliti bünyesinde, muhtemelen yerleşmeden sonraki erozyon nedeniyle herhangi bir levha dayk kompleksi gözlenmemektedir.

Tablo 1. Guleman ofiyolitine ait kayaların mineral birliktelikleri (Ol: olivin, Opx: ortopiroksen, Cpx: klinopiroksen, Pl: Plajiyoklas, Hbl: hornblend, Cr: krom, Ep: epidot, Cal: kalsit, Kln: kaolin, Ttn: titanit, Ser: serpantin, OM: opak mineral

Kayaç Tipi	% Oran	Ol	Opx	Cpx	Pl	Hbl	Cr	Ep	Cal	Kln	Ttn	Ser	OM
Dunit		90-92	3-4				X					X	X
Harzburjıt		50-57	30-33	1-3			1-2					1-2	
Verlit		65-68	1-2	25-30			X					X	X
Klinopiroksenit		4-6	3-4	85-92			X					X	X
Olivinli gabro		3-5		40-43	50-57			X		X			X
Klinopiroksenli gabro			1-2	40-45	50-52			X		X	X		X
Diyabaz				20-25	60-65	7-8		X	X	X			X
Bazalt		15-18	3-5	15-17	20-25				X		X		

İnceleme alanındaki diyabazlar; tekil diyabaz daykları şeklinde bulunmaktadır ve mikrogranüler doku sunmaktadırlar (Şekil 7g). Bazaltlar Guleman Grubunun en üst kısımlarını oluşturmaktadır. Bu kayaçlarda mikrolitik porfirik doku gözlenmekte hakim mineral plajiyoklaslarla temsil edilmektedir (Şekil 7, Tablo 1).



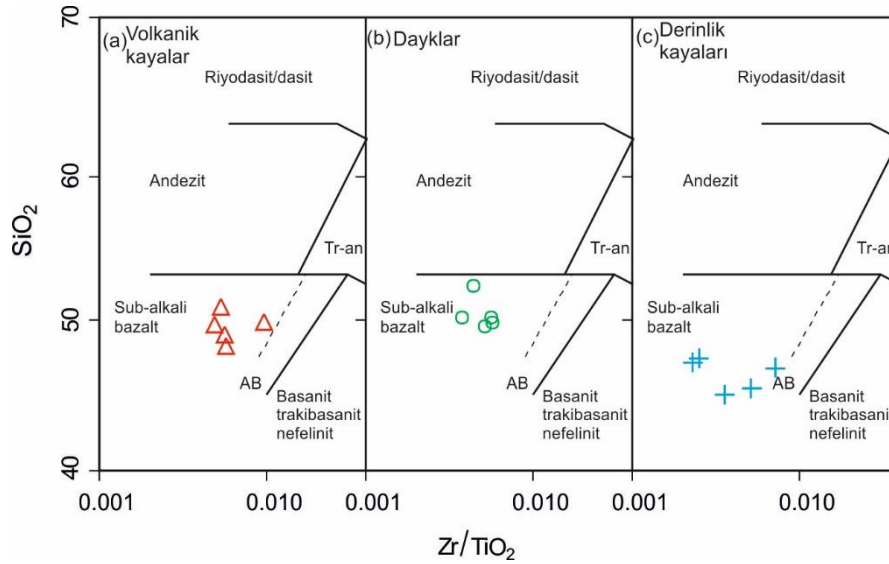
Şekil 7. Guleman ofiyolitinden derlenen örneklerin ince kesitlerin polarizan mikroskop görüntüleri. a) Olivinlerde görülen porfiroklastik doku ve manyetit oluşumları, b) Porfiroklastik doku gösteren harzburjıtlar, c) Dunitlerde olivinlere ait king-bantlar, d) Verlitlere ait adkümülat doku, e) İzotrop gabrolarda gözlenen poikilitik doku, f) Olivinli gabroların çift nikolde görüntüsü, g) İzole dayklara ait mikrodyoritlerin tek nikol görünümü, h) Bazaltlarda görülen kloritleşmeler, ı) Guleman Grubuna ait piroksenlerin bastitleşmesi, (Ol: olivin, Opx: ortopiroksen, Cpx: klinopiroksen, Plg: plajiyoklas, Chl: klorit, Bs: bastit).

5. GULEMAN OFİYOLİTİNİN JEOKİMYASI

Guleman ofiyolitine ait gabroyik, dayk ve volkanik kayaların ana, iz ve nadir toprak element (REE) verileri Tablo 2'de verilmektedir. Guleman ofiyolitinde gözlenen gabroyik, dayk ve volkanik kayalara ait Winchester ve Floyd 1977 tarafından ortaya konulan SiO_2 ' ye karşı Zr/TiO_2 oranlarının karşılaştırılması ile elde edilen kaya sınıflaması kullanılmıştır (Şekil 8). Volkanik kayalara ait örnekler sub-alkali bazalt, dayklara ait örnekler diyabaz ve gabroyik kayalara ait örnekler ise gabrolarla temsil edilmektedirler (Şekil 8).

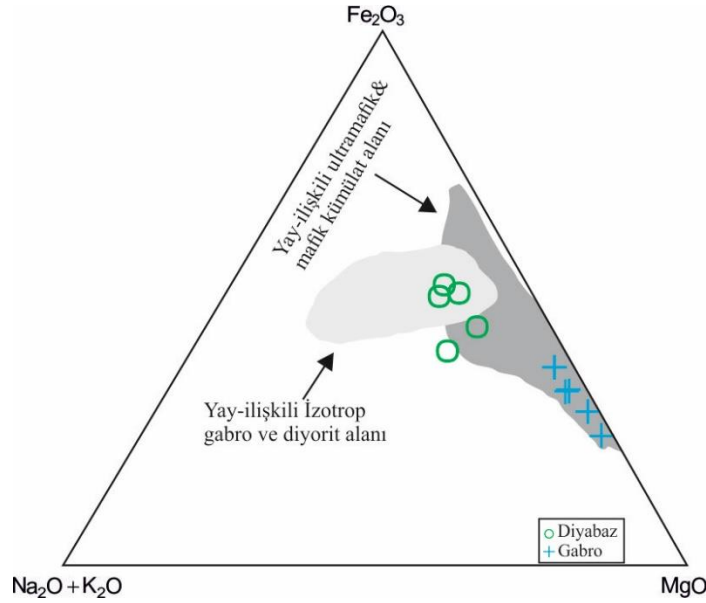
Tablo 2. Guleman ofiyolitine ait bazalt (B), diyabaz (D) ve gabroyik (G) kayaların Ana (%oksit)-İz Nadir toprak element (ppm) içerikleri (ae: analiz edilemedi).

	B22	B32	B41	B51	B55	D4	D5	D21	D42	D52	G1	G2	G3	G4	G5
SiO ₂	50,75	49,78	48,93	49,59	48,14	52,22	50,15	49,58	49,84	50,11	45,04	46,82	47,15	45,46	47,49
Al ₂ O ₃	15,34	14,85	14,79	15,05	15,49	14,71	15,85	14,02	15,08	14,64	10,07	12,41	10,81	6,59	13,27
Fe ₂ O ₃	9,73	10,38	10,34	10,43	11,47	8,5	8,88	11,78	10,6	11,33	6,54	9,04	8,34	8,81	7,16
MgO	7,98	8,49	7,11	7,76	7,92	8,94	9,21	8,73	7,35	7,51	19,94	14,64	16,43	21,36	14,21
CaO	8,81	11,36	9,94	10,07	11,58	8,64	10,87	11,22	10,31	10,8	13,3	15,31	14,32	13,24	15,58
Na ₂ O	3,1	2,24	3,6	3,17	2,32	3,69	2,26	2,47	2,94	2,74	0,28	0,59	0,61	0,3	0,62
K ₂ O	0,26	ae	ae	0,06	ae	0,25	0,2	0,04	0,07	ae	ae	ae	ae	ae	ae
TiO ₂	0,89	0,99	1,11	1,08	1,03	0,35	0,27	1,01	1,1	1,18	0,05	0,13	0,15	0,14	0,14
P ₂ O ₅	0,09	0,09	0,1	0,1	0,1	0,04	0,03	0,09	0,09	0,09	ae	ae	0,01	ae	ae
MnO	0,2	0,16	0,16	0,2	0,17	0,14	0,16	0,15	0,15	0,18	0,11	0,12	0,14	0,12	0,12
Cr ₂ O ₃	0,3	0,3	0,03	0,017	0,04	0,04	0,03	0,04	0,03	0,02	0,23	0,23	0,11	0,24	0,11
LOI	2,8	1,5	3,8	2,5	1,7	2,5	2,1	0,9	2,4	1,4	4,4	0,7	1,9	3,9	1,3
Top/C	0,01	0,03	0,02	0,02	0,01	0,13	0,02	0,01	0,01	0,03	0,03	0,02	0,04	0,04	0,03
Top/S	0,44	ae	0,01	0,02	0,04	ae	0,01	0,01	ae	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	ae
Toplam	100	99,92	99,92	100	100	100,1	100	100,1	100	100	100	100,1	100	100	100
Ba	27,8	14,5	4,5	13,4	26,4	16,5	9,5	11,6	14,5	10,4	5,1	2,6	2,5	2,1	3,6
Co	33,4	41,7	36	38,5	43,5	37,9	38,9	42	36,3	44,1	58,4	54,6	63,8	78,2	51,2
Cs	0,3	ae	ae	0,1	ae	0,2	0,2	ae	ae	ae	ae	0,5	ae	ae	ae
Gn	13	15,3	16,9	14,8	16,2	11,5	11,5	15,1	15,3	16,3	4,9	8	7,8	4,3	7,7
Hf	1,9	1,9	2,1	1,7	1,8	0,8	ae	1,9	1,8	2,4	ae	ae	ae	ae	ae
Nb	0,6	0,9	0,9	0,5	0,8	ae	ae	0,6	0,7	0,7	ae	ae	ae	ae	ae
Rb	2,8	ae	ae	0,8	ae	2,9	2,1	ae	0,6	ae	0,6	1,5	ae	ae	ae
Sr	183,9	115,1	76,9	141,9	125,6	163,9	138,5	95	162,1	127,1	27,9	78,5	54,1	29,4	75,3
Ta	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae	ae
Th	0,3	0,2	0,3	ae	ae	ae	0,1	0,1	0,3	ae	0,1	0,1	ae	ae	ae
V	254	259	276	276	262	248	230	258	252	300	96	165	163	140	146
W	1	0,1	0,7	ae	ae	0,6	0,2	ae	0,3	1,3	ae	0,2	1	0,4	0,1
Zr	48,1	96,1	62,4	53,4	59,1	15,5	10,2	52,5	63	67,2	1,8	9,4	3,5	7,3	3,5
Y	23,4	24,9	26,4	26,8	26,2	12	8	26	25,4	29,6	1,8	4	5,2	4,4	4,4
La	2,4	2,4	2,7	2,3	1,9	0,6	0,6	1,6	2,4	2,2	ae	ae	ae	ae	ae
Ce	7,6	7,5	8,7	7,4	6,9	2	1,6	5,6	7,8	7,8	ae	ae	ae	ae	ae
Pr	1,23	1,24	1,53	1,27	1,2	0,35	0,3	1,09	1,38	1,32	0,03	0,08	0,1	0,09	0,08
Nd	6,1	6,1	7,4	6,7	6,8	2,8	1,1	6,2	6,6	7	ae	0,5	0,5	0,4	0,6
Sm	2,4	2,3	2,8	2,6	2,6	0,9	0,4	2,6	2,6	2,8	ae	0,2	0,3	0,3	0,3
Eu	0,92	0,86	1,15	1,08	0,95	0,35	0,25	0,92	1,07	1,17	ae	0,16	0,19	0,16	0,19
Gd	3,2	3,12	3,52	3,68	3,52	1,37	1,03	3,35	3,47	3,97	0,19	0,51	0,58	0,54	0,58
Tb	0,56	0,66	0,69	0,65	0,68	0,28	0,22	0,67	0,66	0,78	0,03	0,11	0,12	0,11	0,13
Dy	3,66	4,28	4,43	4,5	4,38	1,97	1,24	4,45	4,35	5,3	0,29	0,67	0,84	0,74	0,78
Ho	0,82	0,93	0,94	0,96	0,92	0,44	0,3	0,93	0,96	1,15	0,07	0,17	0,21	0,16	0,17
Er	2,5	2,59	2,76	2,92	2,85	1,34	0,92	2,81	2,85	3,3	0,19	0,46	0,52	0,48	0,51
Tm	0,37	0,44	0,44	0,48	0,44	0,23	0,16	0,45	0,41	0,52	ae	0,08	0,09	0,08	0,08
Yb	2,37	2,48	2,83	2,66	2,61	1,44	0,88	2,57	2,62	3,3	0,17	0,32	0,57	0,47	0,51
Lu	0,32	0,39	0,4	0,42	0,45	0,16	0,13	0,4	0,4	0,42	0,02	0,06	0,07	0,07	0,05
Mo	0,2	0,6	0,2	0,5	1,5	0,1	0,6	1,5	0,8	0,1	0,7	2,3	0,2	1,5	1
Cu	54,6	61,9	31,8	47,7	126	23	23,6	7,9	34,2	23,7	43,9	22,3	12,9	10	9,6
Pb	0,2	0,6	0,3	1,2	1,5	0,5	0,8	0,4	0,3	0,3	0,4	1,1	0,5	0,5	0,3
Zn	52	32	49	52	70	24	18	16	18	36	19	26	38	26	30
Ni	97	107	62	63	95	106	101	118	69	51	326	222	216	376	174
Sc	35	34	34	36	34	38	39	35	35	36	33	46	46	48	45
As	ae	0,8	0,5	ae	0,6	ae	ae	0,5	0,6	0,5	ae	0,9	ae	0,5	ae
Hg	0,03	0,01	0,01	0,01	0,02	0,01	0,01	0,01	0,01	0,01	ae	0,01	0,01	0,01	0,01



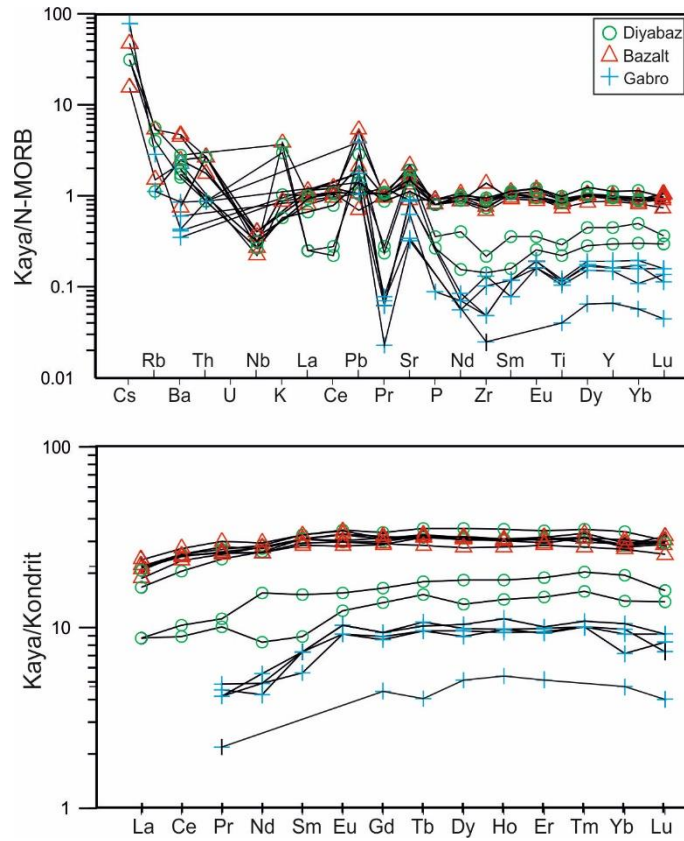
Şekil 8. Guleman ofiyolitine ait volkanik kayalara, gabroyik kayalara ve dayklara ait kayaçların SiO_2 ile Zr/TiO_2 oranlarına göre sınıflandırılması (Winchester ve Floyd 1977).

Beard (1986) tarafından geliştirilen ve kümülat ve izotrop gabroların alanlarının ayrıldığı AFM diyagramı incelendiğinde örneklerin MgO 'ten Fe_2O_3 'e doğru bir trend gösterdikleri ve diyabaz örneklerinin yay-ilişkili kümülat olmayan alanında oldukları, gabroyik kayaların ise yay-ilişkili kümülat alanına düştükleri gözlenmiştir (Şekil 9). Kümülat gabroların, bazaltlar için önerilen aşağıda verilmiş olan ayırım diyagramlarında kullanılması uygun görülmemiştir.



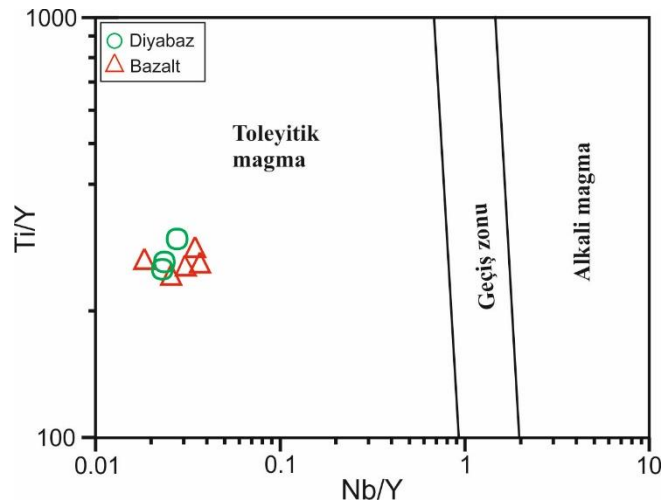
Şekil 9. Kümülat gabrolara ve diyabazlara ait örneklerin AFM diyagramındaki konumları. Kümülat ve izotrop gabro alanları Beard (1968)'dan alınmıştır.

Guleman ofiyolitine ait bazaltik ve diyabazik kayaların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (REE) diyagramı Şekil 10'da verilmiştir. Bazalt ve diyabaz örnekleri değişik oranlarda tüketilme sunmakla birlikte, yataya yakın bir desen sunmaktadırlar $[(\text{La}/\text{Yb})_N = 0,41-1,01]$ (Şekil 10) ve örneklerin kondrite göre normalize edilmiş diyagramda hafif nadir toprak elementlerce oldukça az tüketilme sunmakta oldukları görülmektedir. Bazaltik ve diyabazik kayaların kondrite göre zenginleşmeleri $0,18_x$ ile $8,7_x$ arasında değişmektedir (Şekil 10). Diyabazlara ait örnekler iki farklı desen sundukları gözlenmekte bu iki farklı davranış izole daykların dalma-batmanın ilerleyen aşamalarında roll-back (geri kaçma) ile sonuçlanan astenosferden zengin kaynak gelimi ile açıklanabilmektedir. Gabroyik kayaların kondrite göre zenginleşmeleri ise $0,02_x$ ile $15,98_x$ arasında değişmektedir. Guleman ofiyolitinden alınan örneklerin N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı şekil 10'da verilmiştir. Bu örneklerden büyük bölümü yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementlere göre (Rb, Cs, K, Ba, Sr) bakımından zenginleşme ve kalıcılığı yüksek elementlere göre (HFS) yataya yakın bir dalğım sunmaktadırlar ve N-MORB'a benzemektedirler. Gabroyik ve diyabazik kayalarda belirgin bir negatif Nb anomalisi dikkat çekmektedir (Şekil 10).



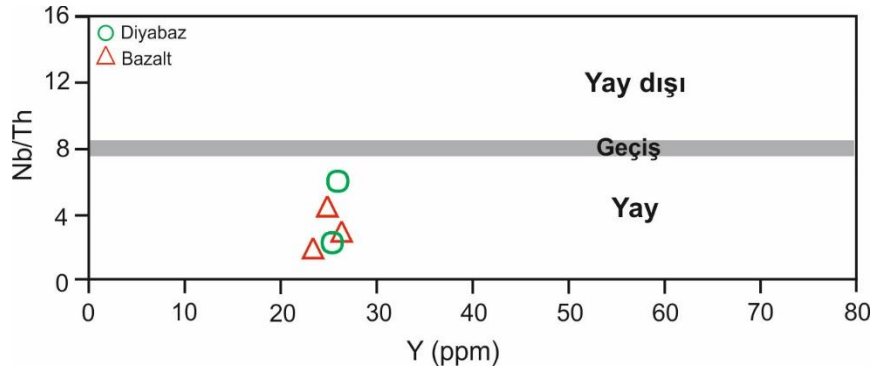
Şekil 10. Guleman ofiyolitine ait bazalt, diyabaz ve gabro kayalarına ait örneklerin N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramı ve Kondrite'e göre normalize edilmiş nadir toprak element diyagramı (Kondrit ve N-MORB değerleri Sun ve Mc Donough, 1989'dan alınmıştır).

Guleman ofiyolitine ait diyabazların Nb/Y oranı 0,01 ile 0,02 arasında, bazaltların ise 0,01 ile 0,03 arasında değişmektedir ve her iki kaya grubundan alınan örneklerin tamamı Winchester ve Floyd, (1997) tarafından geliştirilen Ti/Y'a karşı Nb/Y oranının değişimine göre incelendiğinde toleyitik bir magmadan türedikleri görülmektedir (Şekil 11).



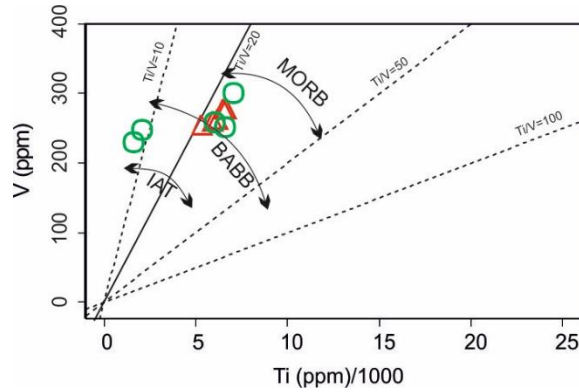
Şekil 11. Guleman ofiyolitine ait gabrolar ile diyabazlara ait kayaların Nb/Y'a karşı Ti/Y değişim diyagramı (Winchester ve Floyd, 1997)

Jenner ve diğ., (1991) tarafından ortaya konulan Y-Nb/Th diyagramı yay ortamı, geçiş ve yay dışı ortamları birbirinden ayırmaktadır (Şekil 12). Guleman ofiyolitine ait diyabaz ve bazaltik kayaların dalma-batma zonu üzerinde oluştukları açıkça gözlenmektedir. (Şekil 12).



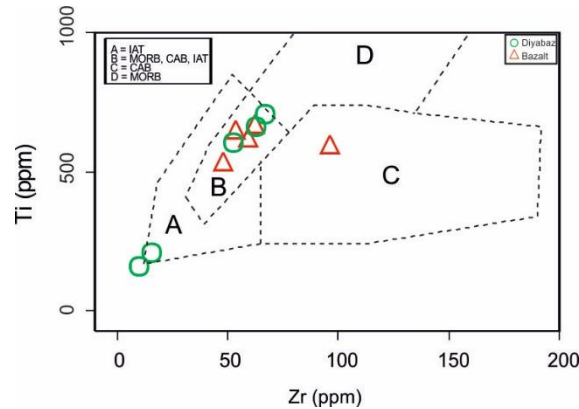
Şekil 12. Guleman ofiyolitine ait diyabaz ve bazaltların Nb/Th'a karşı Y içeriğine göre değişim diyagramı (Jenner ve diğ., 1991)

Shervais (1982) tarafından ortaya konulan V-Ti/100 diyagramı ada yayı toleyitleri, yay ardı baseni bazaltları, okyanus ortası sırtı bazaltları alanlarını birbirlerinden ayırmaktadır. Gabroyik kayalara ait örnekler ve diyabazlara ait bazı örnekler Ti bakımından oldukça tüketilmişlerdir (Tablo 2). Guleman ofiyolitine ait örneklerin hareketsiz (immobile) elementlerden Ti'a karşı V diyagramında pozitif trend sunduğu ve Guleman ofiyolitine ait örneklerin ada yayı toleyitleri alanına düştükleri gözlenmiştir (Şekil 13).



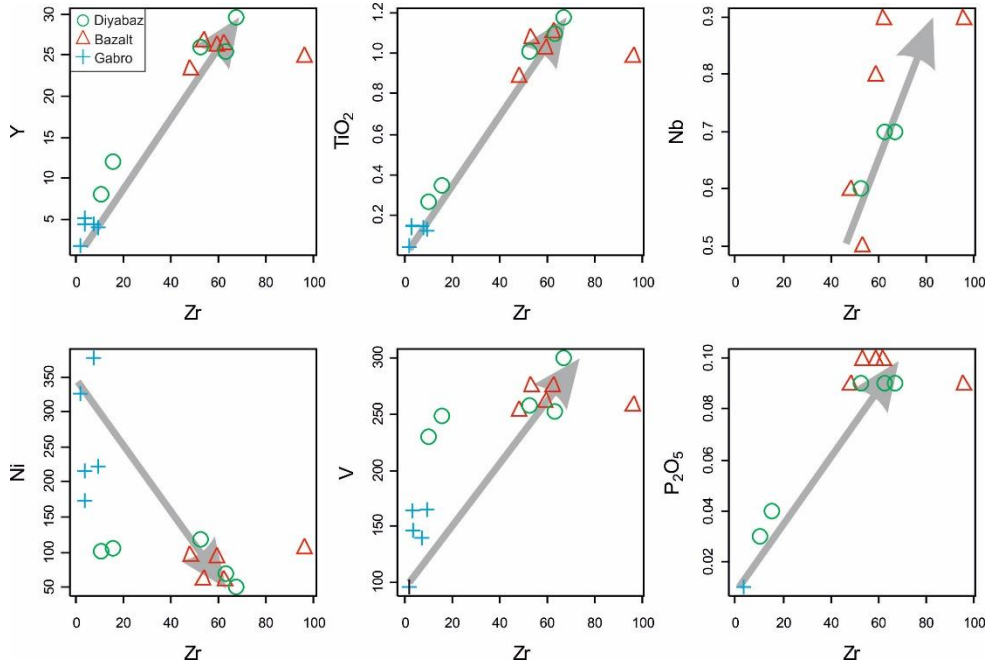
Şekil 13. Guleman ofiyolitine ait bazaltların ve dayıkların V-Ti diyagramı IAT (Ada yayı toleyiti), BABB (Yay ardı baseni bazaltı) ve MORB (Okyanus ortası sırtı bazaltı) için V-Ti oranları Shervais (1982)'den alınmıştır.

Pearce ve Cann (1973) tarafından geliştirilen Ti-Zr diyagramı ile IAT (Ada yayı toleyiti), MORB (Okyanus ortası sırtı bazaltı) ve CAB (Kalk alkali bazalt) alanları birbirlerinden ayrılanmıştır. Guleman ofiyolitine ait bazalt ve diyabaz örneklerinin büyük kısmı B (MORB, CAB, IAT) alanına düşmekte ve gabroyik örnekleri ile diyabaz örneklerinin bir kısmı A (IAT) alanına yakın konumdadırlar ve Guleman ofiyolitine ait örneklerin düşük Ti oranları ile dalma batma zonu üzerinde oluştuğu ortaya konulmuştur. (Şekil 14).



Şekil 14. Guleman ofiyolitine ait bazaltik ve diyabaz örneklerinin Pearce ve Cann (1973) Ti-Zr diyagramındaki konumları.

Çalışma alanında gözlenen bazalt, diyabaz ve gabro örneklerinin Zr içeriğine karşı değişimin incelendiği Harker (1909) diyagramına bakıldığında Y, TiO₂, Nb, V ve P₂O₅ element ve element oksitleri içeriklerinin artan Zr içeriği ile lineer bir trend çizdikleri ve artış gösterdikleri ve Ni elementi ile negatif bir trend sundukları ortaya konulmuştur (Şekil 15).



Şekil 15. Guleman ofiyolitine ait kayaların Zr'a karşı Y, TiO₂, Nb, Ni, V ve P₂O₅ karşılaştırma diyagramı (Harker 1909).

6. TARTIŞMA ve SONUÇLAR

Güneydoğu Anadolu Orejenik kuşağı boyunca gözlenen tektonomagmatik birimleri açıklamak amacıyla bugüne kadar birçok araştırmacı tarafından çalışmalar yapılmıştır. Bu tektonomagmatik/metamorfik birimler kuzeyden güneye doğru sırasıyla metamorfik masifler (Malatya-Keban metamorfikleri), ofiyolitler, volkanik yay birimleri ve bu birimleri keser vaziyette izlenen granitik intruzyonlardır. Güneydoğu Anadolu'nun orojenik evrimi napların Geç Kretase- Miyosen zaman aralığında göreceli olarak güneye Arap levhasına doğru hareketini içermektedir (Yıldırım ve Yılmaz, 1991; Yılmaz, 1993; Yılmaz ve diğ., 1993; Robertson ve diğ., 2006). İnceleme alanında yüzeyleyen Guleman ofiyoliti tabandan tavana doğru tektonitler, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, bazaltik volkanikler ile eksikli bir ofiyolit dizisi karakteri sunmaktadır. Yapılan petrografik çalışmalar sonucu Guleman ofiyoliti'nin dünit, harzburjit, verlit, klinopiroksenit, olivinli gabro, klinopiroksenli gabro, izotrop gabro, bantlı gabro, tekil diyabaz dayklar ile bazik volkanik kayaçlardan oluştuğu tespit edilmiştir. İnceleme alanından elde edilmiş derinlik, yarı derinlik ve volkanik kayalarının ana-iz nadir toprak element jeokimyası verileri örneklerin sub-alkali bazalt, diyabaz ve gabro türünde olduklarını, toleyitik karakter sunduklarını, ada yayı toleyitik magmasından türemiş olduklarını işaret etmektedirler.

Guleman ofiyolitine ait bazaltik, diyabazik ve gabroyik örneklerin değerlendirildiği Harker (1909) diyagramında Zr'a karşı Nb ve Y elementlerinin davranışları incelendiğinde; bazikten asidiğe doğru tüm örneklerin pozitif bir trend sundukları gözlenmektedir ve bu durum kayaların aynı toleyitik magmadan türediklerine işaret etmektedir. İnceleme alanından derlenen kayaların N-MORB'a göre normalize edilmiş örümcek diyagramına göre yüksek iyon yarıçaplı (LIL) elementler (Rb, K, Ba) bakımından zenginleşme sunarken Sr bakımından dağınık bir desen sundukları gözlenirken, genel olarak kalıcılığı yüksek elementlerce (HFS) yataya yakın bir dağılım sundukları ve bazaltik, diyabazik kayaların N-MORB'a benzedikleri görülmektedir. Bununla beraber HFS elementlerinden olan Nb (dedeksiyon limitinin altında kalan Ta) bakımından negatif bir anomali sundukları Pb ve Th bakımından N-MORB'a göre zenginleştikleri gözlenmektedir. Nb bakımından negatif anomali okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluşan ofiyolitlerin temel özelliklerinden biri olmakla beraber bu fakirleşme Nb iyonik yarı çapının yüksek olması nedeniyle kısmi ergime süreçlerinde katı fazı tercih etmesi ile açıklanmaktadır (McCulloch ve Gamble, 1991). İnceleme alanında yüzeyleyen Guleman ofiyoliti gerek petrografik gerekse jeokimyasal özellikleri açısından okyanus içi dalma-batma ofiyolitlerini özelliklerini taşımaktadırlar ve Geç Kretase'de oluşmuş bölgede bulunan İspendere ve Kömürhan ofiyolitlerine benzer karakterde okyanus içi dalma-batma zonu (SSZ) üzerinde oluşmuştur.

KATKI BELİRTME

Bu çalışma Gülşah ÖZEK'e ait Guleman (Elazığ) Bölgesi Krom Yataklarının Platin Grubu Element İçerikleri ve Jeokimyası adlı yüksek lisans tezinden yararlanılarak üretilmiştir. Bu makalenin geliştirilmesinde önemli katkılar sunan iki hakeme ayrıca teşekkürlerimizi sunarız.

7. KAYNAKLAR

Akgül, M. (1993). İslamköy (Kulp-Diyarbakır) yöresindeki Bazik ve Ultrabazik Kayaçlar ile ilgili Cevherleşmeler, *Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 116s, (yayımlanmamış).

Akıncı A.C., Robertson, A.H.F., Ünlügenç, U.C. (2016). Late Cretaceous-Cenozoic subduction-collision history of the Southern Neotethys: new evidence from the Çağlayançerit area, SE Turkey, *International Journal of Earth Sciences* 105, 315-337.

Aktaş, G., Robertson, A.H.F. (1984). The Maden Complex, SE Turkey: Evolution of a Neotethyan Continental Margin, *Special Publications*, vol. 17, *Geological Society*, London, pp. 375-402.

Arikal, R.T. ve Taşan, N. (1986). Guleman krom yatakları, *Etikrom A.Ş. Yayını*, 86/01, Elazığ, s.98.

Bağcı, U., Parlak, O., Höck, V. (2005). Whole-Rock Mineral Chemistry of Cumulates from the Kızıldağ (Hatay) Ophiolite (Turkey): Clues for Multiple Magma Generation During Crustal Accretion in the Southern Neotethyan Ocean. *Mineralogical Magazine*, 69(1): 53-76.

Beard, J.S. (1986). Characteristic mineralogy of arc-related cumulate gabbros: implications for the tectonic setting of gabbroic plutons and for andesite genesis. *Geology* 14, 848-851.

Beyarslan, M. (1996). Kömürhan ofiyolit biriminin petrografik ve petrolojik incelenmesi, *F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora Tezi*, 90s, (yayımlanmamış).

Bingöl, A.F. (1984). Geology of Elazığ area in the Eastern Taurus region. In the geology of the Taurus Belt, *International Symposium Proceedings*, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, Turkey, 209-216.

Bingöl, A.F. (1986). Petrographic and petrological characteristics of intrusive rocks of Guleman ophiolite (Eastern Taurus – Turkey), *Geosound*, 13/14, 41-57.

Boray, A. (1976). Bitlis Metamorfizmaları üzerine, *Yeryuvarı ve İnsan*, 1, 74-76, Ankara.

Çelik, H. (2003). Mastar Dağı (Elazığ GD'su) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri, *F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Doktora tezi* (yayımlanmamış).

Dilek, Y. & Thy, P. (2009). Island arc tholeiite to boninitic melt evolution of the Cretaceous Kızıldağ (Turkey) ophiolite: model for multistage early arc-forearc magmatism in Tethyan subduction factories. *Lithos* 113, 68-87.

Engin, T., Balcı, M., Sümer, Y., Özkan Y.Z. (1982). Guleman (Elazığ) krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeolojik konumu ve yapısal özellikleri, *MTA Dergisi*, 95/96, 77-99.

Erdoğan, B. (1977). Geology, geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani-Maden region, SE Turkey: *Univ. Of New Brunswick, Doktora tezi* (yayımlanmamış).

Erdoğan, B. (1982). Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının Jeolojisi ve volkanik kayaçları, *TJK Bülteni*, 25, 49-60.

Floyd, R.A., Göncüoğlu, M.C., Winchester, J.A., Yalınz, M.K. (2000). Geochemical character and tectonic environment of Neotethyan ophiolitic fragments and metabasites in the Central Anatolian Crystalline Complex, Turkey. In: Bozkurt., E., Winchester, J. A. (eds), *Tectonics and Magmatism in Turkey and the surrounding area, Geological Society of London Special Publications*, 173, 182-202.

Genç, S. (1981). Bitlis Masifi güneyindeki polifaz metamorfizma (Lice-Kulp, Diyarbakır), *K.T.Ü. Der.*, c.1-1, s.79 87, Trabzon.

Genç, Ş.C., Yiğitbaş, E. ve Yılmaz, Y. (1993). Berit Metaofiyolitinin Jeolojisi, *A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu, Bildiriler*, 37-52.

- Genç, S. (1984). Bitlis Masifi güney kenarında (Lice-Kulp yöresi, Diyarbakır ili GD Türkiye) metamorfizma deformasyon ilişkileri, *Jeo. Müh. Oda. Der.*, c.19,s.11-14, Ankara.
- Göncüoğlu, M.C. ve Turhan, N. (1984). Geology of the Bitlis Metamorphic Belt, *Proceeding of the International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, p. 237-244, Ankara.
- Harker, A., (1909). The Natural History of Igneous Rocks. London, *Metheuen*, 384s.
- Hempton, M.R. (1984). Results of detailed mapping near Lake Hazar (eastern Taurus Mountains), *Geology of the Taurus Belts*, 229-235.
- Hempton, M. R.,(1985). Structure and deformation history of the Bitlis suture near Lake Hazar. SE Turkey, Geological Society of America Bulletin, 96, 223–243.
- Jenner, G. A., Dunning, G. R., Malpas, J., Brown, M., and Brace, T., (1991). Bay of Islands and Little Port Complexes, Revisited: Age, Geochemical and Isotopic Evidence Confirm Suprasubduction Zone Origin. *Canadian Journal of Earth Sciences*,28: 1635-1652.
- Juteau, T., (1980). Ophiolites of Turkey. *Ofioliti*, 2, 199-235.
- Karaoğlan, F. (2012). Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağındaki ofiyolitik ve Granitik kayaçların jeokronolojisi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Doktora Tezi, 288s.
- Karaoğlan, F., Parlak, O., Robertson, A.H.F., Thöni, M., Klötzli, U., Koller, F. And Okay, A.İ., (2013). Evidence of Eocene high-temperature/high-pressure metamorphism of ophiolitic rocks and granitoid intrusion related to Neotethyan subduction processes (Doğanşehir area, SE Anatolia, Geological Development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean Region. Robertson, A.H.F., Parlak, O. and Ünlügenç, U. C. Geological Society of London Special Publication 372.
- Kılıç, A.D. (2005). Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri, *F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü*, s:103, Doktora tezi (yayımlanmamış).
- Mcculloch, M. T., and Gamble, J. A., (1991). Geochemical and Geodynamical Constrains on Subduction Zone Magmatism. *Earth and Planetary Science Letters*, 102: 358-374.
- Nurlu N., (2016). Helete (Kahramanmaraş) Bölgesinde Yer Alan Tektonomagmatik Birimlerin Jeokimyası Ve Tektonik Önemi, *Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, s: 281, Doktora Tezi (Yayımlanmamış).
- Nurlu N, Parlak O., Robertson AFH., Quadt A. (2016). Implications of Late Cretaceous U–Pb zircon ages of granitoid intrusions cutting ophiolitic and volcanogenic rocks for the assembly of the Tauride allochthon in SE Anatolia (Helete area, Kahramanmaraş Region, Turkey). *Int J Earth Sci*,105:283-314
- Özkan, Y.Z. (1982). Guleman (Elazığ) ofiyolitinin jeolojisi ve petrolojisi, *Yerbilimleri Dergisi*, 3-4 /6, 33-39.
- Özkan, Y.Z. (1983a). Guleman (Elazığ) ofiyolitinin yapısal incelenmesi, *MTA Dergisi*, 37,78-85.
- Özkan, Y.Z. (1983b). Caferi volkanitinin kökeni sorununa jeokimyasal bir yaklaşım, *Proceedings of the Chamber of the Geological Engineers Annual Meetings*.
- Özkan, Y.Z. ve Öztunalı, Ö. (1984). Petrology of the magmatic rocks of Guleman ophiolite. In the geology of the Taurus Belt, *International Symposium Proceedings*, Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Ankara, Turkey, 285-293.
- Parlak, O., Höck, V., Kozlu, H., Delaloye, M. (2004). Oceanic crust generation in an Island arc tectonic setting, SE Anatolian orogenic belt (Turkey), *Geological Magazine*, 141, 583-603.
- Parlak, O., Rızaoğlu, T, Bağcı, U., Karaoğlan, F., Höck, V. (2009). Tectonic significance of the geochemistry and petrology of ophiolites in southeast Anatolia, Turkey, *Tectonophysics*, Volume 473, Issues 1-2, 20 July 2009, Pages 173-187.
- Pearce and Cann, J. R., (1973). Tectonic setting of basaltic volcanic rocks determined using trace element analysis. *Earth and Planetary Science Letters*,19: 290-300.
- Perinçek, D. (1979). The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar-Elazığ Malatya region, *Guide Book*, T.J.K., Ankara.
- Perinçek, D. (1980). Bitlis metamorfitlelerinde volkanitli Triyas, *T.J.K. Bülteni*, 23, 201-211.

Perinçek, D. ve Özkaya, İ. (1981). Arabistan Levhası Kuzey Kenarının Tektonik Evrimi, *Yerbilimleri*, 8, 91-101.

Perinçek, D. ve Kozlu, H. (1984). Stratigraphy and Structural Relation of the Units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir Region. In: Tekeli, O., Göncüoğlu, C. (eds.), *International Symposium on the Geology of the Taurus Belt*, 1983, *Miner. Res. Expl. Ins.*, Ankara, p. 181-198.

Rızaoğlu, T., Parlak, O. and İşler, F., (2004). Geochemistry and Tectonic Setting of the Kömürhan Ophiolite in Southeast Anatolia. *Proceedings of the 5th International Eastern Mediterranean Geology Symposium*, 14-20 April 2004, Thessaloniki, Greece, p285.

Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., İşler, F. (2006). Nature and significance of Late Cretaceous ophiolitic rocks and its relation to the Baskil granitoid in Elazığ region, SE Turkey, *Special Publications*, vol. 260, *Geological Society*, London, pp. 327–350.

Robertson, A.H.F. (2002). Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region, *Lithos*, 65, 1-67.

Robertson, A.H.F., Ustaömer, T., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., Tash, K., İnan, N. (2006). The Berit Transect of the Tauride Thrust Belt, S. Turkey: Late Cretaceous-Early Cenozoic Accretionary/Collisional Processes Related to Closure of the Southern Neotethys. *Journal of Asian Earth Sciences*, 27, 108–145.

Robertson A. H. F., Parlak O., Rızaoğlu T., Ünlügenç Ü., İnan N., Tash K. and Ustaömer T., (2007). Tectonic evolution of the South Tethyan ocean: evidence from the Eastern Taurus Mountains (Elazığ region, SE Turkey). *Spec. Publ. of Geol. Soc. of London*, 272, 231-270.

Shervais, J.W., (1982). Ti-V plots and the petrogenesis of modern and ophiolitic lavas. *Earth and Planetary Science Letters*, 59: 101-118.

Sun, S. S., and Mc Donough, W. F., (1989). Chemical and Isotopic Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. In: Saunders, A. D., Norry M. J (eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*, *Geological Society Special Publications*, London, 42: 313-347.

Sungurlu, O. (1979). GD sürüklenim kuşağı Tersiyer sürüklenimleri: 33. *T.J.K. Bilimsel ve Teknik Kurultayı bildiri özetleri*, 121-122.

Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., Naz, H. (1985). Elazığ-Palu-Hazar alanının jeolojisi, *Petrol İşleri Genel Müdürlüğü Dergisi*, 29, 83-191.

Winchester, J. A., And Floyd, P. A., (1997). Geochemical Discrimination of Different Magma Series and their Differentiation Products Using Immobile Elements. *Chemical Geology*, 20: 325-43.

Yazgan, E. (1981). Doğu Toroslarda etkin bir paleokita kenarı etüdü (Üst Kretase- Orta Eosen), *H.C. Yerbilimleri*, 7, 83-104.

Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., Yılmaz Y. (1993). Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Maden grubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi, *A. Suat Erk sempozyumu bildirimleri*, A.Ü. Fen Fak. Jeo. Müh. Böl., Ankara, 251-264.