

AKÜ FEMÜBİD 18 (2018) 015801 (1067-1082)
DOI: 10.5578/fmbd.67640

AKU J. Sci. Eng.18 (2018) 015801 (1067-1082)

Araştırma Makalesi / Research Article

Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti İçerisindeki Tektonitlerin Dokusal ve Jeokimyasal Özellikleri: Beyşehir (Konya) Güneyinden Bir Örnek

Tijen Üner¹, İrem Aksoy²

¹ Van Yüzüncü Yıl Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Van

²Kütahya Dumlupınar Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kütahya

e-posta:tcakici@yyu.edu.tr

Geliş Tarihi: 30.01.2018 ; Kabul Tarihi: 06.11.2018

Özet

Toros Kuşağı içerisinde Kırkkavak ve Ecemiş fayları arasında kalan Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti, Jura sonu-Kretase başında kapanmaya başlayan Neotetis Okyanusu'na ait önemli kayıtlara sahiptir. Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti inceleme alanında tektonitler (harzburjit, dünit), kümülatlar (gabro, piroksenolit, pegmatolitik gabro) ve ofiyolit tabanı metamorfiklerinden (amfibolit) oluşan bir istif sunmaktadır. Tektonitler ofiyolit istifi içerisinde hacimsel olarak en önemli bölümünü oluşturmaktadır. Genel olarak harzburjitlerden oluşan tektonitler yer yer dünitik ve kromitik seviyeler içermektedir. Foliyasyon-lineasyon gösteren tektonitler, kristal içi kayma, öğütülme ve yeniden kristallenme özellikleri ile üst mantoya ait plastik deformasyonun izlerini taşımaktadır. Harzburjitler genel olarak olivin, ortopiroksen, daha az oranlarda klinopiroksen ve kromit minerallerinden oluşmaktadır. Olivinler özşekilsiz, orta taneli kristaller halinde gözlenirken, ortopiroksenler olivinlere oranla daha iri kristaller şeklinde bulunur. Ortopiroksenler, tane sınırları ufalanmış ikincil olivin mineralleri tarafından çevrelenmiştir. Harzburjitler genel olarak milonitik doku sunmaktadır. Bu birimin en belirleyici özelliği plastik deformasyonun izlerini taşıyor olmasıdır. Makroskobik olarak ortopiroksen ve kromit gibi minerallerdeki yassılaşıma ve uzamaya bağlı olarak kayda bir foliyasyon düzleminin varlığı ayırt edilebilmektedir. Birimlerde öğütülme ve yeniden kristalleşme izlerine rastlanmaktadır. İnce kesitlerde uzama gösteren olivin ve enstatit minerallerinde sıklıkla deformasyon lamellerine (kink-band) rastlanmaktadır. Yapılan jeokimyasal çalışmalarla Mg# değerlerinin 90,80-92,20, ateşte kayıp (LOI) değerlerinin ise 2,5% ile 8,5% arasında bir değişim göstermektedir. Bu değerler bize harzburjit örneklerinin kısmen serpantinleşme sürecine başladığını işaret etmektedir. Peridotitlerin uyumlu elementlerce zenginleşirken, uyumsuz elementlerce tüketildiği görülmektedir. Bu özellik hem abisal hem de okyanus içi yitim zonu peridotitleri için tipiktir.

Anahtar kelimeler

Beyşehir-Hoyran
Ofiyoliti; Tektonit;
Plastik deformasyon;
Harzburjit

Textural and Geochemical Properties of Tectonites in the Beyşehir-Hoyran Ophiolite: An Example from South of Beyşehir (Konya)

Abstract

Beyşehir-Hoyran Ophiolite is situated between Kırkkavak and Ecemiş faults in the Taurus Belt. It has the records of Neotethyan Ocean which began to close at the Late Jurassic-Early Cretaceous. Beyşehir-Hoyran Ophiolite in the study area is represents with tectonites (harzburgite, dunite), cumulates (gabbro, pyroxenolite, pegmatitic gabbro) and metamorphic sole (amphibolite). Textured tectonite peridotites are volumetrically in the most important part of the ophiolite sequence. In general, composed of harzburgite, tectonite textured peridotites also includes dunite and chromite levels. Tectonites showing foliation-lineation, in crystal slip, grind and re-crystallization properties of the upper mantle is a significant traces of plastic deformation. In general harzburgite is composed of olivine, orthopyroxene, clinopyroxene and lesser amounts of chromite. Medium-grained crystals of anhedral olivines was observed in the form of orthopyroxene minerals are larger than olivine minerals. Orthopyroxenes are surrounding by secondary crumbled grain boundaries of olivines. In general harzburgite shows milonitic texture. Beyşehir-Hoyran Ophiolite tectonites of the most important properties is that traces of plastic deformation. Minerals such as orthopyroxene and chromite in macroscopically flattening and elongation depending on the foliation plane of the presence of a rock can be distinguished. Units are found traces of grinding and re-crystallization. Elongated enstatite and olivine minerals are commonly showing deformation lamellae (kink-band) in

Keywords

Beyşehir-Hoyran
Ophiolite; Tectonite;
Plastic deformation;
Harzburgite

the thin section. Geochemical studies show that Mg # values are 90,80-92,20 and fire loss (LOI) values are between 2.5 and 8.5%. These values indicate that the harzburgite samples started partly to the serpentinization process. While peridotites are enriched with compatible elements, it is seen that they are consumed as incompatible elements. This feature is typical for both abyssal and intra-oceanic zone peridotites.

1. Giriş

Ofiyolitler, okyanusal litosferin kıta üzerindeki kalıntılarıdır. Ofiyolitler genel olarak dalma-batma zonu (SSZ) olarak bilinen ve yitim zonunu temsil eden tektonik bir zonda oluşurlar. Dünyanın en bilinen (Troodos, Umman, Toros Ofiyolitleri vb.) ofiyolitlerinin petrolojik ve jeokimyasal özellikleri ofiyolitlerin SSZ ortamına benzer özellikler sunduğunu göstermektedir (Robertson and Woodcock 1981 a,b; 1982; Pearce *et al.* 1984; Parlak and Delaloye 1996; Parlak *et al.* 1996; 2002; 2006; Collins and Robertson, 1997; 1998; Dilek and Whitney 1997; Dilek *et al.* 1999; Elitok 2001; Robertson 2002; Çelik and Delaloye 2003; Parlak and Robertson 2004; Vergili and Parlak 2005; Bağcı *et al.* 2006; Çelik, 2007; Çelik and Chiaradia 2008; Elitok and Druppel 2008; Robertson *et al.* 2013; Kavak *et al.* 2017). Buna ek olarak, birçok SSZ ofiyolitinin yeni oluşan bir yay ortamında yitimin

başlangıcından kısa bir süre sonra oluştuğu bilinmektedir (Stern and Bloomer, 1992).

Alp-Himalaya orojenik kuşağı içerisinde önemli bir yere sahip olan Türkiye, yaklaşık doğu-batı uzanımına sahip Neotetis Okyanusu'na ait tektonik birlikleri içermektedir (Şekil 1). Neotetis Okyanusu, Paleotetis Okyanusu'nun kapanmasıyla, güneyde Afrika-Arap ve kuzeyde Avrasya plakaları arasında Geç Permiyen ve Geç Triyas arasında açılan okyanusal basen olarak gelişmiştir. Neotetis Okyanusu'nun Üst Kretase'de kapanmaya başlamasıyla ofiyolitler kıta üzerine bindirmişlerdir (Çakır, 2009). Neotetis'in evrimi içerisinde önemli bir yeri olan ofiyolitler, Neotetis Okyanusu'nun kalıntıları olarak değerlendirilir (Şengör and Yılmaz, 1981; Robertson and Dixon 1984; Parlak *et al.* 2006). Bu ofiyolitlerin, Üst Kretase'de okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde oluştuğu bilinmektedir.



Şekil 1. Doğu Akdeniz bölgesindeki ofiyolitlerin dağılımı (Robertson 2004).

Tetis Ofiyolitleri yapısal olarak ince tabakalı yüksek dereceli metamorfik taban kayaları ile örtülmektedir (Williams and Smyth 1973; Spray 1984; Jamieson 1986; Robertson and Dixon 1984;

Çelik ve Delaloye 2003; Parlak 2016). Toros Kuşağı ofiyolitleri için, okyanusal litosfer oluşumu, metamorfik taban oluşumu, dayk yerleşimi ve bunu takiben ofiyolit yerleşimlerini Torid Platformu

üzerinde hesaba katmak için bir dizi tektonik model önerilmiştir (Lytwyn and Casey 1995; Polat *et al.* 1996; Collins and Robertson 1997; Dilek and Whitney 1997; Dilek *et al.* 1999; Andrew and Robertson 2002; Parlak and Robertson 2004; Çelik and Delaloye 2006; Parlak *et al.* 2006; Çelik 2007; Çelik and Chiaradia 2008; Elitok and Drüppel 2008).

Orta Toroslar'da yer alan Beyşehir-Hoyran Ofiyolitleri, kuzeybatıdan güneydoğuya doğru yaklaşık 700 km²'lik bir alanda yayılım göstermektedir (Çelik and Delaloye 2006). Beyşehir-Hoyran napları, büyük bindirme tabakaları, serpantinize harzburjit ve az oranlarda dünit, piroksenit ve kümülat gabro ile temsil edilir. Ofiyolitik birim KD yönlü bazik dayklar tarafından kesilmektedir (Monod 1977; Whitechurch *et al.* 1984). Beyşehir Gölü'nün güneydoğusunda, ofiyolit ile iyi gelişmiş metamorfik dilim izlenmektedir (Elitok 2001; Çelik and Delaloye 2006). Bölgesel olarak Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti başlangıçta Geç Kretase'de Toros karbonat platformunun üzerine güneye doğru bindirmektedir. Geç Eosen dönemindeki bindirme nedeniyle alttaki Mesozoyik karbonatları ile birlikte güneydoğuya doğru itilmişlerdir (Monod 1977; Özgül 1984; 1997; Andrew and Robertson 2002).

Bu çalışmada Beyşehir-Hoyran Napı içerisinde yer alan Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti'ne ait ultramafik kayaların petrografik özellikleri ile bu kayaların tercihli yönelmeleri ve jeokimyasal olarak oluşum ortamları ile ilgili veriler toplanarak yorumlanmıştır.

2. Materyal ve Metod

Çalışmanın konusunu, Büyükkızıldağ tektonitleri olarak isimlendirilen köken kayacı harzburjit ve dünit olan kütle oluşturmaktadır. Saha çalışmaları ile bölgede yüzeylenen tektonitlerin renk, tane boyu gibi mezoskopik özellikleri belirlenip, dokusal ve yapısal farklılıklar gösteren kaya türleri tanımlanmıştır. Gerek çalışma alanının tümünde, gerekse Büyükkızıldağ tektonitlerinde gözlenen yapısal unsurlar (foliasyon, lineasyon) ölçülmüştür.

Çalışma alanı içerisindeki kayalardan alınan örneklerden Hacettepe Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Hazırlama Labrotuarı'nda ince kesitler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu kesitlerin minerolojik ve petrografik incelemesi yapılmıştır. Yapılan inceleme sonucunda kayaların mineral parajenezleri ve dokusal özellikleri belirlenmiştir. Ayrıca arazi çalışmaları ile elde edilen yapısal unsurların (foliasyon, lineasyon) istatistiksel olarak yorumlanması yapılmıştır. Jeokimyasal çalışmaların yapılması amacıyla 9 adet harzburjit örneği ACME Laboratuvarları'na (Kanada) gönderilerek Major oksit (ICP-ES) ve iz element (ICP-MS) analizleri yaptırılmıştır. Elde edilen sonuçlar GCDkit ve Iqpetjeokimya programları kullanılarak değerlendirilmiştir.

3. Bulgular

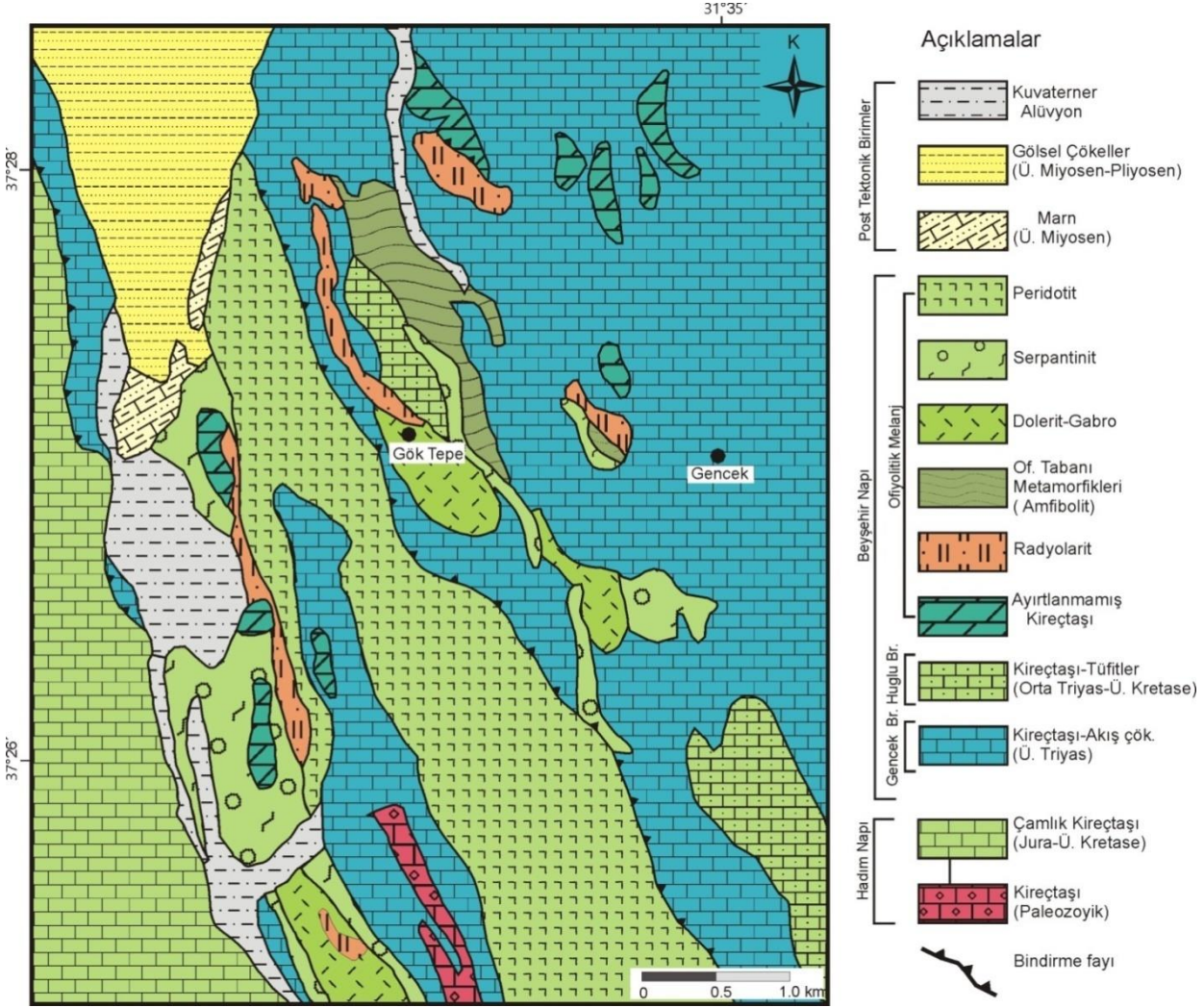
3.1. Bölgesel Jeoloji

Beyşehir Ofiyolitik birimi Beyşehir-Hoyran naplarının senklinal çizgileri içerisinde büyük bir bindirme zonu veya parçalanmış bindirme dilimleri olarak bulunur (Çelik and Delaloye 2006). Bölgede yer alan Beyşehir-Hoyran-Hadım napları Geç Paleozoyik-Mesozoyik dönemlerini kapsayan dört ana tektonostratigrafik birim içermektedir (Monod 1977; Andrew and Robertson 2002; Çelik and Delaloye 2006; Parlak 2016). Bu birimler: (1) Bademli-Çamlık Birimi (Devoniyen-Karbonifer yaşlı şist, kuvarsit, dolomite ile Üst Kretase yaşlı kireçtaşlarından oluşmaktadır); (2) Üst Kretase yaşlı ofiyolit ve ofiyolitik melanji; (3) Boyalı Tepe ve Gencek birimleri (Üst Triyas-Üst Kretase yaşlı neritik-pelajik kireçtaşları, breşik radyolaritler ve volkanikler oluşmaktadır); (4) Huğlu birimi Orta Triyas tüfitleri ve volkanik breşler ile Üst Triyas-Üst Kretase pelajik ve çörtlü kireçtaşlarından oluşmaktadır. Bölgesel olarak allokton olan bu birimler Toros platform karbonatlarının üzerinde yer almaktadır (Şekil 2).

Beyşehir'in güneyinde kalan çalışma alanı Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti içerisinde Kızıldağ ve çevresini kapsamaktadır. Bölgede gözlenen ofiyolitik birimler, Üst Kretase yaşlıdır. Bölgede geniş

yayımlarıyla harzburjitik tektonitler ile birlikte bu birimleri kesen izole toleyitik diyabaz daykları, bunların alt kesimlerinde ince dilimler halinde

ofiyolit tabanı metamorfikleri ve Üst Triyas yaşlı pelajik sedimanlarla ilişkili alkali bazaltik yastık lavlar içermektedir.



Şekil 2. Çalışma alanı ve yakın çevresinde gözlenen birimlere ait jeoloji haritası (Monod, 1977'den değiştirilerek).

Beyşehir-Hoyran ofiyolitinin hacimsel olarak en önemli bölümü tektonit dokulu peridotitlerdir. Harzburjitlerden meydana gelen, yer yer dünitik ve kromitik seviyeler içeren peridotitler (Şekil 3A) genel olarak plastik deformasyon izleri taşımaktadır. Dünitler, harzburjitler içerisinde düzensiz bant ve lensler halinde bulunur. Bu bant ve lenslerin kalınlıkları 1-2 m ile 10-15 m arasında değişmektedir. Tektonitlerin yüzeyleri yüzeysel alterasyon nedeniyle sarı ve kırmızı renk almıştır. Gerek harzburjitlerde gerekse dünitlerde alterasyonun az olması nedeniyle minerallerde plastik deformasyon izleri net olarak belirlenebilmektedir. Tektonikler içerisinde yer yer piroksence zengin seviyelere ve kromitik seviyelere

rastlanmaktadır (Şekil 3B-C). Çalışma alanı içerisinde harzburjitleri keser konuda mikro gabro (Şekil 3D), pegmatoitik gabro (Şekil 3E) birimleri izlenmektedir. İzole dayklar genel olarak KB-GD uzanımlıdır. Piroksence zengin seviyeler, tektonitlerin üst kesimlerinde genellikle bantlar şeklinde görülmektedir (Şekil 3F). Bant kalınlıkları cm-m arasındadır. Masif ve saçınımlı halde gözlenen kromit oluşumlarına, tektonitlerin üst seviyelerindeki dünitik zonlar içerisinde rastlanmaktadır. Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti içerisinde gözlenen metamorfik dilime ait amfibolitler Kızıldağ tektonitlerinin alt kesiminde gözlenmektedir. Metamorfik temel ofiyolit yerleşimi sırasında meydana gelen dinamotermal

metamorfizma ile ilişkilidir (Elitok and Droppel 2008). Bölgede gözlenen amfibolitler genel olarak alkaliden subalkali karakterine kadar bir değişim sergilemektedir (Çelik and Delaloye 2006). Amfibolitlerden yapılan yaşlandırma ile bu

birimlerin yaşının Üst Kretase ($91,1 \pm 1,1$ My) olduğu belirlenmiştir (Çelik, 2007). Bölgede gözlenen amfibolitler ile kireçtaşları tektonik bir dokanağa sahiptir (Şekil 3G).



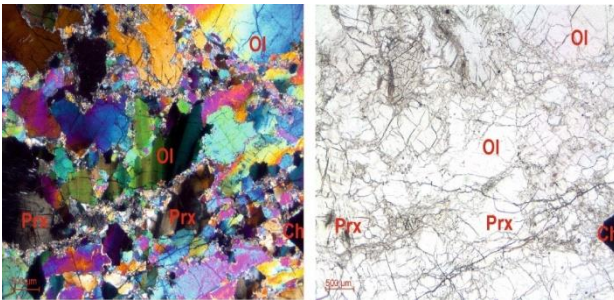
Şekil 3. A. Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti içerisinde yer alan harzburjitlerin arazi görünümü, B-C. Tektonikler içerisinde yer alan kromit seviyeleri, D. Çalışma alanının güney batısında yer alan mikrogabro blokları (GB'dan bakış), E. Pegmatoitik

gabro bloğu içerisindeki piroksen ve plajiyoklaz mega kristalleri (GB'den bakış), F. Harzburjitler içerisinde piroksence zengin seviyeler (GB'dan bakış), G. Bölgenin KD'sunda yer alan amfibolit birimi (GB'dan bakış).

3.2. Petrografi

Çalışma alanında gözlenen harzburjitler, gabroik kayalar, piroksenitler ve ofiyolit tabanı metamorfikleri içerisinde yer alan amfibolitlerden alınan örneklerden petrografik çalışmalar yapılmıştır.

Harzburjitler, genel olarak olivin, ortopiroksen ve kromit mineralleri ile daha az oranlarda klinopiroksen ve opak minerallerden oluşur (Şekil 4). Harzburjitlerde granoblastik doku yaygın olarak gözlenmektedir. Birimin alt kesimlerinde bindirme düzlemi boyunca milonitik doku gözlenmektedir. Milonitik dokunun gözlendiği örneklerin, metamorfik tabanla doğrudan temas halinde olduğu belirlenmiştir. İyi korunmuş milonitik doku ince kesitte kolayca tanınır. Kayaç içerisinde yer alan olivin mineralleri tektonizmanın etkisiyle parçalanmış ve ufalanmış bir şekilde bulunmaktadır. Serpantinleşme bu kesimlerde oldukça etkilidir. Olivin minerallerinde üst mantoya ait plastik deformasyon izleri (eğilip-bükülmeler) ince kesitlerde belirlenebilmektedir. Bastılmış ortopiroksenlerde üst mantoya ait benzer plastik deformasyon izlerini gözlenmektedir. Piroksenlerin tane sınırlarında küçük boyutlara ayrılmış halde bulunan olivinler, bu piroksen tanelerinin etrafını milonitik zona benzeyen yapılar ile çevrelemiştir.

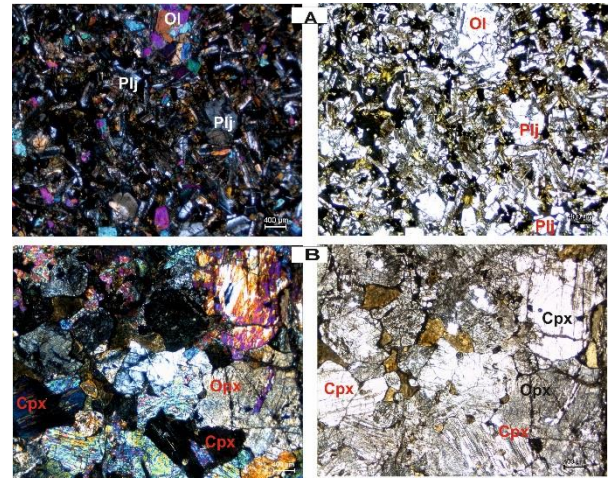


Şekil 4. Beyşehir – Hoyran Ofiyolitine ait Harzburjit tektonitlerin incekesit görüntüsü, (Prx: piroksen, Ol: olivin, Ch: kromit).

Gabroik kayalar, genellikle manto tektonitlerini keser konumda bulunan izole dayklar, mikrogabro-diyabaz-piroksenitten oluşmaktadır. Mikrogabro ve diyabaz kesitlerinde hakim olarak ofitik ve tanesel

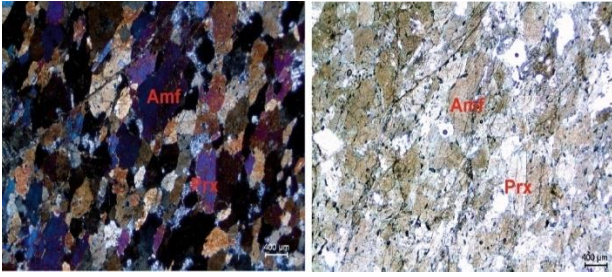
doku gözlenmektedir. Kayaç genel olarak plajiyoklaz, klinopiroksen, yer yer de ortopiroksen ve olivin minerallerinden oluşmaktadır (Şekil 5A). Plajiyoklaz minerallerinde yer yer sosuritleşme ve ikincil minerallerden klorit ve epidot mineralleri gözlenmektedir.

Piroksenit kesitlerinde genel olarak ortopiroksen, klinopiroksen ve amfibol minerallerine rastlanmaktadır. Genellikle eş boyutlu minerallerden oluşan birim içerisinde ortopiroksen mineralleri orta-iri kristaller halinde bulunmaktadır (Şekil 5B).



Şekil 5. Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti'ne ait damar kayalarının incekesit görüntüsü A) Mikro gabroların incekesit görüntüsü B) Piroksenitlerin ince kesit görüntüsü, (Opx: ortopiroksen, Cpx: klinopiroksen, Plj: plajiyoklaz, Ol: olivin).

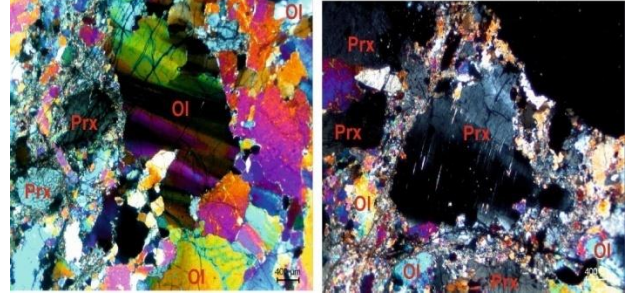
Amfibolitler, genellikle granoblastik ve nematoblastik dokuda olup başlıca amfibol, plajiyoklaz, epidot minerallerinden oluşmaktadır. Kayaç içerisinde amfibol mineralleri genellikle ksenomorf taneler halinde görülmekle birlikte yer yer subtomorf kristaller şeklinde gözlenmektedir (Şekil 6).



Şekil 6. Beyşehir – Hoyran Ofiyolitine ait Amfibolitlerin incekesit görüntüsü (Amf: amfibol, Prx: piroksen).

Makroskobik olarak ayırt edilebilen ortopiroksen ve kromit gibi minerallerdeki yassılaşıma ve uzamaya bağlı olarak kayada bir foliasyon düzleminin varlığı görülmektedir. Birim içerisinde öğütülme ve yeniden kristalleşme izlerine sıkça rastlanmaktadır. İnce kesitlerde uzama gösteren olivin ve enstatit minerallerinde deformasyon lamellerine (kink-band) rastlanmaktadır (Şekil 7).

Tektonitlerinden 38 adet foliasyon (Çizelge 1), 20 adet lineasyon ölçümü (Çizelge 2) yapılmıştır. Alınan bu ölçümler kontur diyagramına yerleştirilmiştir. Diyagramlardan foliasyon düzleminin genel olarak $G7^{\circ}D/61^{\circ}GB$ etrafında (Şekil 8A), lineasyon'unun ise $K19^{\circ}D/21^{\circ}$ etrafında yoğunlaşma gösterdiği söylenebilir (Şekil 8B).



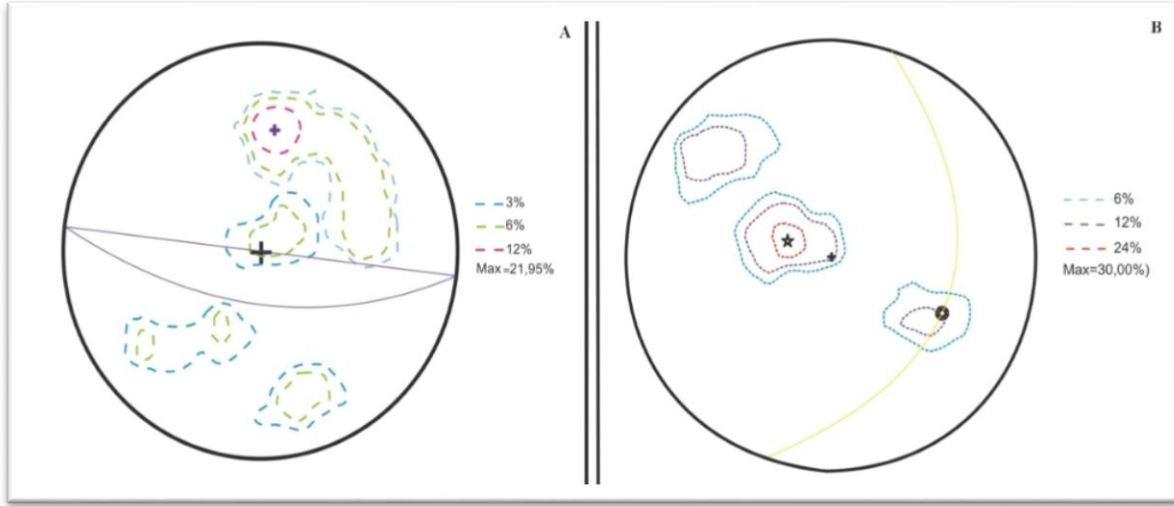
Şekil 7. Olivin ve ortopiroksenlerde izlenen plastik deformasyona ait tipik eğilip, bükülmeler (Ol: olivin, Prx: piroksen).

Çizelge 1. Tektonitler'den alınan 38 adet foliasyon ölçüm değerleri

S _{1t}	S _{1t}	S _{1t}	S _{1t}	S _{1t}
K32°B/67°KD	K53°B/59°GB	K52°B/60°GB	K80°D/71°KB	K40°B/60°KD
K80°B/45°GB	G70°D/30°KD	K45°B/57°KD	K75°B/53°GB	K76°B/59°KD
G26°D/18°KB	K85°B/45°GB	K65°B/60°KD	G65°D/37°KD	G70°D/05°GB
K70°B/63°KD	K65°B/65°GB	G40°D/10°GB	G19°D/50°GB	K84°B/57°GB
G48°D/23°GB	K57°B/55°GB	K83°B/40°GB	G14°E/46°GB	G12°D/43°GB
K30°D/62°GD	K08°B/50°GB	G12°D/37°GB	K40°B/52°GB	K05°D/08°GD
K86°B/54°GB	K30°E/55°KB	G55°E/40°KD	K50°B/55°GB	K82°B/43°GB
G29°D/58°GB	K42°B/50°GB	G05°D/80°GB		

Çizelge 2. Tektonitler'den alınan 20 adet lineasyon ölçüm değerleri

L _{1t}	L _{1t}	L _{1t}	L _{1t}	L _{1t}
K50°D/56°	K32°D/67°	K42°D/78°	K16°D/18°	G30°B/32°
K40°D/05°	G28°B/59°	K08°D/22°	K05°D/67°	G36°B/39°
K20°D/25°	G32°B/43°	K48°D/72°	K51°D/10°	K54°D/69°
K55°D/63°	K03°D/29°	K20°D/23°	G39°B/40°	K41°D/73°



Şekil 8A.Tektonitlerden alınan foliasyon ölçümlerinin kontur diyagramı üzerindeki dağılımı. Schmidt ağı alt yarıküre (G7°D / 61°GB). B.Tektonitlerden alınan lineyasyon ölçümlerinin kontur diyagramı üzerindeki dağılımı.Schmidt ağı alt yarıküre (K19°D / 21°).

3.4. Jeokimya

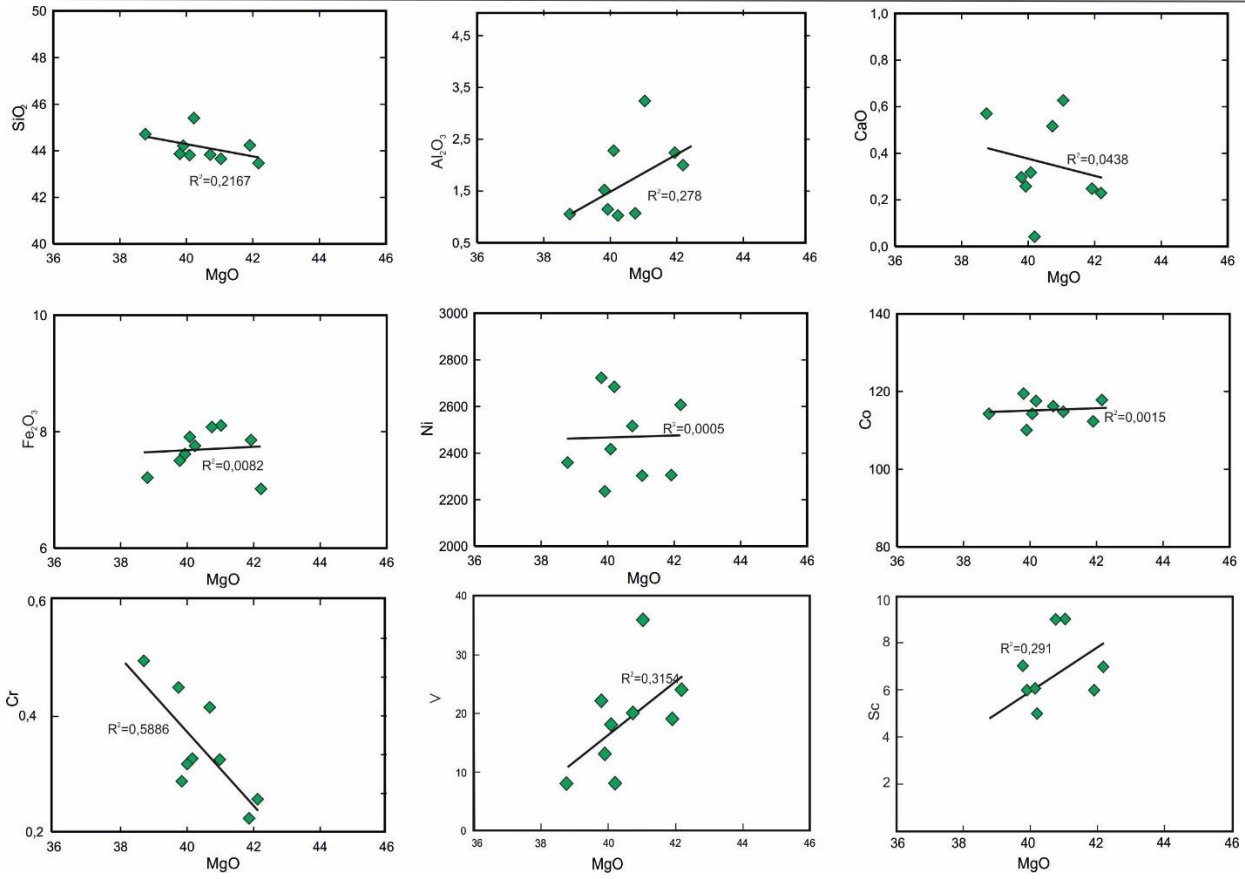
Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti'ne ait major oksit ve iz element analizleri yapılmıştır (Çizelge 3). Örneklerdeki ateşte kayıp değerleri (LOI) 2,5% ile 8,5% arasında değişim göstermektedir. Bu değerler harzburjit örneklerinin kısmen serpantinleştiğine işaret etmektedir. Harzburjit örneklerinin Mg# değerleri 90,80-92,20 arasında, olivin (ol) içeriği 45,86-55,47 arasında, ortopiroksen (opx) içeriğinin ise 34,75-48,82 arasında değişim göstermektedir. Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti'ne ait peridotitlerin Mg# değerleri ile bunların kısmi erime dereceleri ve derinliği arasında pozitif bir korelasyon bulunmaktadır (Dick and Natland 1995; Chen and Xia 2008; Xu *et al.* 2011a; 2011b; Zhou *et al.* 2014). Peridotitlerin major oksit değerlerine bakıldığında karakteristik olarak Al_2O_3 ve CaO değerlerinin düşük, MgO ve Fe_2O_3 değerlerinin yüksek olduğu görülmektedir. MgO/SiO₂ oranları ortalama 0,92 olduğu belirlenmiştir. Budeğer göz önüne alındığında harzburjitlerin serpantinleşmeye başlaması ile yorumlanmaktadır. Serpantinleşme süreci iz elementlerde de gözlenmektedir. Bazı elementlerde serpantinleşme sürecinde zenginleşme izlenmektedir (özellikle Co, Ni, Cu, Zn değerleri). Genel olarak, tüketilmiş manto peridotitlerindeki ana element bileşimleri ve iz element bileşimleri dikkate alındığında, artmakta

olan MgO ile birlikte Fe_2O_3 , Ni'nin artması ve SiO₂, CaO, Cr, Co'nun azalması gibi korelasyonlar göstermesi abisal peridotitlere benzerlik göstermektedir (Şekil 9). İstatistik olarak düzlemsel ve pozitif korelasyon gösteren Co-MgO, Sc-MgO ve V-MgO diyagramları bize harzburjitlerin serpantinleşmesi sırasında bu elementlerin duraylı olduklarını ve serpantinleşmeden etkilenmediklerini göstermektedir (Şekil 9).

Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti harzburjitlerine ait bazı oksit ve iz element değerleri McDonough and Sun (1995)'dan alınan ilksel manto değerleri ile karşılaştırılmıştır. İkili diyagramlara bakıldığında CaO, Al_2O_3 , Sc, V değerlerinin ilksel mantoya göre oldukça düşük değerlere sahipken, Cr_2O_3 , Fe_2O_3 (toplam) ve SiO₂ içeriklerinin bazı örneklerde ilksel mantoya göre yüksek değerlere sahip olduğu görülmektedir (Şekil 10). Sc, V miktarları, kısmi ergime derecesini daha iyi yansıtmaktadır çünkü bu elementler metasomatik proseslerden yalnızca bir miktar etkilenir (Shi *et al.* 2012). Bu çalışmada, Mg # değerleri ile iz elementler ve major oksitler arasındaki korelasyonlar incelenmiştir.

Çizelge 3. Beyşehir-Hoyran Ofiyolitine ait Harzburjitlelerin Major(%) ve iz element(ppm) jeokimyasaları(nd: deteksiyon limitinin altı değerler)

Örnek	B-8	B-11	B-24	B-27	B-30	B-37	B-2	B-16	B-20
SiO ₂	43,47	44,24	43,67	45,46	44,26	44,72	43,82	43,89	43,82
Al ₂ O ₃	2,02	2,26	3,26	1,05	1,17	1,07	2,29	1,53	1,07
Fe ₂ O ₃	7,02	7,86	8,12	7,77	7,64	7,22	7,9	7,52	8,09
MgO	42,17	41,91	41,03	40,2	39,91	38,77	40,08	39,8	40,73
CaO	0,23	0,25	0,63	0,04	0,26	0,57	0,32	0,3	0,52
Na ₂ O	0,01	nd	nd	nd	nd	nd	0,01	nd	0,03
K ₂ O	0,04	nd	0,01	nd	0,02	nd	0,01	0,01	0,03
TiO ₂	0,01	<0,01	0,02	nd	nd	nd	nd	0,02	0,05
P ₂ O ₅	0,01	<0,01	0,01	nd	nd	nd	nd	0,01	0,02
MnO	0,12	0,11	0,12	0,1	0,11	0,1	0,11	0,07	0,11
LOI	5,7	3,2	2,5	5,12	5,8	8,5	5,4	7,43	6,1
Toplam	100,8	99,83	99,37	99,74	99,17	100,95	99,94	100,58	100,57
MgO/SiO ₂	0,97	0,95	0,94	0,88	0,90	0,87	0,91	0,91	0,93
Cr ₂ O ₃	0,256	0,223	0,325	0,327	0,288	0,497	0,319	0,452	0,416
Mg#	92,20	91,40	90,90	91,10	91,20	91,40	91,00	90,80	90,90
Opx	34,93	37,41	34,75	48,82	44,01	43,85	40,65	43,11	35,77
ol	55,47	52,42	52,57	42,86	46,47	45,87	48,44	47,57	51,12
Ba	7	4	4	4	4	4	6	6	8
Ni	2612	2308	2305	2686	2240	2362	2419	2723	2516
Sc	7	6	9	5	6	3	6	7	9
Co	117,7	112,2	114,9	117,6	110,2	114,4	114,5	119,5	116,4
Nb	0,2	0,1	nd	0,2	nd	nd	0,2	0,2	0,4
Sr	2,3	1,3	2,7	2,2	1,9	1,8	2,1	2,5	1,6
V	24	19	36	8	13	8	18	22	20
W	18,4	10,3	113,3	39,8	48,6	15,8	41,1	24,2	46,2
Zr	2,3	2,4	0,6	0,4	0,4	1,2	1,2	2,2	2,2
Y	nd	nd	nd	0,1	nd	nd	0,1	0,1	0,1
La	nd	nd	nd	0,2	nd	0,1	0,2	0,1	0,4
Ce	nd	0,38	nd	nd	nd	0,1	0,1	nd	0,24
TOT/C	0,09	0,04	0,05	0,05	0,07	0,16	0,08	0,12	0,07
Cu	2,4	2,8	15	3,5	3,6	2,5	4,9	11,3	12,5
Pb	0,1	<0,1	0,3	0,3	0,2	0,3	0,2	0,5	0,6
Zn	29	29	27	30	30	28	28	32	30
Ni	2579,5	2234,7	2412,5	2726,9	2321,8	2400,8	2446,1	2624,6	2384
Au	0,5	nd	1,8	nd	nd	nd	0,5	1,4	1,6



Şekil 9. Beyşehir-Hoyran Ofiyolitine ait tektonitlerinden seçilen oksit (%) ve eser element (ppm) ile MgO arasındaki değişimleri gösteren ikili diyagramlar. PM (ilksel manto) ve DM (tüketilmiş manto) değerleri Niu (2004), Coogan *et al.* (2004), Godard *et al.* (2008), Sun and McDonough (1989) ve Workman and Hart (2005) den alınmıştır.

4. Tartışma ve Sonuç

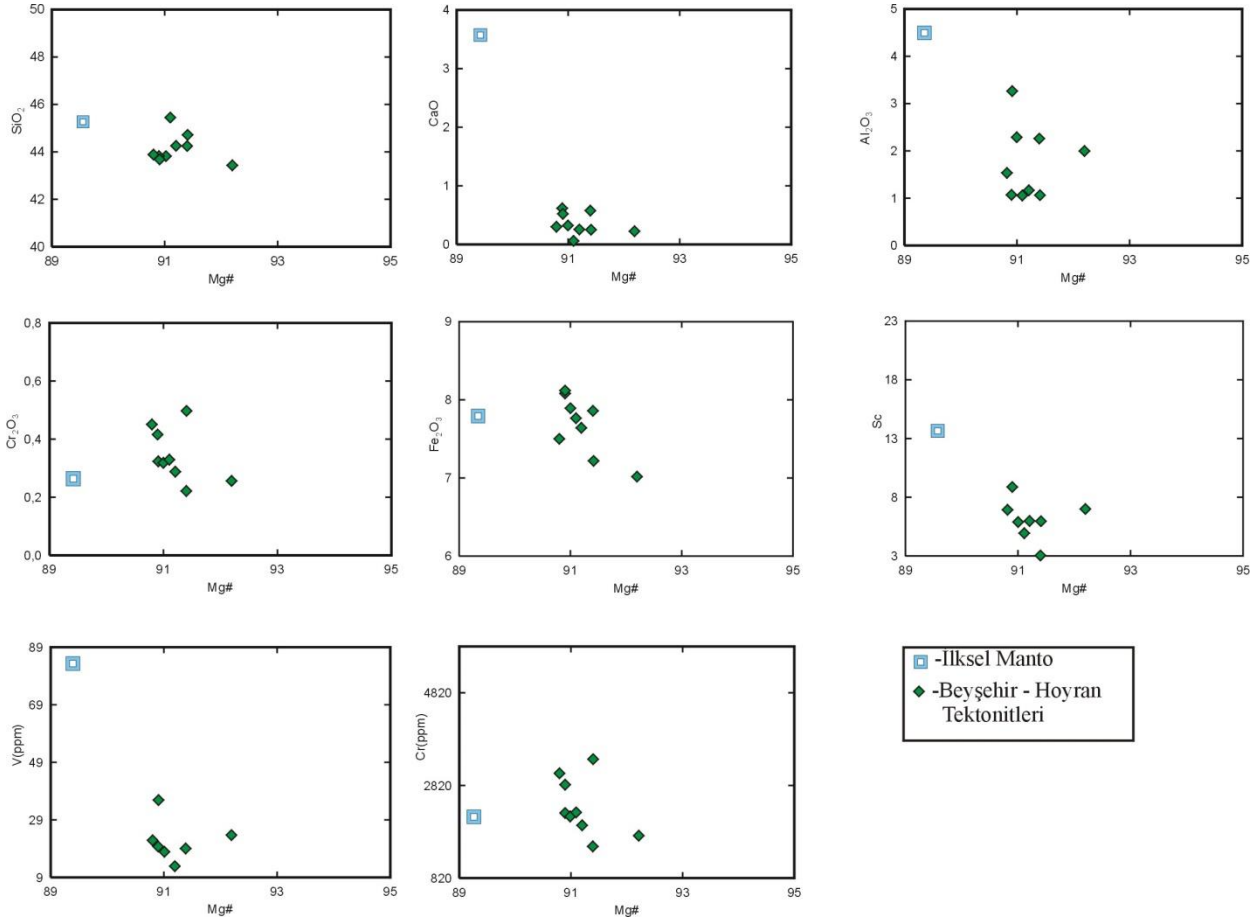
Beyşehir–Hoyran Ofiyoliti inceleme alanında tektonitler, kümülatlar ve amfibolitten oluşan bir istif sunmaktadır. Tektonitlerin en önemli özellikleri plastik bir deformasyonun izlerini taşıyor olmalarıdır. Mikroskopik çalışmalar sonucunda istifi oluşturan birimlerin mineralojik bileşimleri belirlenmiştir. Foliasyon ve lineasyon gösteren tektoniklerden elde edilen kontur diyagramları deformasyonu işaret etmektedir.

Tektonitlerde deformasyon sonrası yeniden kristalleşme yaygındır. Bu nedenle porfiroklastik ve granoblastik harzburjitlerin astenosferdeki plastik akmaya bağlı olarak yüksek sıcaklıkta deforme olduğu ve deformasyon derecesindeki farklılığın, üst

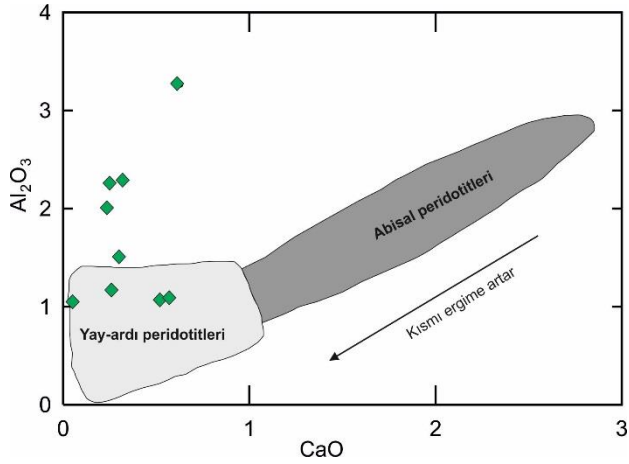
mantonun değişik seviyelerindeki dinamik koşullardan kaynaklandığı düşünülmektedir.

Harzburjitlerdeki uyumsuz element zenginleşmeleri SSZ’da eriyik-kayaç etkileşiminden kaynaklanmaktadır. İncelenen peridotitler, önceden yapılmış araştırmalarla karşılaştırıldığında SSZ tipi peridotit özelliğini gösterdiği görülmektedir (Bizimis *et al.* 2000; Bortolotti *et al.* 2002; Saccani *et al.* 2011; Kapsiotis 2014).

Özellikle, Al₂O₃ ve CaO bileşiminde meydana gelen tüketilmişlik oranları, yay-ardı peridotitleri ile uyum göstermektedir (Şekil 11). Harzburjit örneklerinde gözlenen düşük CaO değerlerine karşılık artış gösteren Al₂O₃ değerleri Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti harzburjitlerinin kısmen tüketilmiş olan yay-ardı harzburjitlerine yakın bir jeodinamik ortamda oluştuklarını sonucunu doğurmaktadır.



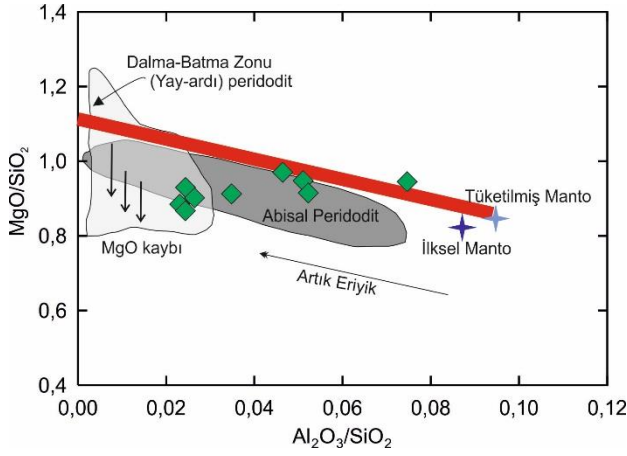
Şekil 10. Beyşehir-Hoyran Ofiyolitine ait tektonitlerinden seçilen Oksit (%) ve eser element (ppm) ile Mg# arasındaki değişimleri gösteren ikili diyagramlar İlksel Manto değerleri McDonough ve Sun 1995'den alınmıştır).



Şekil 11. Beyşehir-Hoyran peridotitleri için Al_2O_3 (%) ve CaO (%) ikili diyagramı (Abisal ve yay-ardı peridotit alanları ile kısmi erime eğilimi Pearce *et al.* (1992)'den alınmıştır).

Ultramafik kayalarda ilksel mineralojik bileşim hidrotermal alterasyon (serpantinleşme) ve metamorfizma gibi nedenle değişiklik göstermektedir. Hem tamamen hem de kısmen

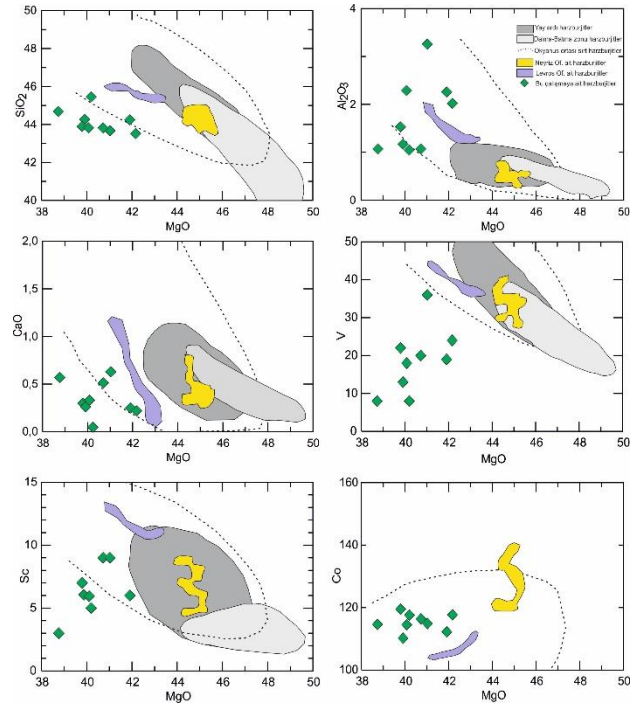
serpantinleşme özelliği gösteren harzburjitlerde CaO değerlerinde azalma gözlenmesi buna karşılık MgO değerlerinde artma gözlenmesi serpantinleşme sürecinde majör oksitlerin etkisini göstermektedir. Ancak bu etki tüm örneklerde gözlenmemektedir. Kısmen serpantinleşmeye uğramış olan harzburjitlerde MgO/SiO₂ oranları dar bir alanda (0,9) değişim göstermektedir (Şekil 12). Bu da serpantinleşme sırasında Mg ve Si'nin kısmen duraylı olduklarının göstergesidir (Lyer *et al.* 2008). $Al_2O_3 / SiO_2 - MgO / SiO_2$ diyagramında, incelenen örneklerin bir kısmının yay-ardı bir kısmının ise abisal alan içerisinde yer aldığı gözlenmektedir (Şekil 12). Her iki alanda örneklerin yer alması, Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti harzburjitlerinin serpantinleşmeye uğramadan önce, düşük derece (Abisal peridotit alanı) ve yüksek derecede (yay-ardı peridotit alanı) kısmi ergimeye maruz kaldıklarını göstermektedir.



Şekil 12. Beyşehir-Hoyran Ofiyolitinde yer alan harzburjitlerin $Al_2O_3 / SiO_2 - MgO / SiO_2$ diyagramına yerleştirilmesi (Tükenmiş ve ilkel manto değerleri sırasıyla Salters and Stracke (2004) ve McDonough and Sun (1995)'dan alınmıştır (karasal dizi "kırmızı çizgi", Abisal ve yay-ardı peridotit alanları Niu (2004), Pearce et al. (2000) ve Parkinson and Pearce (1998)'dan alınmıştır).

Tetis ofiyolitik kuşağında, Doğu Akdeniz ofiyolitlerindeki peridotitler hem abisal hem de dalma-batma zonunda oluşabilmektedir. Bu kuşağa ait İran ve Yunanistan'a ait iki ofiyolitik zona ait harzburjitlerle Beyşehir-Hoyran Ofiyolitleri'nin kökensel benzerlikleri göze çarpmaktadır (Şekil 13). Şekil 13'e bakıldığında Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti harzburjitlerinin Neyriz (İran) ve Levros (Yunanistan) harzburjitleri gibi okyanus ortası sırtı alanında yer aldıkları ve genel olarak yay ardi harzburjitlerine benzer bir kimyasal özellik sunduğu söylenebilir.

Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti ve diğer Doğu Akdeniz ofiyolit istiflerinin MORB ve SSZ tipi litosferin benzer jeolojik kanıtları, bölgede Tetis okyanusunun gelişmesi ve kapanması sırasında eriyik-kayaç etkileşiminin yaygın olabileceğini düşündürmektedir (Bortolotti et al. 2002, Barth et al. 2003, Aldanmaz et al. 2008).



Şekil 13. Beyşehir-Hoyran Harzburjitlerinin Neyriz (İran) ve Levros (Yunanistan) Ofiyolitlerine ait harzburjitlerle ortamsal karşılaştırmasını gösteren ikili diyagramları (Neyriz ofiyolitine ait veriler Rajabzadeh et al 2013; Levros ofiyolitine ait veriler Koglin et al 2009'dan alınmıştır).

5. Kaynaklar

- Aldanmaz, E., Yalınız, M.K., Güçtekin, A., Göncüoğlu, M.C., 2008. Geochemical characteristics of mafic lavas from the Neotethyan ophiolites in western Turkey: implications for heterogeneous source contribution during variable stages of ocean crust generation. *Geological Magazine* 145, 37–54.
- Andrew, T., Robertson, A.H.F., 2002. The Beyşehir-Hoyran-Hadım Nappes: Genesis and emplacement of Mesozoic marginal and oceanic units of the northern Neotethys in southern Turkey. *Journal of the Geological Society*, 159, 529–543.
- Bağcı, U., Parlak, O., Hock, V., 2006. Geochemical character and tectonic environment of ultramafic to mafic cumulates from the Tekirova (Antalya) ophiolite (southern Turkey). *Geological Journal*, 41, 193–219.
- Barth, M.G., Mason, P.R.D., Davies, G.R., Dijkstra, A.H., Drury, M.R., 2003. Geochemistry of the othris ophiolite, Greece: evidence for refertilization? *Journal of Petrology* 44, 1757–1785.
- Bizimis, M., Salters, V.J.M., Bonatti, E., 2000. Trace REE content of clinopyroxenes from suprasubduction

- zone peridotites. Implications for melting and enrichment processes in island arc. *Chemical Geology*, **165(1-2)**, 67-85.
- Bortolotti, V., Marroni, M., Pandolfi, L., Principi, G., Saccani, E., 2002. Interaction between mid-ocean ridge and subduction magmatism in Albanian ophiolites. *Journal of Geology*, **110**, 561 – 576.
- Chen, G., Xia, B., 2008. Platinum-group elemental geochemistry of mafic and ultramafic rocks from the Xigaze ophiolite, southern Tibet. *Journal of Asian Earth Sciences*, **32**, 406-422.
- Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 1997. The Lycian Mélange, southwest Turkey: an emplaced accretionary complex. *Geology*, **25**, 255- 258.
- Collins, A.S., Robertson, A.H.F., 1998. Processes of Late Cretaceous to Late Miocene episodic thrust sheet translation in the Lycian Taurides, SW Turkey. *Journal of the Geological Society London*, **155**, 759-772.
- Coogan, L.A., Thompson, G.M., MacLeod, C.J., Dick, H.J.B., Edwards, S.J., Hosford Scheirer, A., Barry, T.L., 2004. A combined basalt and peridotite perspective on 14 million years of melt generation at the Atlantis Bank segment of the Southwest Indian Ridge: Evidence for temporal changes in mantle dynamics? *Chemical Geology*, **207(1-2)**, 13–30.
- Çakır, Ü., 2009. Structural and geochronological relationships of metamorphic soles of eastern Mediterranean ophiolites to surrounding units: indicators of intra-oceanic subduction and emplacement. *International Geology Review*, **51**, 189–215.
- Çelik, Ö.F., 2007. Metamorphic sole rocks and their mafic dykes in the eastern Tauride belt ophiolites (southern Turkey): Implications for OIB type magma generation following slab break-off. *Geological Magazine*, **144**, 849–866.
- Çelik, Ö.F., Chiaradia, M., 2008. Geochemical and petrological aspects of dyke intrusions in the Lycian ophiolites (SW Turkey): A case study for the dyke emplacement along the Tauride Belt Ophiolites. *International Journal of Earth Sciences*, **97**, 1151–1164.
- Çelik, Ö.F., Delaloye, M., 2003. Origin of metamorphic soles and their post-kinematic mafic dyke swarms in the Antalya and Lycian ophiolites, SW Turkey. *Geological Journal*, **38**, 235–256.
- Çelik, Ö.F., Delaloye, M.F., 2006. Characteristics of ophiolite-related metamorphic rocks in the Beyşehir ophiolitic melange (Central Taurides, Turkey), deduced from whole rock and mineral chemistry. *Journal of Asian Earth Sciences*, **26**, 461–476.
- Dick, H.J.B., Natland, J.H., 1995. Late stage melt evolution and transport in the shallow mantle beneath the East Pacific Rise, in: Mevel, C. (Ed.), Proc. Ocean Drilling Program, Scientific Results. College Station, Texas (Ocean Drilling Program), **147**, 103–134.
- Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B.R., Grundvig, S., 1999. Structure and petrology of Tauride ophiolites and mafic dike intrusions (Turkey): Implications for the Neotethyan ocean. *Geological Society of America Bulletin*, **111**, 1192–1216.
- Dilek, Y., Whitney, D.L., 1997. Counterclockwise P-T-t trajectory from the metamorphic sole of a Neotethyan ophiolite (Turkey). *Tectonophysics*, **280**, 295–310.
- Elitok, O., Druppel, K., 2008. Geochemistry and tectonic significance of metamorphic sole rocks beneath the Beyşehir-Hoyran ophiolite (SW-Turkey). *Lithos*, **100**, 322–353.
- Elitok, Ö., 2001. Geochemistry and Tectonic Significance of the Kızıldağ Ophiolite in Beyşehir-Hoyran Nappes, SW Turkey. 4th. International Symposium, Eastern Mediterranean Geology, 63, Suleyman Demirel University, Isparta, Abstract, 21.
- Godard, M., Lagabrielle, Y., Alard, O., Harvey, J., 2008. Geochemistry of the highly depleted peridotites drilled at ODP Sites 1272 and 1274 (Fifteen-Twenty Fracture Zone, Mid-Atlantic Ridge): Implications for mantle Dynamics beneath a slow spreading ridge. *Earth and Planetary Science Letters*, **267**, 410–425.
- Jameison, R.A., 1986. P-T Paths from High Temperature Shear Zones beneath Ophiolites. *Journal of Metamorphic Geology*, **4**, 3–22.
- Kapsiotis, A., 2014. Composition and alteration of Cr-spinels from Milia and Pefki serpentized mantle peridotites (Pindos Ophiolite complex, Greece). *Geologica Carpathica*, **65(1)**, 83-95.
- Kavak, K.Ş., Parlak, P., Temiz, H., 2017. Geochemical characteristics of ophiolitic rocks from the southern margin of the Sivas basin and their implications for the Inner Tauride Ocean, Central-Eastern Turkey. *Geodinamica Acta*, **29 (1)**, 160-180.
- Koglin, N., Kostopoulos, D., Reischmann, T., 2009. The Lesvos mafic-ultramafic complex, Greece: Ophiolite or incipient rift? *Lithos*, **108**, 243-261.

- Lyer, K., Jamtveit, B., Mathiesen, J., Maltte-Sørensen, A., Feder, J., 2008. Reaction-assisted hierarchical fracturing during serpentinization. *Earth Planet. Sci. Lett.* **267**, 503–516.
- Lytwyn, J.N., Casey, J.F. 1995. The geochemistry of postkinematic mafic dike swarms and subophiolitic metabasites, Pozanti-Karsanti ophiolite, Turkey: Evidence for ridge subduction. *Geological Society of American Bulletin*, **107**, 830-850.
- McDonough, W.F., Sun, S., 1995. The Composition of the Earth. *Chemical Geology*, **120**, 223-253.
- Monod, O., 1977. Recherches géologiques dans le Taurus occidentales de Beyşehir (Turquie). PhD Thesis, Université de Paris Sud, Orsay, 450.
- Niu, Y., 2004. Bulk-rock major and trace element compositions of abyssal peridotites: Implications for mantle melting, melt extraction and post-melting processes beneath mid-ocean ridges. *Journal of Petrology*, **45**, 2423–2458.
- Özgül, N., 1984. Stratigraphy and Tectonic Evolution of the Central Taurides. In Tekeli, O., Göncüoğlu, M.C., (Eds), Geology of the Taurus Belt. MTA, Ankara, 77-90.
- Özgül, N., 1997. Bozkır-Hadım-Taşkent (Orta Toroslarda Kuzey Kesimi) Dolayında yer alan Tektono-Stratigrafik Birliklerin Stratigrafisi. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, **119**, 113-174.
- Parkinson, I.J., Pearce, J.A., 1998. Peridotites from the Izu-Bonin-Mariana forearc (ODP Leg 125): evidence for mantle melting and melt–mantle interaction in a suprasubduction zone setting. *Journal of Petrology*, **39**, 1577–1618.
- Parlak, O., 2016. The Tauride Ophiolites of Anatolia (Turkey): A Review. *Journal of Earth Science*, **27** (6), 901–934.
- Parlak, O., Delaloye, M., 1996. Geochemistry and timing of post-metamorphic dyke emplacement in the Mersin ophiolite (southern Turkey): New age constraints from $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ geochronology. *Terra Nova*, **8**, 585–592.
- Parlak, O., Delaloye, M., Bingöl, E., 1996. Mineral chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey). *Geologische Rundschau*, **85**, 647–661.
- Parlak, O., Hock, V., Delaloye, M., 2002. The suprasubduction Pozanti-Karsanti ophiolite, southern Turkey: Evidence for high pressure crystal fractionation of ultramafic cumulates. *Lithos*, **65**, 205–224.
- Parlak, O., Robertson, A.H.F., 2004. The ophiolite related Mersin Melange, southern Turkey: Its role in the tectonic-sedimentary setting of Tethys in the Eastern Mediterranean region. *Geological Magazine*, **141**, 257–286.
- Parlak, O., Yılmaz, H., Boztuğ, D., 2006. Origin and tectonic significance of the metamorphic sole and isolated dikes of the Divriği Ophiolite (Sivas, Turkey): Evidence for slab break-off prior to ophiolite emplacement. *Turkish Journal of Earth Sciences*, **15**, 25–45.
- Pearce, J.A., Barker, P.F., Edwards, S.J., Parkinson, I.J., Leat, P.T., 2000. Geochemistry and tectonic significance of peridotites from the South Sandwich arc-basin system, South 450 Atlantic. *Contributions to Mineralogy and Petrology*, **139**, 36–53.
- Pearce, J.A., Harris, N.B.W., Tindle, A.J., 1984. Trace element discrimination diagrams for the tectonic interpretation of granitic rocks. *Journal of Petrology*, **25**, 956-983.
- Pearce, J.A., Vander Laan, S.R., Arculus, R.J., Murton, B.J., Ishii, T., Peate, D.W., and Parkinson, I.J., 1992. Boninite and harzburgite from Leg 125 (Bonin-Mariana forearc): A case study of magma genesis during the initial stages of subduction, in Fryer, P., et al., Proceeding of the Ocean Drilling Program, Scientific Results, Site 778–786, Bonin-Mariana Region: College Station, Texas, Ocean Drilling Program, p. 623–659.
- Polat, A., Casey, J.F., Kerrich, R., 1996. Geochemical Characteristics of Accreted Material beneath the Pozanti-Karsanti Ophiolite, Turkey: Intra-Oceanic Detachment, Assembly and Obduction. *Tectonophysics*, **263**, 249–276.
- Rajabzadeh, M.A., Dehkardi, T.N., Caran, Ş., 2013. Mineralogy, geochemistry and geotectonic significance of mantle peridotites with high-Cr chromitites in the Neyriz ophiolite from the outer Zagros ophiolite belts, Iran. *Journal of African Earth Science*, **78**, 1-15.
- Robertson, A. H. F., Woodcock, N.H., 1982. Sedimentary history of the southwestern segment of the Mesozoic-tertiary Antalya continental margin, southwestern Turkey. *Eclogae Geologica Helvetica*, **75**, 517–562.
- 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. 2004. Development of concepts concerning the genesis and emplacement of Tethyan ophiolites in the Eastern Mediterranean and Oman regions. *Earth Science Review*, **66**, 331–387.
- Robertson, A.H.F., Dixon, J.A., 1984. Introduction: Aspects of the Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. In: Dixon, J. A., Robertson, A. H. F., eds., *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Geological Society of London Special Publication*, **17**, 1–74.
- Robertson, A.H.F., Parlak, O., Metin, Y., Vergili, Ö., Taslı, K., İnan, N., Soycan, H., 2013. Late Palaeozoic-Cenozoic tectonic development of carbonate platform, margin and oceanic units in the Eastern Taurides, Turkey. In A. H. F. Robertson, O. Parlak, & U. C. Ünlügenç (Eds.), *Geological development of Anatolia and the Easternmost Mediterranean region*. London: Geological Society Special Publication, **372**, 167–218.
- Robertson, A.H.F., Woodcock, N.H., 1981a. Bileyeri Group, Antalya Complex: Deposition on a Mesozoic passive continental margin, south-west Turkey. *Sedimentology*, **28**, 381–399.
- Robertson, A.H.F., Woodcock, N.H., 1981b. Alakırçay Group, Antalya Complex, SW Turkey: A deformed Mesozoic carbonate margin. *Sedimentary Geology*, **30**, 95–131.
- Saccani, E., Beccaluva, L., Photiades, A., Zeda, O., 2011. Petrogenesis and tectono-magmatic significance of basalts and mantle peridotites from the Albanian–Greek ophiolites and sub-ophiolitic mélanges. New constraints for the Triassic–Jurassic evolution of the Neo-Tethys in the Dinaride sector. *Lithos*, **124** (3-4), 227-242.
- Salter, V.J.M., Stracke, A., 2004. Composition of depleted mantle. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems*, **5**(5), 1-27.
- Shi, R., Griffin, W.L., O Reilly, S.Y., Huang, Q., Zhang, X., Liu, D., Zhi, X., Xia, Q., Ding, L., 2012. Melt/mantle mixing produces podiform chromite deposits in ophiolites: implications of Re–Os systematics in the Dongqiao Neo-Tethyan ophiolite, northern Tibet. *Gondwana Research*, **21**, 194–206.
- Spray, J.G., 1984. Possible Causes and Consequences of Upper Mantle Decoupling and Ophiolite Displacement. In: Gass, I.G., Lippard, S. J., Shelton, A. W., (eds.) *Ophiolites and Oceanic Lithosphere. Geological Society, London, Special Publications*, **13**(1), 255–268.
- Stern, R. J., Bloomer, S. H., 1992. Subduction Zone Infancy: Examples from the Eocene Izu-Bonin-Mariana and Jurassic California. *Geological Society of America Bulletin*, **104**, 1621–1636.
- Sun, S.S., McDonough, W., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: Implications for mantle composition and processes. *Geological Society, London, Special Publications*, **42** (1), 313–345.
- Şengör, A.M.C., Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: Plate Tectonic Approach. *Tectonophysics*, **75**, 181-241.
- Vergili, Ö., Parlak, O., 2005. Geochemistry and tectonic significance of metamorphic sole rocks and mafic dikes from the Pınarbaşı (Kayseri) ophiolite, Central Anatolia (Turkey). *Ophioliti*, **30** (1), 37–52.
- Whitechurch, H., Juteau, T., Montigny, R., 1984. Role of the Eastern Mediterranean Ophiolites (Turkey, Syria, Cyprus) in the History of the Neo-Tethys. In: Dixon, J.E., and Robertson, A.H.F., (eds) *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean. Special Publication of Geological Society of London*, **17**, 111-126.
- Williams, H., Smyth, W.R., 1973. Metamorphic Aureoles beneath Ophiolite Suites and Alpine Peridotites; Tectonic Implications with West Newfoundland Examples. *American Journal of Science*, **273** (7), 594–621.
- Workman, R.K., Hart, S.R., 2005. Major and trace element composition of the depleted MORB mantle (DMM). *Earth and Planetary Science Letters*, **231** (1), 53–72.
- Xu, X.Z., Yang, J.S., Ba, D.Z., et al. 2011a. Petrogenesis of the Kangjinla Peridotite in the Luobusa Ophiolite, Southern Tibet. *Journal of Asian Earth Sciences*, **42** (4), 553-568.
- Xu, X.Z., Yang, J.S., Guo, G.L., et al. 2011b. Lithological Research on the Purang Mantle Peridotite in Western Yarlung-Zangbo Suture Zone in Tibet. *Acta Petrologica Sinica*, **27**(11), 3179–3196.

Zhou, M.F., Robinson, P.T., Su, B.X., Gao, J.F., Li, J.Q., Yang, J.S., Malpas, J., 2014. Compositions of chromite, associated minerals, and parental magmas of podiform chromite deposits: the role of slab

contamination of asthenospheric melts in suprasubduction zone. *Gondwana Research*, **26**, 262-283.