

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**HARMANCIK (BURSA) YÖRESİ PERİDOTİK KAYAÇLARININ
MİNERALojİK VE PETROGRAfİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jeoloji Müh. Ahmet Dündar ŞEN

**OCAK 2008
TRABZON**

**KARADENİZ TEKNİK ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

**HARMANCIK (BURSA) YÖRESİ PERİDOTİK KAYAÇLARININ
MİNERALOJİK VE PETROGRAFİK ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Jeoloji Mühendisi Ahmet Dünder ŞEN

Karadeniz Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsünde

“Jeoloji Yüksek Mühendisi”

Unvanı Verilmesi İçin Kabul Edilen Tezdir

**Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 14.01.2008
Tezin Savunma Tarihi : 30.01.2008**

Tez Danışmanı : Doç. Dr. Orhan KARSLI

Jüri Üyesi : Prof. Dr. Cüneyt ŞEN

Jüri Üyesi : Yrd. Dr. Murat ERDURAN

Enstitü Müdürü V.: Doç. Dr. Salih TERZİOĞLU

Trabzon 2008

ÖNSÖZ

Karadeniz Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanan bu çalışmada, Bursa iline bağlı Harmancık yöresinde yüzeyleyen ultramafik kayalar incelenmiştir.

“Harmancık (Bursa) Yöresi Peridotik Kayaçlarının Mineralojik ve Petrografik Özelliklerinin incelenmesi” isimli bu çalışmayı bana öneren saygıdeğer hocam Doç.Dr. Orhan KARSLI'ya en içten teşekkürlerimi sunarım. Prof. Dr. Cüneyt ŞEN ve Yrd. Doç. Dr. Murat ERDURAN, bu tezin bilimsel içeriğinin zenginleşmesine çok önemli katkılar sağlamışlardır.

Karadeniz Teknik Üniversitesi Rektörlüğü'ne ve Araştırma Fonu'na bu çalışmayı maddi olarak desteklediği için teşekkür ederim.

Çalışmanın her aşamasında olduğu gibi, Hamburg Üniversitesi'nde ve çeşitli lâboratuvarlarda gerçekleştirilen mikrokimyasal analiz işlemleriyle sabırla ilgilenen Dr. İbrahim UYSAL'a şükranlarımı sunarım. Arazi çalışmaları sırasında, ulaşım ve örnek alımındaki yardımlarından ötürü Ali Haydar AYGÜN'e teşekkür ederim.

Çalışma kapsamında gerçekleştirdiğim yurtdışı seyahatlerinde bana maddi ve manevi desteğini her zaman gösteren babam sayın Prof. Dr. Kemal ŞEN'e sonsuz teşekkürlerimi sunarım.

Ayrıca tezin değişik aşamalarında bana yardımcı olan değerli arkadaşım Jeoloji Müh. İlknur BATAR'a teşekkür ederim.

Hayatta yaşadığım iyi ve kötü her şeyi benimle paylaşan ve desteklerini her zaman yanımda hissetmemi sağlayan aileme sonsuz teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Ahmet Dündar ŞEN

Trabzon 2008

İÇİNDEKİLER

	<u>Sayfa No</u>
ÖNSÖZ.....	II
İÇİNDEKİLER.....	III
ÖZET.....	VII
SUMMARY.....	VIII
ŞEKİLLER DİZİNİ.....	IX
TABLolar DİZİNİ.....	XVII
1. GENEL BİLGİLER.....	1
1.1. Amaç.....	1
1.2. Önceki Çalışmalar.....	1
2. Bölgesel Jeoloji.....	4
2.1. Çalışma Alanı.....	4
3. YAPILAN ÇALIŞMALAR.....	7
3.1. Materyal ve yöntemler.....	7
3.1.1. Arazi Çalışmaları.....	7
3.1.2. Laboratuvar Çalışmaları.....	7
3.1.2.1. Mikroskopik İncelemeler.....	7
3.1.2.2. Kimyasal Analizler.....	8
3.1.2.2.1. Tüm Kayaç Analizleri.....	8
3.1.2.2.1.1. Ana Oksit ve İz Element Analizleri.....	8
3.1.2.2.1.2. Nadir Toprak Element (NTE) Analizleri.....	9
3.1.2.2.1.3. Ateşte Kaybın Hesaplanması.....	9
3.1.2.2.2. Mineral Kimyası Analizleri.....	9
3.1.3. Buro Çalışmaları.....	10
4. BULGULAR.....	11
4.1. Çalışma Alanının Stratigrafisi.....	11
4.1.1. Metamorfik Kayaçlar.....	12
4.1.2. Ofiyolitik Melanj.....	13
4.1.3. Rekristalize Kireç Taşları.....	13
4.1.4. Tortul Kayaçlar.....	13
4.2. Petrografi.....	14
4.2.1. Ultramafik Kayaçların Petrografisi.....	14
4.2.2. Harzburjit.....	15

4.2.3.	Serpantinit.....	15
4.3.	MİNERALOJİ VE MİNERAL KİMYASI.....	17
4.3.1.	Giriş.....	17
4.3.2.	Harzburjitler.....	17
4.3.2.1.	Olivin.....	18
4.3.2.2.	Ortopiroksen.....	20
4.3.2.3.	Klinopiroksen.....	24
4.3.2.4.	Spinel.....	26
4.3.3.	Ultramafik Kayaçların Kimyası.....	30
4.3.3.1.	Giriş.....	30
4.3.3.2.	Ana Oksit ve İz Element Kimyası.....	30
4.3.3.3.	Nadir Toprak Element (NTE) Jeokimyası.....	36
5.	İRDELEME VE TARTIŞMA.....	38
5.1.	Kısmi Ergime Dereceleri.....	39
6.	SONUÇLAR.....	41
7.	KAYNAKLAR.....	42
EKLER	47
ÖZGEÇMİŞ		

ÖZET

Harmancık (KB-Türkiye, Bursa) yöresi ultramafik kayaların ana oksit ve iz element değerleri incelenerek, Tetis Okyanusunun kalıntıları olduğu düşünülen bu kayaların oluşumları hakkında sonuçlar çıkartılmıştır. Çalışma alanındaki ultramafik kayaların MgO değerleri SiO₂, Al₂O₃, CaO, V, Sc, Yb ve Lu ile negatif korelasyon göstermiştir. Al₂O₃ ve CaO değerleri 0.75 – 2.21 arasındadır ve klinopiroksen içeriğindeki azalmaya paralel olarak azalma gösterirler. Olivin içerikleri Fo_{0.89} – Fo_{0.92} arasındadır ve kimyasal zonlanma göstermez. NiO içerikleri %0.27 ila 0.53 arasında değişir ve MnO içerikleri % 0.20'ye ulaşmaktadır bu değerler manto olivinleri değerleriyle benzerlik gösterir.

Ortopiroksenler yüksek Mg-numarasına (0.89 – 0.92) sahiptirler ve ince ayrılım lamelleri şeklinde klinopiroksen içermektedirler. Ortopiroksenlerin bileşimleri En₈₆₋₉₁ Wo₀₋₅ ve Fs₈₋₁₁ arasındadır ve düşük CaO içeriklerine sahiptirler. Al₂O₃ içerikleri 1.47 ila 4.95 arasında değişen geniş bir dağılım göstermektedir. Mg- numarası değerleri 0.90 ile 0.95 arasında değişen klinopiroksenlerin Al₂O₃ içerikleri %1.88 – 6.09 arasındadır ve Cr₂O₃ içerikleri %0.45 – 1.27 arasında değişmektedir. Klinopiroksenler ayrıca %0.17'ye kadar ulaşan TiO₂ ve %0.64'e kadar ulaşan Na₂O değerlerine sahiptir. Spineller genelde Al'ca zengindir ve Cr-numarası değerleri 0.18 – 0.56, Mg-numarası değerleri ise 0.5 – 0.79 arasında değişmektedir. Spinellerin Mg- numarası değerleri genellikle klinopiroksence zengin harzburjitlerde, tüketilmiş harzburjitlere kıyasla daha yüksektir ve Cr-numarası ile ters bir dağılım göstermektedir. Tüm kayaç MgO ve V içerikleri ve mineral kimyası özellikleri bu yörede oluşan kayaların %5-25 arasında değişen kısmi ergime derecelerine sahip olduklarını göstermektedir. Klinopiroksenlerce zengin örnekler bu minerallerce fakir olanlara nazaran yüksek Nadir Toprak Element (NTE) içeriklerine sahiptir ve kondrite göre normalleştirilmiş örnekler azalan bir dağılım sergilemektedir. Çalışma alanı yakınlarında ekonomik değere sahip kromit yataklarının bulunmaması ve kayaların mineral kimyası karakteristikleri Harmancık yöresi ultramafik kayalarının abisal peridotitlere benzerlik gösterdiği sonucuna varılmıştır. Bu kayaların oluşumları incelenir ve yitim tip peridotitleri oldukları kabul edilirse, söz konusu kayaların ergiyik kayaç etkileşiminden çok fazla etkilenmediği görülmektedir.

Anahtar Kelimeler: Kuzeybatı Türkiye, Harmancık (Bursa), Harzburjit, Yitim tip peridotitler, Kısmi ergime derecesi.

SUMMARY

Mineralogical and Petrographical Investigation of Peridotitic Rocks From Harmancık Area (NW-TURKEY, Bursa)

Whole rock major and trace element abundances and mineral phases of rock samples from Harmancık, NW-Turkey are investigated to understand the formation of the ultramafic rocks which are supposed to be remnants of lithosphere of Neotethys Ocean. MgO concentrations correlated negatively with SiO₂, Al₂O₃, CaO, V, Sc, Yb and Lu. Al₂O₃ and CaO abundances are between 0.75-2.21 and 0.01-2.31 wt%, respectively and increase with the increasing of clinopyroxene abundances. Olivine compositions range from Fo_{0.89} to Fo_{0.92} and show no chemical zoning. NiO contents vary between 0.27 and 0.53 wt.%, and MnO contents reach up to 0.20 wt.%, indicating compositions similar to mantle olivine. Orthopyroxene has high Mg-number (0.89-0.92) and contains thin exsolution lamellae of clinopyroxene in some cases. Composition range between En₈₆₋₉₁ Wo₀₋₅ and Fs₈₋₁₁, with low content of CaO (0.23–2.65 wt.%). Al₂O₃ concentrations show a wide variation between 1.47 and 4.95 wt.%. The Al₂O₃ contents in clinopyroxene vary between 1.88 and 6.09 wt.% and Cr₂O₃ contents between 0.45 and 1.27 wt.% with a Mg-numbers comprised in the range of 0.90 and 0.95. They also contain up to 0.17 wt.% TiO₂ and 0.64 wt.% Na₂O. Spinel grains are generally rich in Al, with the Cr- and Mg-numbers ranging from 0.18 to 0.56, and 0.5 to 0.79 respectively. Mg-number of spinel is usually higher in clinopyroxene-rich harzburgite than those of more depleted harzburgite and inversely correlated with the Cr-number.

Whole rock MgO and V concentrations, as well as mineral chemistry imply that these rocks formed by different degrees of partial melting (%5-25). The clinopyroxene rich samples have higher REE abundances than those of clinopyroxene poor ones and all samples are depleted with respect to chondrite showing convex-downward patterns. Mineral chemistry and whole rock abundances, as well as lack of abundant chromite deposits in the investigated area, reflect that ultramafic rocks of Harmancık are similar to the abyssal peridotites and have not been affected intensively by percolating melt if SSZ origin is considered for the formation of these rocks.

Key Words: NW-Turkey, Harmancık (Bursa), Harzburgite, Supra Subduction Zone, Partial Melting

ŞEKİLLER DİZİNİ

	<u>Sayfa No</u>
Şekil 1. Orta ve batı Anadolu'yu kapsayan tektonik birlikler haritası.....	5
Şekil 2. Çalışma alanının a: Batı Türkiye ve Ege bölgesinin ana ofiyolit birlikleri içindeki yeri b: jeoloji haritası.....	6
Şekil 3. Çalışma alanının genel stratigrafik dikme kesiti.....	11
Şekil 4. Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarının Ol–Opir–Kpir üçgenindeki yerleri	14
Şekil 5. Hamancık yöresi ultramafik kayaçlarının makroskobik görünümü (a: taze kırık yüzeyi, b: ayrılmış yüzey).....	15
Şekil 6. Çalışma alanında gözlenen serpantinlerin makroskobik görünümü.....	16
Şekil 7. Harmancık yöresi harzburjitlerinde gözlenen ortopiroksenler. Ortopiroksenler içinde ayrılım lamelleri şeklinde bulunan klinopiroksenler ve tektonik deformasyon izleri (polarizan mikroskop görüntüleri).....	17
Şekil 8. Harmancık yöresi harzburjitlerinin mikroskobik görünümü. a: Ayrılmış olivin kristalleri b: Ortopiroksenlerin dokanaklarında gözlenen olivinler c: Ortopiroksen kristali içinde kapanım halinde bulunan olivin kristali d: Deformasyon etkisiyle kink-bant yapısı gösteren ortopiroksen kristali.....	18
Şekil 9. Çalışma alanında bulunan harzburjitlere ait olivinlerin forsterit-fayalit izomorf serisindeki yerleri.....	19
Şekil 10. Harmancık yöresi harzburjitlerindeki olivinlerin a: %Fo - %CaO ve b: 100Mg# - %MnO değişim diyagramları	20
Şekil 11. Harmancık yöresi harzburjitlerinin mikroskobik görünümü a: Ortopiroksen içerisinde kapanım halinde bulunan spinel kristali b: deformasyon etkisinde kalmış ortopiroksen kristali c: Kırıklı olivin kristalleri tarafından çevrelenen ortopiroksen kristali d: Kenarlarından itibaren serpantinleşmeye başlamış bir ortopiroksen kristali (elektron mikroskop).....	21
Şekil 12. Harmancık yöresi harzburjitlerine ait ortopiroksen minerallerinin Ca-Mg-Fe üçgenindeki yerleri	22
Şekil 13. Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarına ait a: ortopiroksen ve b: klinopiroksenlerin 100Mg#- %Al ₂ O ₃ değişim diyagramları.....	23
Şekil 14. Harmancık yöresi harzburjitlerindeki ortopiroksen minerallerinin % Al ₂ O ₃ içeriklerine karşılık spinellerin Cr# değerleri diyagram.....	23
Şekil 15. Harmancık yöresi harzburjitlerindeki klinopiroksenlerin CaSiO ₃ -MgSiO ₃ -FeSiO ₃ üçgenindeki yerleri	24
Şekil 16. Harmancık yöresi harzburjitlerindeki klinopiroksenlerin %Cr ₂ O ₃ -Mg# diyagramındaki yerleri.....	26

Şekil 17.	Harmancık yöresi harzburjitlerindeki spinel minerallerinin Cr-Al-Fe ⁺³ üçgenindeki yerleri	27
Şekil 18.	Harmancık yöresi harzburjitlerine ait spinellerin mikroskopik görüntüleri a ve c: aşırı derecede erpantinleşmiş ve kırıklı olivin ve piroksen kristalleri tarafından sarılmış spinel kristali b: a'daki spinel kristalinin tek nikoldeki görünümü d: Özşekilli bir spinel kristali ve taneli olivin kristallerinin elektron mikroskop görüntüleri.....	27
Şekil 19.	Harmancık yöresi harzburjitlerindeki spinellerin 100Mg# - 100Cr# değişim diyagramı	29
Şekil 20.	Harmancık yöresi harzburjitlerine ait spinellerin Cr/Fe ⁺² ,ye karşılık 100Ti/Fe ⁺² diyagramındaki yerleri ve diğer peridotitlerle kıyaslanması.....	29
Şekil 21.	Harmancık yöresi harzburjitlerine ait spinel minerallerinin a: %Al ₂ O ₃ - %TiO ₂ ve b: %Al ₂ O ₃ - Fe ⁺² /Fe ⁺³ değişim diyagramlarındaki yerleri....	30
Şekil 22.	Harmancık yöresi harzburjitlerinin MgO - Al ₂ O ₃ diyagramındaki yerleri.....	32
Şekil 23.	Harmancık yöresi peridotik kayaçlarının Al ₂ O ₃ -CaO-MgO üçgen diyagramındaki yerleri	32
Şekil 24.	Harmancık yöresi peridotik kayaçlarının Ti-Ni-Cr üçgen diyagramındaki yerleri.....	33
Şekil 25.	Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarının Al ₂ O ₃ -MgO-CaO üçgen diyagramındaki yerleri.....	33
Şekil 26.	Harmancık yöresi peridotitlerinin MgO içeriğine karşılık bazı ana oksit ve iz element değişim diyagramları	35
Şekil 27.	Harmancık yöresi peridotitlerinin Al ₂ O ₃ /SiO ₂ oranına karşı MgO/SiO ₂ oranı değişim diyagramı	36
Şekil 28.	Harmancık yöresi peridotitlerinin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılım diyagramı	37
Şekil 29.	Harmancık yöresi peridotitlerindeki ortopiroksen ve klinopiroksen minerallerinin % Al ₂ O ₃ içeriklerine karşılık spinellerin Cr# diyagramı..	40
Şekil 30.	Harmancık yöresi harzburjitlerinin, olivinlerin Mg numarası değerlerine karşılık spinellerin Cr numarası diyagramındaki yerleri.....	40

TABLolar DİZİNİ

Sayfa No

Tablo 1.	Harmancık yöresi ultramafik kayaların modal mineralojik bileşimleri.....	16
Tablo 2.	Harmancık yöresi harzburjitlerindeki olivinlerin kimyasal değişim aralıkları.....	19
Tablo 3.	Harmancık yöresi harzburjitlerindeki ortopiroksen kristallerinin kimyasal bileşim aralıkları.....	22
Tablo 4.	Harmancık yöresi harzburjitlerindeki klinopiroksenlerin kimyasal bileşim aralıkları.....	25
Tablo 5.	Harmancık yöresi harzburjitlerindeki spinel kristallerinin kimyasal bileşim aralıkları.....	28
Tablo 6.	Harmancık yöresi peridotik kayaların ana oksit ve iz element değişim aralıkları.....	31
Tablo 7.	Harmancık yöresi harzburjitik kayaların Nadri Toprak Element (NTE) içeriklerinin değişim diyagramı.....	37
Ek Tablo 1.	Harmancık yöresi harzburjitlerine ait olivin kristallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları.....	47
Ek Tablo 2.	Harmancık yöresi harzburjitlerine ait ortopiroksen kristallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları.....	51
Ek Tablo 3.	Harmancık yöresi harzburjitlerine ait klinopiroksen minerallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları.....	65
Ek Tablo 4.	Harmancık yöresi harzburjitlerine ait spinel minerallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları.....	75
Ek Tablo 5.	Harmancık yöresi ultramafik kayalarına ait örneklerin ana oksit ve iz element analiz sonuçları.....	86
Ek Tablo 6.	Harmancık yöresine ait harzburjit örneklerinin Nadir Toprak Element (NTE) analiz sonuçları.....	88

GENEL BİLGİLER

1.1. Amaç

Bu çalışmada, Bursa İli'ne bağlı Harmancık yöresinde yaklaşık 350 km²'lik yüzeyleme gösteren Peridotik kayaçların mineralojik ve petrografik yönden incelenmesi amaçlanmıştır. Bu amaç doğrultusunda arazi ve lâboratuar çalışmaları yapılarak, kayaçların söz konusu özellikleri incelenmiş olup, kayaçların kökeni ve oluşum süreçlerine yönelik bulgular ortaya koyulmuştur.

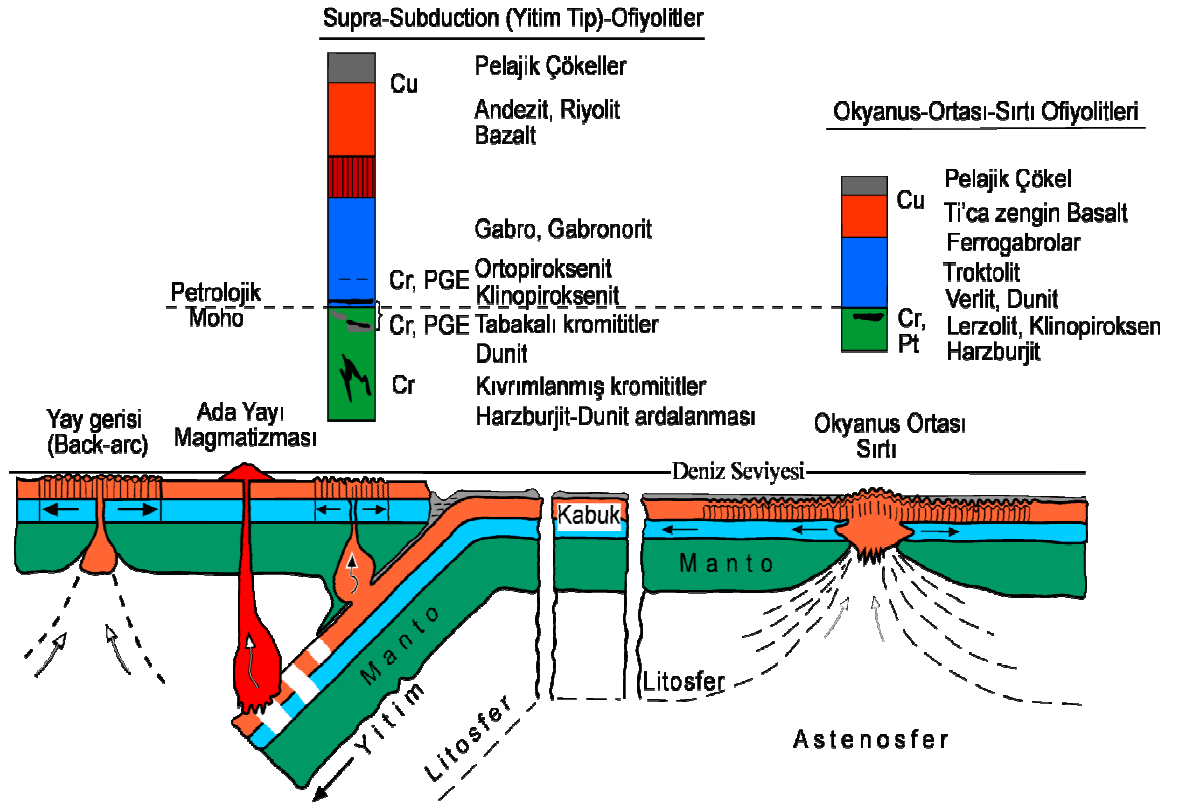
Ofiyolitlerin Tanımı ve Tektonostratigrafik Özellikleri

Ofiyolitler; yeşil taşlar, ofiyolit topluluğu, ofiyolit birliği veya ofiyolit karmaşığı terimleri şeklinde ilk defa Steinman (1927) tarafından Ligurie (İtalya)'deki serpantin-gabro-spilit topluluğunu tanımlamak için kullanılmıştır. Bugünkü "ofiyolit" terimi ve oluşum modellerine uygun olarak, "mafik ve ultramafik kayaçlar topluluğu" şeklinde 1970'li yıllarda Avrupalı ve Amerikalı jeologlar tarafından kullanılmıştır. Ayrıca ofiyolitlerin sadece bir kayaç adı olmadığı ve jeolojik harita alımında litolojik bir birim olarak kabul edilmesi gerektiği sonucuna varılmıştır.

Ofiyolitik bir istif tabandan tavana doğru, aşağıdaki birimlerden oluşur;
Harzburjit ve az oranda dunit ve lertzolitten oluşmuş tektonitler
Dunit, verlit, klinopiroksenit, gabro ve tabakalı gabrolardan oluşan kümülatlar
Tabakalı gabrolar üzerine gelen izotrop gabrolar
Diyabazlardan oluşan levha dayk karmaşığı
Bazaltik yastık lavlar ve çökeller (Şekil 1).

Boudier ve Nicolas (1985) ve Nicolas (1989), çalışmalarında, plastik deformasyon yapıları ve gösterdikleri litolojik özellikleri dikkate alarak ofiyolitleri, Harzburjit tip ofiyolitler (HTO) ve Lertzolit tip ofiyolitler (LTO) olmak üzere iki gruba ayırmıştır. Türkiye'de ofiyolitler geniş bir yayılım gösteriler. Ülkemizde Kuzey kuşak, Toros kuşağı ve Güney kuşak olmak üzere üç kuşaktan oluşan bir ofiyolit yayılımı söz konusudur

(Akgül, 1993). Kuzey kuşak, İzmir'den başlayıp Orhaneli ve Harmancık boyunca devam ederek, Ankara'ya, oradan da Erzincan'a kadar uzanmaktadır. Bu kuşaktaki ofiyolitler genel özellikleri itibarıyla, mavişist ve yeşil şist fasiyeslerinde metamorfize olmuş kayalar ile kesilmektedir. Toros kuşağı; batıdan doğuya doğru Marmaris, Fethiye, Antalya, Mersin ve Pozantı-Karsantı ofiyolitlerini kapsamaktadır. Güney kuşak ofiyolitleri ise, Kızıldağ, Kahramanmaraş, Göksun-Elbistan, Karanlıkdere, İspendere, Kömürhan, Guleman, Koçali, Kulp, Gevaş, Cilo (Oraman) ve Karadağ ofiyolitlerini kapsamaktadır (Juteau, 1979 ve Akgül, 1993). Çalışmanın konusunu oluşturan Harmancık Ultramafik birimi, Kuzey kuşakta yer almaktadır (Şekil 4a).



Şekil 1. Ofiyolit biriminin genel stratigrafisi ve tektonik ortam ilişkisi (http://www.bgr.bund.de/cln_011/nn_335208/EN.html).

1.3. Önceki Çalışmalar

1.3.1. İnceleme Alanı ve Yakın Çevresinde Yapılan Çalışmalar

Çalışma alanındaki ilk araştırmalar kromititler üzerine yoğunlaşmıştır (Wijkerslooth, 1941 ve Arni, 1942). Daha sonraki çalışmaların ana konusu bölgenin tektonostratigrafisini belirlemeye yöneliktir.

Kalafatçoğlu (1962), yörede yaptığı çalışmada incelenen ultramafik kayaların Paleozoyik yaşlı metamorfik kayaçları üzerlediğini ortaya koymuştur.

Borchert ve Uzkut (1967), incelenen ultramafik kayaçların temelini metamorfik kayaçların oluşturduğunu savunmuştur.

Özkoçak (1969), Bursa ilinin güney kesimini kapsayan çalışmasında, ofiyolit biriminin Geç Kretase yaşlı taban içine yerleştiğini belirtmiş ve bu birimi alt ve üst serilere ayırmıştır.

Lisenbee (1971), Orhaneli bölgesinde yaptığı çalışmada, Üst Kretase yaşlı ultramafik masifte; dünit, harzburjit, piroksenit, gabro, diyabaz dayklar, serpantinit ve granodiyorit türü kayaçları ayırtlamış ve haritalamıştır.

Kaya (1972), inceleme alanında yaptığı çalışmada, yöredeki ofiyolitik kayaçların, Jura yaşlı olduğunu savunarak bu kayaçların temel birimine ait olabileceğine işaret etmiştir.

Lisenbee (1972), Orhaneli bölgesinin kuzeyindeki ve güneyindeki birimleri tanımlamıştır. Bu bölgenin kuzeyindeki kayaçların aşırı derecede deforme olmuş ve kısmen metamorfizmaya uğramış birimlerden oluştuğunu ve Triyas yaşlı taban kayaçlarının uyumsuz olarak Üst Jura-Alt Kretase yaşlı kireçtaşları ile üstlendiğini vurgulamıştır.

Okay (1985), Tetis Okyanusu'nun kalıntıları olduğunu belirttiği büyük ofiyolit kütlelerinin Kuzeybatı Anadolu'da çok geniş alanlar kapladığını ve genel olarak harzburjit ile dünit tipi peridotitlerden oluştuğunu belirtmiştir.

Emre (1986), daha önce Lisenbee (1971, 1972), tarafından Orhaneli ultramafiki olarak adlandırılan birliği Orhaneli ofiyoliti olarak yeniden adlandırmıştır. Birliğin genel olarak kümülat harzburjit, tektonit dünit, serpantinit ve az olarak piroksenit damarlarından oluştuğunu ve Orhaneli ofiyolitinin Üst Kretase-Paleosen aralığında metamorfik birimleri üzerlediğini bildirmiştir.

Üşümezsoy (1987), Kuzeıybatı Anadolu'da Triyas ada yayı yığışım kuşaaının olduğunu belirtmiştıir. Araştırmacı, bu kuşaaın daha sonra aşındığını ve Geç Tersiyer sonrası çökel örtü altında yüzeyleyen ada yayı yitim kompleksi ve ofiyolit dilimlerinin metamorfik temel olarak korunduğunu belirlemiştıir.

Örgün (1993), Orhaneli ofiyolitine ait dünit ve harzburjit örneklerinin iz element analizleri sonucuna göre bu örneklerin tüketilmiş olduğunu belirtmiştıir.

Okay ve Kelley (1994), Tavşanlı ve Orhaneli arasında yaptığı araştırmada volkanosedimanter istif olarak belirttikleri ve ofiyolitik melanj olarak değerlendikleri spilitleşmiş bazik volkanik kayaçlar, piroklastikler, radyolaryalı çörtler ve serpantinitler ile birbiri üzerine itilmiş ofiyolitik tektonik dilimlerden oluşın bu kayaçları, okyanusal kabuğun üst tabakalarına ait yığışım kompleksi olarak yorumlamıştıir. Mavi şistler, peridotit dilimleri, volkanik ve volkano sedimanterlerden oluşın bu topluluk Tavşanlı zonu olarak tanımlanmıştıir.

Yousefi (1998), yaptığı çalışmada, ofiyolit topluluğunun bölgede eksik bir ofiyolit dizilimi özelliğinde olduğunu belirtmiştıir. Ayrıca jeokimyasal verilere göre ultrabazik birim aşırı tüketilmiş pirolitik magma ürünü olduğu üzerinde durmuş ve kromitlerin de Alpin tipi podiform yataklanma tipinde olduğuna işaret etmiştıir.

Sherlock vd. (1999), Tavşanlı bölgesindeki metamorfik kayaçların yaş tayini üzerine yoğunlaştığı çalışmasında, mavi şistlerin yaşlarını Ar-Ar ve Rb-Sr metodlarıyla Geç Kretase olarak belirlemiştıir.

Bacak vd. (2003), Harmancık güneyinde Dağardı bölgesinden alınan harzburjit ve dünit örneklerinde yapılan analiz sonuçlarını değerlendirdiğı çalışmasında, pirolit alanında yoğunlaşma gösteren harzburjit bileşimindeki kayaçların manto ergimesinin tipik kalıntıları olduklarını belirtmiştıir.

Robertson vd. (2002), Türkiye'deki Geç Kretase ofiyolitlerinin çoğunun yitim tipi ofiyolitleri olduklarını belirtmiştıir.

Manav vd. (2004), yaptığı çalışmada, Asya ve Karpat ofiyolitlerini birbine bağlayan Orhaneli-Harmancık-Tavşanlı ofiyolitlerinin tektonik kökeni üzerinde durmuş ve bölgedeki ofiyolit biriminin yitimle ilişkisini vurgulamıştıir.

Özkoçak (1969), Orhaneli ve çevresinde yaptığı çalışmalarda temeldeki metamorfikleri alt ve üst olmak üzere 2'ye ayırmış ve yaşlarını Silüriyen veya Devoniyen olarak vermiştıir.

Lisenbee (1972), Orhaneli ultrabazik masifi ile lavsonit-glokofan içeren metamorfiklerin Paleozoyik veya Mesozoyik yaşta olduklarını belirtmiştıir.

Kaya (1972), ultrabaziklerin üzerine Jura yaşlı lavsonit albit şistlerin geldiğini belirtmiştir.

Uz (1978), Sındırgı-Akhisar bölgesinde yaptığı çalışmalarda mavişistleri, yeşilşist, serpantinşistler ve ultramafitlerle tektonik kontaklar yaptıklarını vurgulamıştır.

Okay (1984), Batı Anadolu'daki metamorfik kayaları "Karakaya Karmaşığı, Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu" olmak üzere üç kuşakta toplamıştır. Tavşanlı Zonu'nu ise Ovacık ve Orhaneli birliklerine ayırmıştır. Ayrıca, Orhaneli birliğinin de düzenli bir stratigrafi gösterdiğini ve mavişist metamorfizması geçirdiğini belirtmiştir. Bölgede görülen yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasının Turoniyen-Alt Senoniyen aralığında geliştiğini vurgulamıştır.

Harris vd. (1994), mavişistlerdeki glokofanlar üzerinde Ar^{39}/Ar^{40} yaş tayini yöntemi ile 108±3,7 milyon yıl (Alt Kretase) olarak bulmuşlardır.

1.3.2. Dünya Literatüründe Ultramafik Kayaçlar Üzerine Yapılan Çalışmalar

Arai vd. (2006), manto tektonitlerinden türeyen sedimanlardaki spinellerin Cr içeriklerini değerlendirerek, Umman ofiyolitinin, hızlı yayılma ekseninde geliştiğini, bunu takiben yitimle ilişkili bir zonda ada yayı magmatizmasından etkilenmiş olabileceğini savunmuştur.

Ahmed vd. (2002), Neoproterozoyik ofiyolitik kayaçlardaki spinellerin Cr# değerlerinin yaklaşık 80 civarında olduğunu ve bu kayaçların manto kayaçlarından yüksek dereceli kısmi ergime sonucunda oluşmuş olabileceğini ileri sürmüştür.

Takazawa vd. (2000), ofiyolitik kayaçların, ana oksit, uyumlu ve uyumsuz element içeriklerinin, kayaçların MgO içerikleri ile göstermiş oldukları sistematik değişimlerin, bu peridotik kayaçların çeşitli derecelerdeki kısmi ergimeler sonucu oluşmuş kalıntılar olabileceğini vurgulamıştır.

Pearce vd. (2000), Güney Atlantik peridotit kayaçlarının, okyanus sırtındaki kısmi ergimelerin kalıntısı olduğunu, bunların daha sonra yay magmatizmasıyla etkileşmesi sonucu sonraki evrede geçiş peridotitleri ve dunitlerinde dönüştüğünü savunmuştur.

Kubo (2002), aşırı tüketilmiş peridotik kayaçlardan dunitlerin oluşum mekanizmasının tartışıldığı çalışmada, bu oluşumun ancak bir yitim zonundaki manto kamasında harzburjitlerin kısmi ergime neticesinde ortopioksence fakirleşmeleriyle oluşabileceğini savunmuştur.

Zhou vd. (2005), Güney Tibetteki Luobusa ofiyolitinin harzburjit, klinopiroksen içeren harzburjit ve dunitlerden oluştuğunu ve harzburjitler içerisinde dunitik zarflar ile çevrili kromitit oluşuklarının varlığını ortaya koyarak, bunların OOS peridotitleri ile boninitik magma etkileşimleri sonucu oluştuğunu ileri sürmüştür. Çalışmaya göre, sürekli olarak devam eden peridotit-ergiyik etkileşimi ise geçiş zonu dunitlerini oluşturmuştur.

Melcher ve Meisel (2004), aşırı tüketilmiş harzburjitlerin bir okyanus havzasında kabuk-manto geçiş zonu altındaki aşırı tüketilmiş okyanus altı mantodan türemiş olduklarını savunmuşlardır.

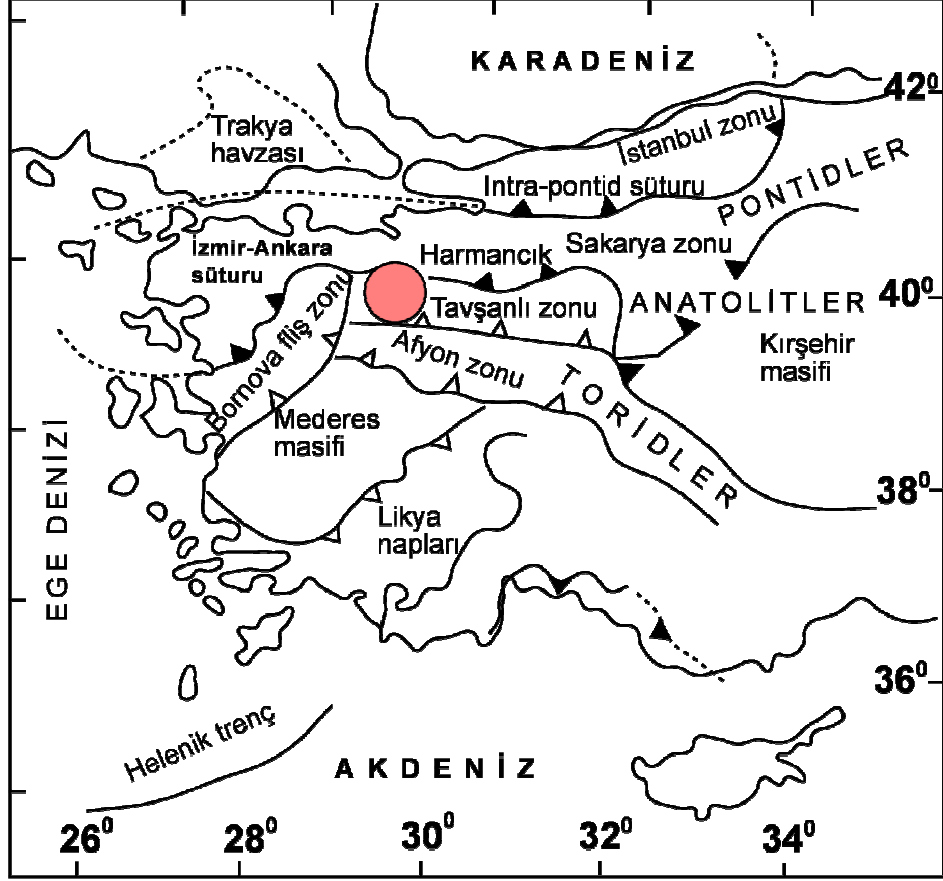
Aldanmaz ve Köprübaşı (2006), spinel harzburjit, dunit ve spinel lerzolitlerden oluşan Batı Anadolu ofiyolitik kompleksindeki PGE ve iz element sistematikerini değerlendirerek, bu kayaçların %5-20 arasında değişen kısmi ergime kalıntıları olduğunu ve bunların bir yitim zonu ortamında metasomatize edici özelliğe sahip ergiyik ile etkileşmiş olduklarını belirlemiştir.

1.4. Bölgesel Jeoloji

Çalışma alanı, Bursa İli'nin 58 km güneyinde yer alan Harmancık yöresi içinde bulunur ve i22-d2, i22-a3 paftalarında yer almaktadır. Bu bölgedeki kayaçlar genelde Harmancık ofiyoliti adıyla bilinmektedir. Çakmak, Akalanı, Dutluca, Gölcük ise bu bölgedeki yerleşim alanlarıdır.

Bölgede oldukça yoğun bir bitki örtüsü ve ormanlık alan bulunmakta, bölgenin sert topoğrafyası nedeniyle köy ve daha küçük yerleşim birimlerine ulaşım stabilize ve orman yolları ile yapılmaktadır. Soğuk ve yağışlı kış ayları ile sıcak ve kurak yaz aylarının etkin olduğu bölgede karasal ve denizel iklimin etkileri bir arada görülebilmektedir. İzmir–Ankara ofiyolitik suture zonu Pontidleri kuzeyden güneye doğru Anatolidler ve Toridler olmak üzere iki parçaya ayırır. Pontidlerin Avrasya kökenli olduğu bilinmektedir (Manav vd. 2004). Gondwana'dan kopan kıtasal bloklar daha sonra güney Avrasya ile çarpışarak bugünkü konumuna yakın bir hal almış ve Tetis Okyanusu'nun kapanmasıyla İzmir–Ankara suture oluşmuştur. Bu oluşumun yaşı Tersiyer'dir (Manav vd. 2004). Mesozoyik–Tersiyer süresince Tetis Okyanusu Pontidlerin altına doğru yitmiştir. Kretase süresince de riftleşmeye bağlı olarak Karadeniz bir yay gerisi baseni olarak oluşmuştur (Şengör ve Yılmaz, 1981). Eosen süresince, Pontidlerin Anatolidler ve Toridler ile çarpışması sonucu,

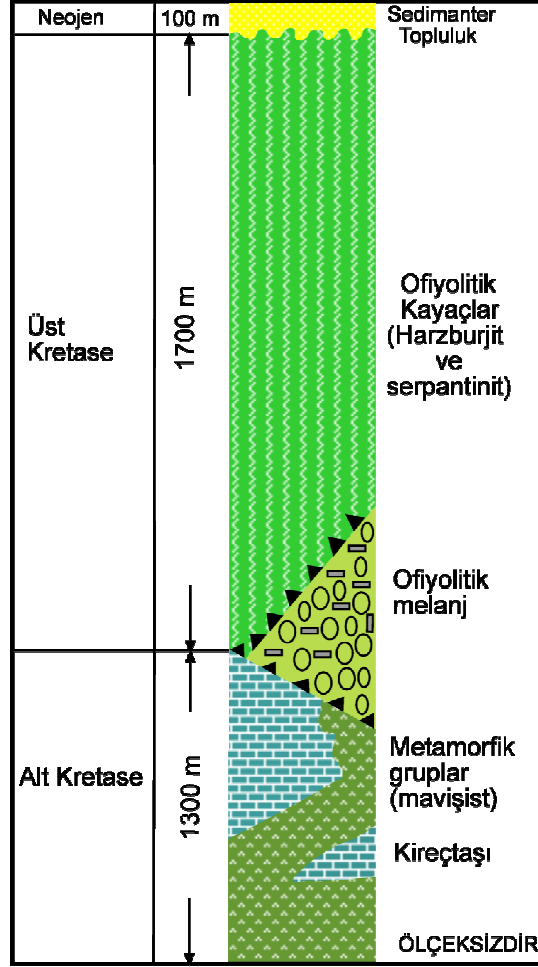
kuzeyde Anatolidler, güneyde ise Toridler üzerine geniş bir alana sahip ofiyolit birimi yerleşmiştir (Okay ve Tüysüz, 1999).



Şekil 2. Türkiye'nin tektonik birlikleri ve inceleme alanının konumu (Okay vd.,1996). (● : Çalışma alanı).

1.5. Çalışma Alanının Stratigrafisi

Harmancık bölgesindeki en yaygın kayaç grubu ultramafik kayaçlardır. Ultramafik kayaçların tabanında Alt Kretase yaşlı metamorfik kayaçlar ile bunlara yanal ve düşey geçişli ve ardalanmalı olan kireçtaşları yer almaktadır (Okay ve Kelley, 1994). Bu birimler üzerine peridotitler bindirmeli olarak gelirler. Bu iki birim arasında ise kama şeklinde ve bindirmeli olarak ofiyolitik melanj gelmektedir. Bütün bu birimlerin üzerine ise Neojen yaşlı sedimanter kayaçlar ve bu sedimanter kayaçları örten alüvyon örtü uyumsuz olarak yerleşmiştir (Şekil 3).



Şekil 3. Harmancık yöresi kayaç birimlerinin stratigrafik kolon kesiti [Manav (2004)'den değiştirilerek].

1.5.1. Metamorfik Kayaçlar

1.5.1.1. Ad, Yayılım Topoğrafik Görünüm

Batı Anadolu'daki metamorfik kayaçlar "Karakaya Karmaşığı, Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonu" olmak üzere üç kuşakta toplanmıştır. Tavşanlı Zonu'da Ovacık ve Orhaneli birliklerine ayrılmıştır (Okay vd. 1984).

1.5.1.2. Alt-Üst Sınırlar ve Litoloji

Ultramafik birimin üzerine geldiği temel birimi metamorfik kayalardır. Bu birimin alt sınırı belirsizdir. Ancak üstten tektonik bindirmeli olarak ofiyolitik melanaj ile sınırlıdır. Neojen yaşlı genç çökeller ile örtülüdür. Neojen yaşlı genç çökellerle örtülen metamorfik kayalar, çalışma alanında gözlenen ofiyolitik kayalardan sonra en geniş yayılıma sahip birimdir. Metamorfik birimde deformasyon izleri ve aşırı kırıklı bir zon gözlenmektedir. Deformasyona uğramış bu bölgede, serpantinitist ve talkşistler bulunmaktadır. Kireçtaşları, metamorfik kayalarla uyumlu olarak bu birim içine yerleşmiş şekilde bulunurlar.

1.5.2. Ofiyolitik Melanj

1.5.2.1. Ad, Yayılım ve Topoğrafik Görünüm

Çalışma alanı olan Harmancık bölgesinde peridotit masifin tektonik olarak üstlediği ofiyolitik melanajın ana kayaları, pelajik çökeller (çört ve kireçtaşları), bazik kayalar (doleritler, bazaltlar) ile serpantinit ve talkşistlerden oluşmaktadır.

1.5.2.2. Alt-Üst Sınırlar ve Litoloji

Bölgede yer alan “Ofiyolitik Melanj” serisinin en önemli özelliği, bazik volkanik lavlar ve diyabazların, kırmızı-yeşil renkli düşük metamorfizma geçirmiş şeyllerin, pelajik çökellerin ve serpantinitistlerin sıkça karmaşık bir biçimde araldanmalarıdır (Yousefi, 1998). Pelajik çökeller inceleme alanında radyolaritli çörtler, kırmızı-yeşil renkli killi şeyller ve bunlarla araldanmalı olarak pelajik kireçtaşları ile temsil edilmektedirler. Serpantinit ve talkşistler pelajik çökeller arasında sıkça görülürler. 25-30 m genişliğe sahip olan bu seviyeler fay ve ezilme zonları boyunca artış göstermektedirler (Yousefi, 1997).

1.5.3. Ofiyolitler

1.5.3.1. Ad, Yayılım ve Topoğrafik Görünüm

Ofiyolitler ülkemizde çok geniş bir dağılım göstermektedirler. Şengör ve Yılmaz (1981), ofiyolit birliklerinin yerleşimini Alpin orojenezi ile ilişkilendirmiştir. Harmancık yöresi ultramafik kayaçları, güneydeki Tavşanlı ofiyoliti ile benzer özellikte olduğunu vurgulamıştır. Ayrıca söz konusu kayaç birlikteliklerinin, İzmir-Ankara suture zonu boyunca koparak Neotetis okyanus havzası içinde yer aldığını ve Üst Kretase süresince güneyden Menderes Masifi ve kuzeyden Sakarya kıtasının sıkıştırması sonucu, yüksek sıcaklık-düşük basınç metamorfizması geçirmiş metamorfikler üzerine güney batıdan kuzeydoğuya doğru bindirdiğini belirtmiştir.

1.5.3.2. Alt-Üst Sınırlar ve Litoloji

Harmancık yöresi ofiyolitleri harzburjitlerden oluşmaktadır ve metamorfik birim tarafından üstlenmiştir. Harzburjitler aşırı derecede serpantinleşmiş ve tektonik deformasyonun etkisiyle kırıklı bir yapı kazanmıştır.

1.5.4. Kireçtaşları

1.5.4.1. Ad, Yayılım ve Topoğrafik Görünüm

Kireçtaşları mostralarda halinde metamorfik birim içinde sık sık gözlenir. Bu kayaçlar değişen kalınlıklarda, gri-mavimsi renklerde olup, yer yer mermerlere dönüşmüşlerdir (Yousefi, 1998).

1.5.4.2. Alt-Üst Sınırlar ve Litoloji

Harmancık-Dursunbey yolu üzerinde bulunan kireçtaşları metamorfik kayalarla düşey ve yanal geçişlidir. Bunların üzerine tektonik bindirmeli olarak ofiyolitik melanj ve

peridotitler gelmektedir. Genelde karakteristik özellik olarak gri renk ve kırıklı yapı hakimdir (Yousefi, 1998).

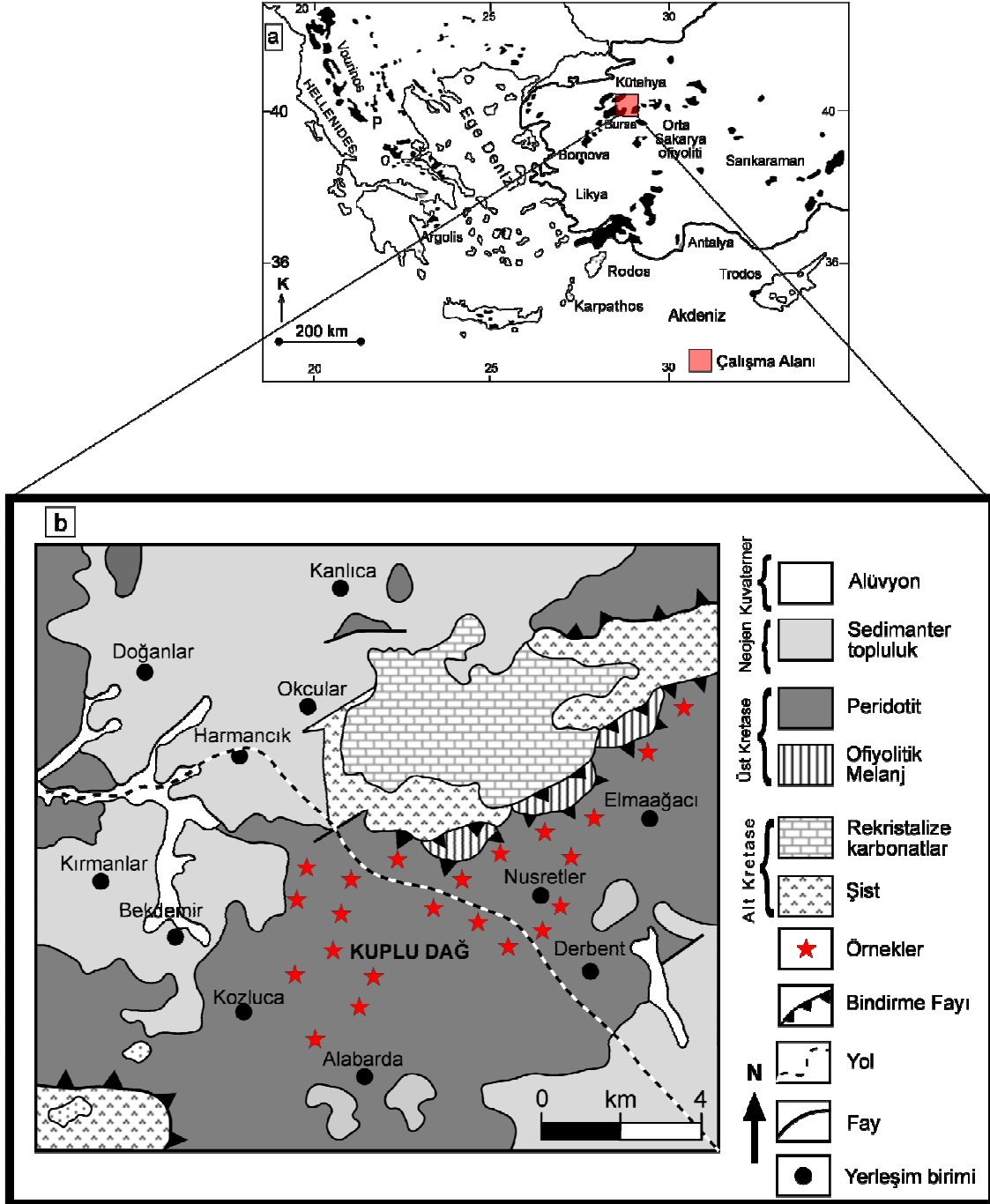
1.5.5. Sedimanter Örtü Kayaçları

1.5.5.1. Ad, Yayılım ve Topoğrafik Görünüm

Çalışma alanı ve civarında peridotitler ve metamorfik birimden sonra en sık rastlanan sedimanter kayaçlar, sarımsı renktedirler. Harmancık kuzeyi, doğusu ve güneyinde bu sedimanter örtü kayaçlarını görmek mümkündür. Yöredeki bu kayaçlar metamorfik birimleri kuzeybatı ve güneydoğu kesimlerinde örter. Neojen yaşlı bu örtü kayaçları yaklaşık 200 km²'lik bir alanda yayılım sunarlar.

1.5.5.2. Alt-Üst Sınırlar, Kalınlık, Yaş ve Litoloji

Çalışma alanındaki sedimanlar tabandan itibaren konglomeralar ve iri taneli kumtaşı ile başlayan seviyelere sahiptir. Kumtaşı seviyeleri yaklaşık 20m kalınlığındadır ve yer yer mavişist ve peridotit bileşimindeki çakılları bünyesinde bulundurur (Manav vd. 2004). Bu seviyeleri daha ince taneli, 30-85m kalınlığında şeyl marn ardalanması içeren sedimanlar takip eder. Harmancık yöresindeki örtü sedimanları direkt olarak Üst Kretase yaşlı birimlerin üzerine gelmektedir ve bu sedimanların en üstünde 1-5m kalınlığındaki litik tüflerden oluşan ve genellikle trakitik kayaç parçalarının yanı sıra ayrıışmış piroksen kristalleri içeren birimler gelmektedir (Manav vd. 2004). Sedimanter örtü kayaçlarının en üstünde bulunan bu birimin yaşı, Kalafatçıoğlu (1962) tarafından Pliyosen olarak verilmiştir.



Şekil 4. a: Çalışma alanının Batı Anadolu ofiyolit birlikleri haritasındaki (Uysal vd., 2007) yeri. b: İnceleme alanının jeolojik haritası [(Manav (2004)'den değiştirilerek].

2. YAPILAN ÇALIŞMALAR

2.1. Materyal ve Yöntemler

Çalışma amacı doğrultusunda arazi, literatür araştırması, lâboratuar ve büro çalışması yapılmıştır. Arazi çalışması sırasında söz konusu bölgeden kayaç örnekleri alınmış, bölgedeki birimler Manav (1995) tarafından hazırlanmış 1/25.000 ölçekli jeoloji haritası kullanılarak yeniden derlenmiştir. Literatür çalışmaları sırasında konuyla ilgili dünya literatüründe yapılmış çalışmalar araştırılmış, lâboratuar çalışmaları ile mikroskobik incelemeler ve kimyasal analizler yapılmış, son olarak da büro çalışması ile arazi, literatür ve laboratuar çalışmalarından elde edilen veriler derlenerek tezin yazım işlemi gerçekleştirilmiştir.

2.1.1. Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmalarının büyük bir kısmını örnek alım işlemi oluşturmaktadır. İnceleme alanı içerisinde dağılım gösteren peridotitik kayaçlar örneklenmiştir. Çalışma kapsamında peridotik kayaçlardan mümkün olduğu kadar ayrışmamış kesimlerinden örnek alınma dikkat edilmiştir. Alınan kayaç örneklerinin yerleri Şekil 4b.'deki jeoloji haritasında gösterilmiştir.

2.1.2. Laboratuar Çalışmaları

Mikroskobik incelemelerin yapılarak, mineral içeriklerinin belirlenmesi için kesit hazırlanması, kayaçların mineral kimyası özelliklerinin tespiti amacıyla yapılan analizler için örnek hazırlanması, peridotik kayaçların ana oksit ve iz element ve nadir toprak element (NTE) içeriklerinin ölçüleceği analizler için örnek hazırlanması, bu tezin laboratuar çalışmaları kısmını oluşturur.

2.1.2.1. Mikroskobik İncelemeler

Araziden toplanan kayaç örneklerinin mineral içeriğinin belirlenmesine yönelik mikroskobik incelemeler yapmak üzere ince kesitler hazırlanmıştır. Bunun için ilk olarak kayaç örneklerinden alınan yaklaşık olarak 0.5 x 2 x 4 cm boyutlarındaki dikdörtgen prizma şeklinde parçacıkları 0.1 x 2.5 x 5 cm boyutlarındaki cama yapıştırılarak ince kesitler hazırlanmıştır. Bu parçacıkların cama yapışacak yüzeyleri pürüzsüz hale getirilip araldit ile yapıştırma işlemi gerçekleştirilmiştir. Cama yapıştırılan parçalar aşındırıcı tozlar kullanılarak 0.025 mm kalınlığına kadar inceltilmiş ve örnekler mikroskobik incelemeler için hazır hale getirilmiştir.

2.1.2.2. Kimyasal Analizler

Tüm kayaç ve mineral kimyasını belirlemek üzere iki farklı kimyasal analiz yöntemi kullanılmıştır.

2.1.2.2.1. Tüm Kayaç Analizleri

Kayaç örnekleri üzerinde ana oksit, iz element ve nadir toprak element (NTE) analizleri gerçekleştirilmiştir.

2.1.2.2.1.1. Ana Oksit ve İz Element Analizleri

Araziden alınan kayaç örnekleri çeneli kırıcı yardımıyla 1 cm'den daha küçük parçalara ayrılmış daha sonra halkalı öğütücüler kullanılarak örneklerin toz haline gelmesi sağlanmıştır. Her bir örnek için yapılan işlemlerden önce aletsel kirlenmeyi önlemek amacıyla uçucu sıvılar kullanılarak, kırıcı ve öğütücüler temizlenmiş, kirlenme yok edilmeye çalışılmıştır.

110 °C deki fırında 12 saat boyunca kurumaya bırakılan öğütülmüş örnekler ana oksitlerin ölçüleceği cam tablaları hazırlamak için kullanılmıştır. Homojen bir cam tabla oluşturmak için 4000 mg (1:10) lityumtetraborat, öğütülmüş kuru örnekten 400 mg ile cam

çubuk yardımıyla karıştırılmış ve ardından plâtin bileşimli kaplar içinde ısıtılarak erimesi sağlanmıştır. Eriyen örneklerin ani soğumasını önlemek için daha önceden ısıtılmış başka bir kap içinde soğuması beklenmiş, ancak bu soğutma işlemi sırasında herhangi bir çökme olmaması ve örneğin homojen kalması için kap çalkalanmıştır.

Ana oksitlerin ölçümü için yapılan kurutma işlemi aynı şekilde iz element analizleri için hazırlanacak sıkıştırılmış toz tablalar için de uygulanmıştır. 6g'lık toz örnekler 1g tutturucu (Höchts Wachs C) ile karıştırılarak alüminyum kalıplar içine koyularak hidrolik kollar yardımıyla sıkıştırılmıştır. Daha sonra tabla haline gelen örnekler ICP-MS cihazıyla ACME laboratuvarlarında analiz edilmiştir.

2.1.2.2.1.2. Nadir Toprak Element Analizleri

Ana oksit ve analizleri için yapılan örnek hazırlama işlemleri nadir toprak element analizleri içinde aynı şekilde uygulanmıştır. Bu işlemlere ek olarak örnek dane boyutu 177 µm olacak şekilde tekrar bir öğütme işlemi yapılmıştır. H₂O, HCl ve derişik HNO₃ içerikli bir karışımda yüzdürülmek üzere 1g'lık örnekler çözelti kabına koyulmuştur. Elde edilen çözelti yaklaşık 90°C sıcaklığındaki su içinde 50-60 dakika bekletilmiş ve su ile 20:1 oranında seyreltilerek örnekler nadir toprak element içerikleri Avusturya Leoben Üniversitesi'nde ICP-MS ile belirlenmiştir.

2.1.2.2.1.3. Ateşte Kaybın Hesaplanması

Kayaç örneklerinin içerdiği uçucu ve nem miktarını belirlemek için yapılan ateşte kaybın hesaplanması işlemi için analizi yapılmış toz örneklerin bir miktarı kullanılmıştır. Örnekler yaklaşık 12 saat süresince 110 °C ye kadar ısıtılmış fırınlarda bekletilmiştir. Kurutulan örneklerden yaklaşık 2g (S) alınarak ateşte kaybın (Ak) hesaplanması için 900 °C' de 120 dakika süresince bekletilmiştir. Bu süre sonunda fırından alınan örnekler bir miktar soğumaya bırakıldıktan sonra tartılmış (S₂) ve [S – S₁ = Ak] formülüyle ateşte kayıplar hesaplanmıştır.

2.1.2.2.2. Mineral Kimyası Analizleri

Peridotit örneklerine ait minerallerin kimyasal içeriklerinin tayini için, Hamburg Üniversitesi, Mineraloji ve Petrografi Enstitüsü'nde CAMECA-SX100 marka elektron mikroprob aleti kullanılmıştır. Mineral analizleri yapılacak olan peridotit örneklerine ait parlatılmış ince kesitler öncelikli olarak polarizan mikroskopta incelenerek mineralojik açıdan analiz edilmiştir. Mikrokimyasal analizleri yapılmak istenen olivin, ortopiroksen, klinopiroksen ve krom-spinel minerallerinin koordinatları mikroskop ortamından bilgisayar ortamına aktarılmış ve analiz yapılacak kısımların görüntüleri kaydedilmiştir. Son olarak, bu işlemlerden geçen her bir örnek analiz edilmeden önce analiz sırasında iletkenliği sağlamak ve bazı elementlerin ışın bombardımanı sırasında ortamdan kaçmasını önlemek için karbon kaplama işlemine tabi tutulmuştur. Ancak karbon kaplama işleminden önce, kesitlerin analiz edilecek yüzeyleri alkol (aseton, ethanol veya iso-propanol) ile iyice temizlenmiştir. Bu işlemlerden sonra örnekler analiz edilmek üzere nem barındırmayan kaplara konularak beklemeye bırakılmıştır. Analiz edilecek peridotit örneğine ait kesitler mikroprob aletine yerleştirildikten ve uygun analiz koşulları sağlandıktan sonra bilgisayar ortamına kaydedilen koordinatlar ve görüntüler kullanılarak mineral kimyası analizleri yürütülmüştür. Peridotitlere ait spinel ölçümleri sırasında doğal ve sentetik oksitler ve silikat standartlar kullanılmıştır. Aletin çalışma şartları 15 kV ve 20 nA'de sabitlenmiştir. Sayma zamanı (counting time) Al, Ni, Ca elementleri için 30 sn, Ti için 20 sn, diğer bütün elementler için 10 sn olarak belirlenmiştir. Peridotit örneklerine ait spinel minerallerinin Ti ölçüm alt sınır limitini düşürmek için sayma zamanı bu element için 100 sn olarak ayarlanmıştır. Elektron ışınının çapı (beam size) bütün silikat analizlerinde 1 µm iken, bazı kesitlerde ince klinopiroksen ayrılım lamelleri içeren ortopiroksen minerallerin gerçek mineral kimyasını belirleyebilmek için 50 µm olarak düzenlenmiştir. Kalibrasyon için doğal ve sentetik standartlar kullanılmıştır. Ölçülen elementlerin oksit bazındaki ölçüm alt sınır limitleri (% ağırlık) Si, Al ve K için 0.02, Ti için 0.01, Mg, Ca ve Na için 0.03, Cr ve Fe için 0.07, Mn için 0.08 ve Ni için 0.11 olarak belirlenmiştir. Spinel minerallerine ait Fe²⁺ ve Fe³⁺ dağılımları, mineral formülü (AB₂O₄) kullanılarak hesaplanmıştır.

2.1.3. Büro Çalışmaları

Arazi ve laboratuvar çalışmalarında elde edilen bütün bilgiler büro çalışmaları ile bir araya getirilmiş, Harmancık yöresindeki peridotik kayaların mineralojik, petrografik özellikleri ve oluşum ortamları ile ilgili sonuçlar ortaya konulmuştur.

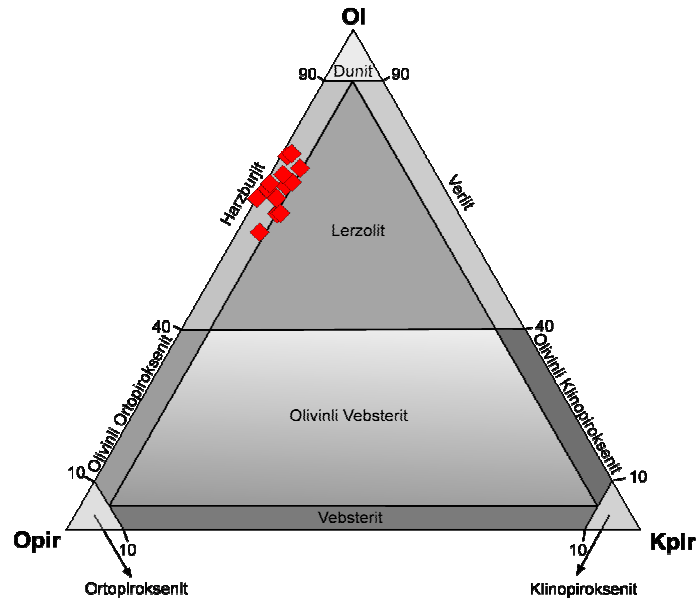
3. BULGULAR

3.1. Petrografi

3.1.1. Ultramafik Kayaçların Petrografisi

Çalışılan peridotik kayaçlar “tektonit” özellikteki harzburjitlerden oluşmaktadır. Çoğunlukla serpantinleştiği gözlenen bu kayaçlar aşırı deformasyona uğramış ve ezikli, kırıklı yapı sunmaktadırlar. Arazide genel olarak belirli oranda serpantinleşme gösteren kayaçlar, ayrışmanın az olduğu lokasyonlarda piroksen kristalleri yüzeysel ayrışma sonucu belirli doğrultularda röliyef gösterirler.

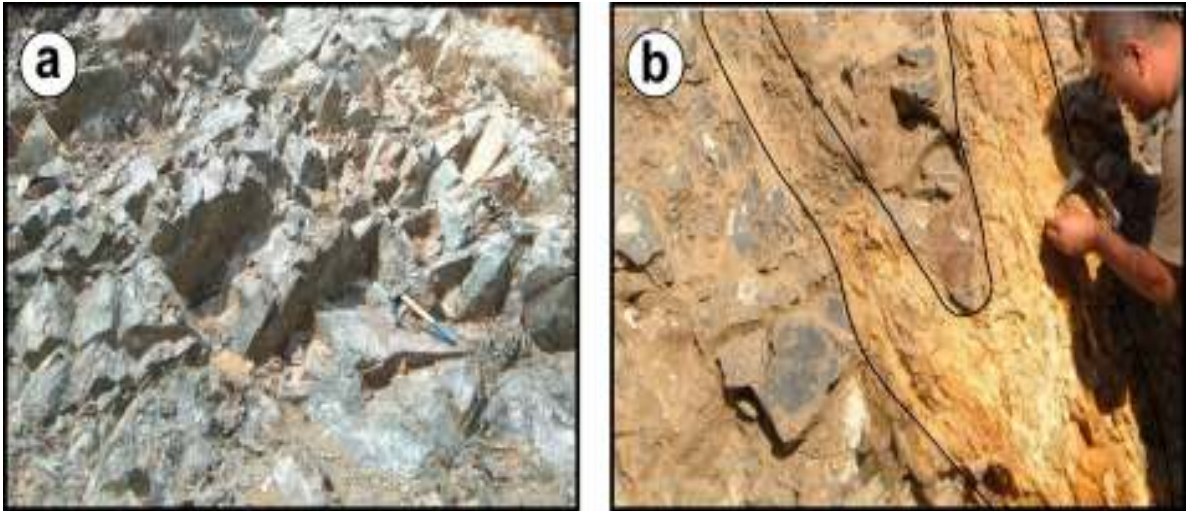
Çalışma alanından elde edilen ultramafik kayaç örneklerinin modal mineralojik tayinleri Swift marka nokta sayım aleti ile yapılmıştır. Harmancık bölgesinde bulunan ilgili ultramafik kayaç kütesinden 23 adet örnek alınmış ve yapılan modal analiz sonuçlarına göre Harmancık yöresinde bulunan ultramafik kayaçların harzburjitlerden oluştuğu saptanmıştır (Şekil 5).



Şekil 5. Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarının Ol-Opir-Kpir üçgenindeki (Streckesen, 1976) yerleri.

3.1.2. Harzburjit

Bölgede yüzeyleyen peridotitlerin ‘‘Harmanlık-Orhaneli’’ kısmında yoğunlaşan kayaç toplulukları tektonit harzburjitlerdir. Ultramafik kütlelerin tamamına yakınına oluşturan harzburjitler geçirmiş oldukları tektonik süreç sonucunda çok kırıklı, çatlaklı bir yapıya sahiptirler. Harzburjitler genelde olivin ve ortopiroksenlerden oluşmakla birlikte, çok az bir kısmında klinopiroksenler görülmektedir. Bazı harzburjit örneklerinin hiç klinopiroksen içermediği gözlenmiştir. Bu durum aşırı serpantinleşme ile açıklanabilir. Serpantinleşme sonucu harzburjitik bileşimdeki kayaçtan Ca’un tamamen ayrılması ile klinopiroksen bileşimi de kayaç içinde gözlenemez hale gelmiştir. Nokta sayımları sonucunda harzburjitlerin modal bileşimlerinin olivin % 52-74, ortopiroksen % 22-45, klinopiroksen % 0-5,5 ve spinel % 1,6-2,5 arasında değiştiği gözlenmiştir (Tablo 1).



Şekil 6. Harmanlık yöresi harzburjitlerinin makroskobik görünümü (a: taze kırık yüzeyi, b: sarı renkli kısım faylanma sonucu ezilmiş ve ayrılmış yüzey ve bu yüzeye göre daha taze olduğu gözlenen koyu renkli harzburjitler).

3.1.3. Serpantinitler

%90-95 arası serpantinleşen kayaçlar serpantinit olarak adlandırılmışlardır. İkincil kayaç grubu olarak belirlenen serpantinitler aslında harzburjitlerin ilksel bileşimli kayaçlarıdır. Mafik daykların ultramafik kayaçlar ile olan kontaklarında bu ultramafik kayaçların bütünüyle serpantinleştiği görülmektedir. Serpantiniterde, tali olarak 0.01-0.7 mm boyutlu, % 1-5 arasında değişen oranlarda spinel gözlenir.



Şekil 7. Harmancık yöresinde gözlenen serpantinitleerin makroskobik görünümü.

Tablo1. Harmancık yöresi ultramafik kayaların modal mineralojik bileşimleri.

Örnek No	%Olv	%Opir	%Kpir	%Spl	Toplam
H10A	67.8	26.5	3.8	1.88	100
H19	68.7	25.1	4.5	1.78	100
H20	63.9	34.1	0.0	2.09	100
H21	62.4	30.4	5.1	2.14	100
H2	62.0	30.6	5.0	2.35	100
H11A	58.4	35.4	3.9	2.25	100
H22	62.2	30.0	5.5	2.33	100
H23	71.2	22.2	4.4	2.11	100
H1	67.3	29.9	0.9	1.92	100
H3	55.7	42.0	0.0	2.31	100
H4	52.0	45.6	0.0	2.44	100
H5	52.5	45.3	0.0	2.26	100
H6	59.0	38.5	0.0	2.53	100
H7	58.2	39.9	0.0	1.89	100
H8	57.5	40.5	0.0	2.02	100
H12	62.5	35.0	0.0	2.54	100
H14	58.3	40.0	0.0	1.79	100
H17A	74.0	23.3	1.1	1.62	100
H18	65.5	32.6	0.1	1.74	100
H13	65.3	29.2	3.4	2.03	100
H16	74.2	22.3	1.6	1.91	100
H15	70.0	25.8	2.2	2.04	100

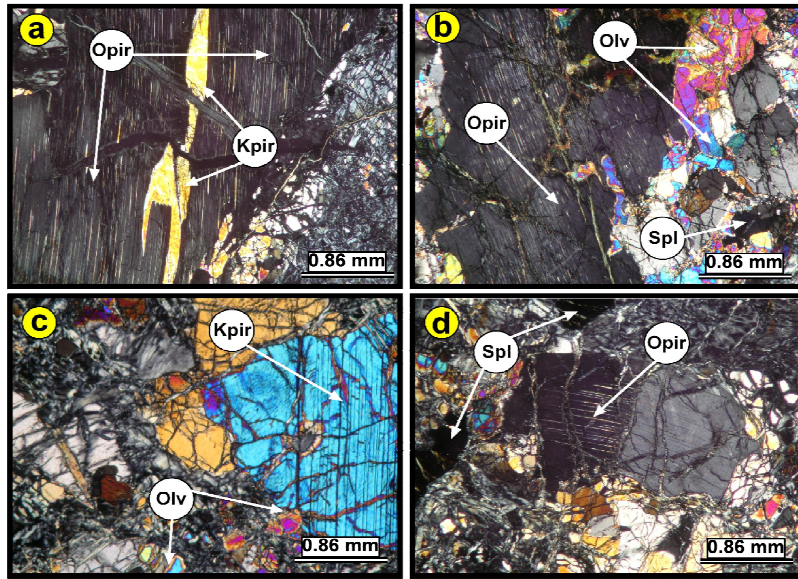
3.2. Mineraloji ve Mineral Kimyası

3.2.1. Giriş

Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarının tamamına yakın bir kısmını harzburjitler oluşturmaktadır. Bu nedenle Harmancık yöresi ultramafik kayaçları sadece harzburjit başlığı altında incelenmiştir.

3.2.2. Harzburjitler

Çalışma alanındaki harzburjitleri oluşturan ana minerallerden olivin, % 52-74.2 arasında değişen oranlarda bulunur. Olivinin yanında % 22.2-45.6 arasında değişen oranlarda ortopiroksen ve az miktarda klinopiroksen ile birlikte spinel, harzburjitlerin mineralojik olarak geri kalan bileşimini oluşturmaktadırlar.

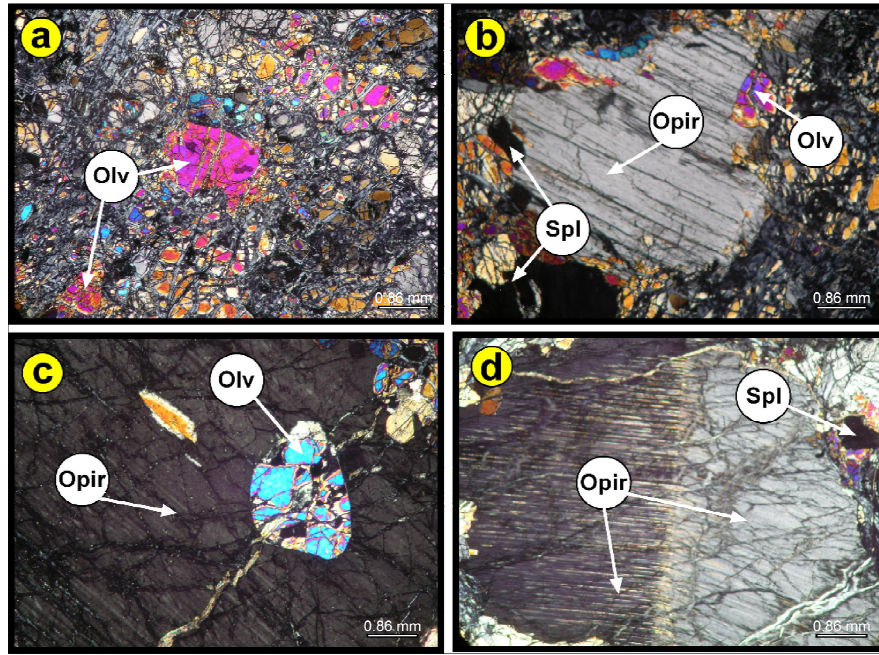


Şekil 8. İncelenen kayaçların mikroskobik görünümü. a: İri ortopiroksen kristali içerisinde ayrılan lamelleri halinde bulunan klinopiroksen. b: Küçük kristaller halinde dağılım gösteren olivin ve spinel mineralleri ve bu minerallerle birlikte gözlenen orta derecede serpantinleşmiş ortopiroksen kristali. c: Aşırı derecede serpantinleşmiş olivin kristalleri tarafından çevrenen, belirgin dilinim izlerine sahip az çatlaklı klinopiroksen kristali. d: Uğradığı deformasyon sonucu kink-bant yapısı gözlenen ortopiroksen ve öz şekilsiz spinel kristalleri.

3.2.2.1. Olivin

Harmancık yöresi harzburjitlerinin ana minerali olan olivinler; kırılanmış, dane boyutu küçülmüş, öz şekilsiz ve yarı öz şekilli kristaller halinde olup, genelde 0,5-1 mm arasında değişen boyutlarda, nadir olarak da 2,5-3 mm'lik büyüklüğü aşan kristaller halinde bulunurlar. İncelenen ince kesitlerin bazılarında olivin kristallerinin ortopiroksenler içinde kapanımlar hâlinde gözlenmiştir. Ayrıca, bazı kesitlerde ortopiroksenler içindeki olivin kapanımlarının da spinel kapanımları içerdiği belirlenmiştir (Şekil 9c).

Tektonik süreçlerin etkisi olarak tektonit özellikteki harzburjitik kayaçların deformasyon izleri taşıdığı görülmektedir. Bu kayaçlar içinde gözlenen olivin ve piroksen kristallerinin kırıklı ve çatlaklı, ayrıca dalgalı sönme ve deformasyon yönüne paralel uzama yapıları sunmaktadırlar.



Şekil 9. Harmancık yöresi harzburjiterinin mikroskobik görünüşleri. a: Aşırı derecede serpantinleşmeye uğramış olivinler. b: Piroksen kristallerinin kontaklarında küçük kristaller halinde bulunan olivinler c: Piroksen içinde kapanım halinde bulunan olivin kristali. d: Deformasyon sonrası “kink-bant” yapısı gösteren ortopiroksen kristali. Olv: Olivin, Opir: Ortopiroksen, Kpir: Klinopiroksen, Spl: Spinel.

Çalışma alanından elde edilen harzburjitlerdeki olivinlerin kimyasal bileşimlerinin değişim aralıkları Tablo 2’de verilmiştir. Veriler incelendiğinde olivinlerin Mg’ca zengin olduğu ve Fo (Forsterit) içeriklerinin 89.4-91.8 arasında değiştiği belirlenmiştir. Ayrıca kimyasal formülleri de $(Mg_{1.81-1.85} Fe_{0.17-0.22})SiO_4$ şeklindedir.



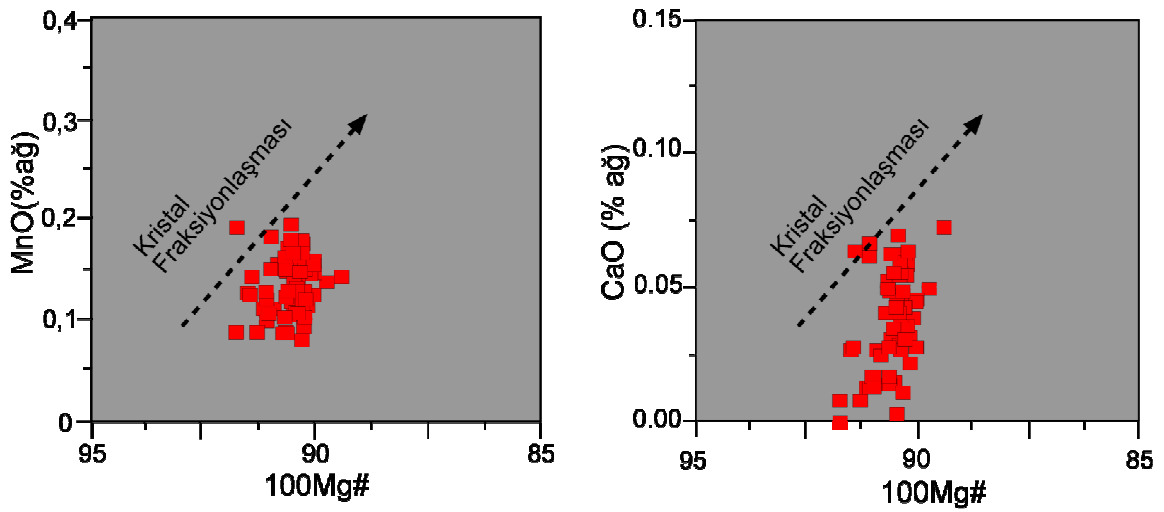
Şekil 10. Harmançık yöresi harzburjitlerindeki olivinlerin forsterit-fayalit izomorf serisindeki yerleri.

Tablo2. Harmançık yöresi harzburjitlerindeki olivinlerin kimyasal değişim aralıkları (a.l.a: Analiz limitlerinin altında kalan değerler).

Olivin	H1	H10A-1	H15-1	H19-1	H21-1
	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort
SiO ₂	41.18	40.23	41.21	40.20	40.65
TiO ₂	a.l.a	0.01	0.01	a.l.a	0.01
Al ₂ O ₃	0.01	0.01	0.02	0.06	0.01
Cr ₂ O ₃	a.l.a	0.01	0.01	0.01	0.01
FeO	8.34	9.40	8.93	9.67	9.42
MnO	0.14	0.13	0.13	0.14	0.13
NiO	0.42	0.40	0.44	0.39	0.38
MgO	51.42	50.77	51.23	50.38	50.22
CaO	0.01	0.02	0.03	0.04	0.05
Na ₂ O	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
K ₂ O	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Toplam	101.51	101.00	102.00	100.90	100.90
Si	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99
Ti	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Al	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Cr	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Fe ²⁺	0.17	0.19	0.18	0.20	0.19
Mn	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.84	1.84	1.83	1.83	1.82
Ca	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Na	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
K	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Toplam	3.01	3.02	3.01	3.02	3.01
Mg#	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90

Simkin ve Smith (1970) ve Jurewitz ve Watson (1998)'a göre, olivinlerin Fo içeriklerine karşılık CaO ve MnO değişimlerinin kuvveli pozitif bir dağılım göstermemesi, söz konusu kayaçların oluşumu sırasında farklılaşmanın etkin olmadığına, ayrıca basıncın da oluşumu etkileyecek değişimler göstermediğine işaret etmektedir.

Harmancık yöresine ait harzburjitler bu açıdan incelendiğinde, olivinlerin Fo içeriğine karşılık hazırlanan MnO ve CaO diyagramlarında da kuvvetli bir pozitif dağılım gözlenmemektedir. Bu sebeple incelenen harzburjitlerin oluşumları sırasında mineral farklılaşması olayı etkili olmadığı gibi, basınç koşullarının değişimide etkili olmamıştır.

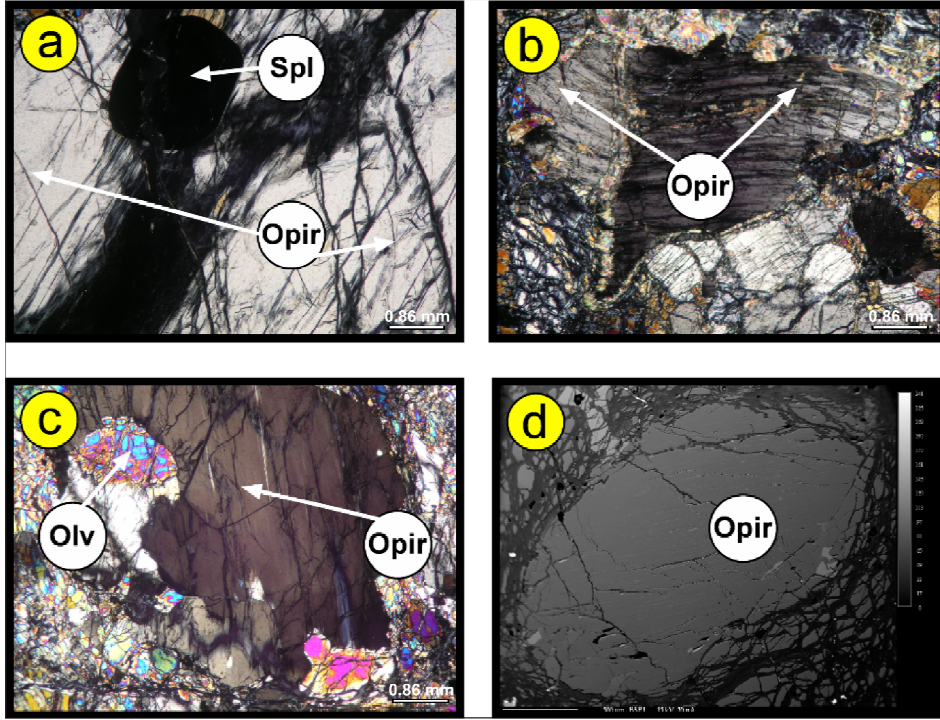


Şekil 11: Harmancık yöresi harzburjitlerindeki olivinlerin a: Fo - %MnO ve b: Fo - % CaO değişim diyagramları.

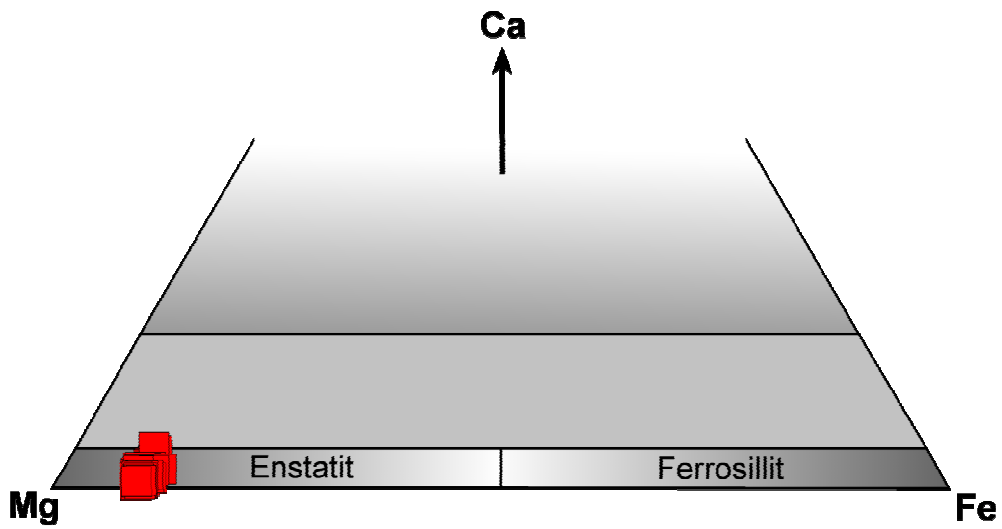
3.2.2.2. Ortopiroksen

Öz şekilsiz ve yarı öz şekilli olarak bulunan ortopiroksenler, olivinden sonra en yaygın olarak gözlenen mineraldir. Harzburjitlerin yapısında % 22.2 – 45.6 arasında değişen oranlarda bulunmaktadır (Tablo 1).

Ortopiroksen kristallerinin yer yer ayrılarak bastite dönüştüğü gözlenmiştir (Şekil 12a). Ortopiroksenlerin bir çoğu, klinopiroksen ayrılma lamelleri içermektedir. Plastik deformasyona işaret eden birçok dokusal özellik bu minerallerde de gözlenmektedir. Şekil 12b'de görüldüğü gibi, dilinim izleri deformasyonun etkisiyle eğilmiş ve mineralin bükülmesi sonucu dalgalı sönme özelliği açıkça gözlenebilmiştir. Olivinlerde olduğu gibi spinellerin de ortopiroksenler içinde kapanımlar halinde bulunmaktadır (Şekil 12a).



Şekil 12. a: Harmancık yöresi harburjitlerine ait ortopiroskenlerde görülen spinel kapanımı ve serpantinleşme, b: Deformasyon sonucu eğilmiş dilinim izleri ve bükülmeden kaynaklanan dalgalı sönme, c: Kırıklı olivin kristalleri tarafından sarılmış, iri ortopirosken kristallerii d: Kenar kısımdan itibaren serpantinleşmeye başlayan bir ortopirosken kristalinin elektron mikroskop görüntüsü.

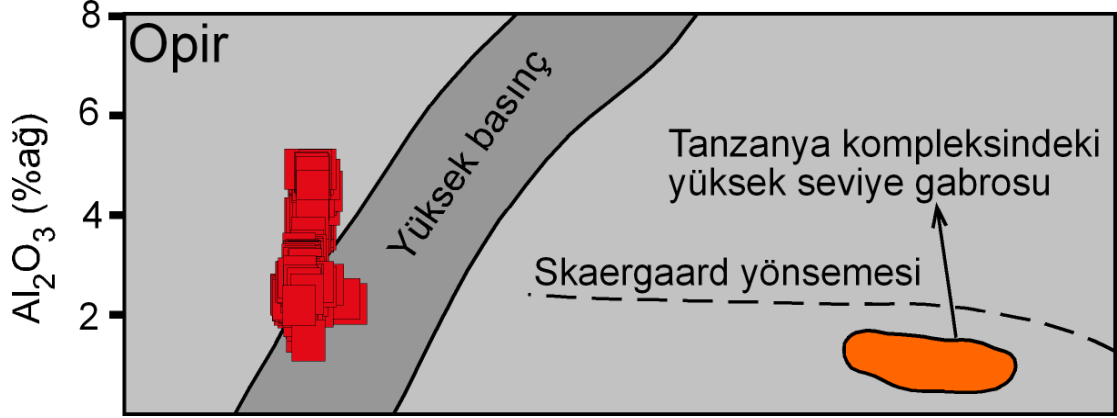


Şekil 13. Harmancık yöresi harzburgitlerindeki ortopirosken minerallerinin Ca - Mg - Al üçgenindeki yerleri (Morimoto, 1988).

Ortopiroksenlerin kimyasal bileşimleri $En_{86,20-90,83}$ $Voll_{0,42-5,30}$ $Fs_{7,95-11,10}$ arasında olup, enstatit bileşiminde oldukları belirlenmiştir (Tablo 3, Şekil 13). Mg# değerleri ise 0,88-0,91 arasındadır. Ortopiroksenlerin % Al_2O_3 değerlerine karşılık Mg# değerlerinin belirgin bir yönseme göstermediği görülmektedir. Bu şekildeki bir yönseme, ortopiroksenlerin kısmi ergime sırasında sabit Mg# içeriğine sahip olduğunu ifade eder. Şekil 14'deki alanlar göz önüne alındığında Harmancık yöresi harzburjitlerine ait ortopiroksenlerin yüksek basınçlı oluşum ortamlarına işaret ettikleri anlaşılmaktadır.

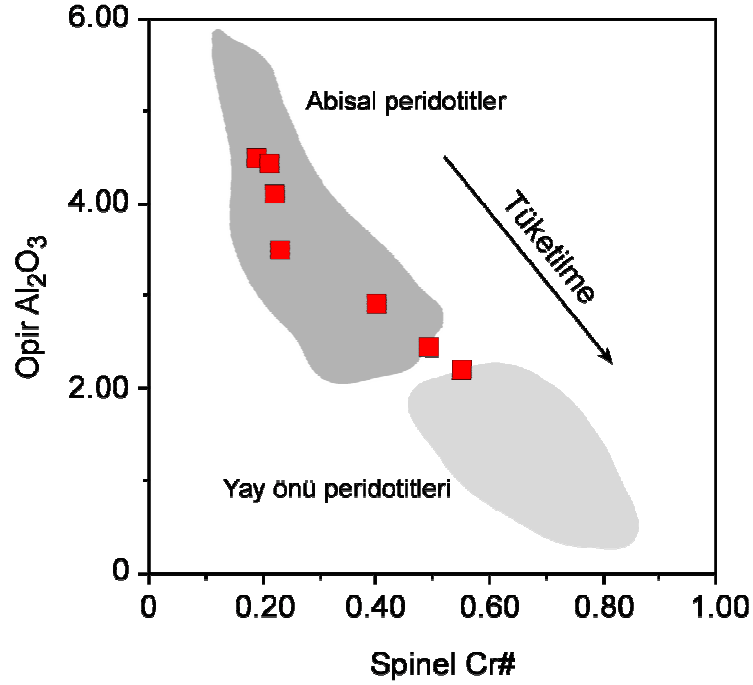
Tablo 3. Harmancık yöresi harzburjitlerindeki ortopiroksen kristallerinin kimyasal bileşim aralıkları (Ö: Örnek sayısı, A: Analiz sayısı, a.l.a: Analiz limitlerinin altında kalan değerler).

	H21-2	H20-2	H19-2	H16-4	H16-2	H15-2	H10A-2	H1-2-2	H1-2
Opir	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort
SiO ₂	53.39	54.83	54.43	54.80	54.59	54.36	54.75	54.14	54.93
TiO ₂	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.01	0.02	0.04	0.04
Al ₂ O ₃	4.47	4.10	4.45	2.60	2.47	2.95	3.49	2.23	2.22
Cr ₂ O ₃	0.65	0.67	0.73	0.60	0.65	0.67	0.51	0.70	0.63
FeO	6.01	6.08	6.22	6.05	6.10	6.02	6.28	5.82	5.81
MnO	0.14	0.15	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.14
NiO	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10
MgO	32.49	33.78	32.90	34.28	34.55	33.99	33.91	33.75	33.73
CaO	1.03	0.86	1.51	0.72	0.70	0.39	0.83	0.91	0.87
Na ₂ O	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02
K ₂ O	a.l.a	a.l.a	a.l.a	0.01	0.01	0.01	a.l.a	0.01	0.01
Toplam	98.34	100.62	100.55	99.33	99.34	98.64	100.04	97.87	98.50
Si	1.88	1.89	1.88	1.91	1.90	1.91	1.90	1.92	1.93
Ti	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Al	0.19	0.17	0.18	0.11	0.10	0.12	0.14	0.09	0.09
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Fe ²⁺	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.00	0.18	0.17	0.17
Mn	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Ni	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Mg	1.71	1.73	1.69	1.78	1.80	1.78	1.75	1.78	1.77
Ca	0.04	0.03	0.06	0.03	0.03	0.01	0.03	0.03	0.03
Na	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
K	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Toplam	4.02	4.02	4.02	4.03	4.04	4.02	4.03	4.03	4.02
%Wo	2.03	1.63	2.90	1.35	1.31	0.74	1.56	1.74	1.66
%Ens	88.75	89.35	87.79	89.76	89.79	90.29	89.17	89.60	89.67
%Fs	9.21	9.02	9.32	8.89	8.89	8.96	9.26	8.66	8.67
Mg#	0.91	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91
Ö= 9, A= 209									



Şekil 14. Harmanlık yöresi ultramafik kayalarına ait ortopiroksen minerallerinin 100Mg# değerine karşılık % Al_2O_3 değişim diyagramı.

Ayrıca ortopiroksenlerin % Al_2O_3 değerlerine karşılık spinellerin Cr# diyagramı incelendiğinde kuvvetli bir negatif ilişki gözlenmektedir (Şekil 15). Ortopiroksenlerin Al içeriğinde bir artış gözlenirken, spinelin Cr# değerlerinin ise azaldığı gözlenmiştir. Bu diyagrama göre Harmanlık yöresi harzburjitlerinin ağırlıklı olarak abisal peridotit alanına düştüğü ve aşırı derecede bir tüketilmeye uğramadığı söylenebilir.

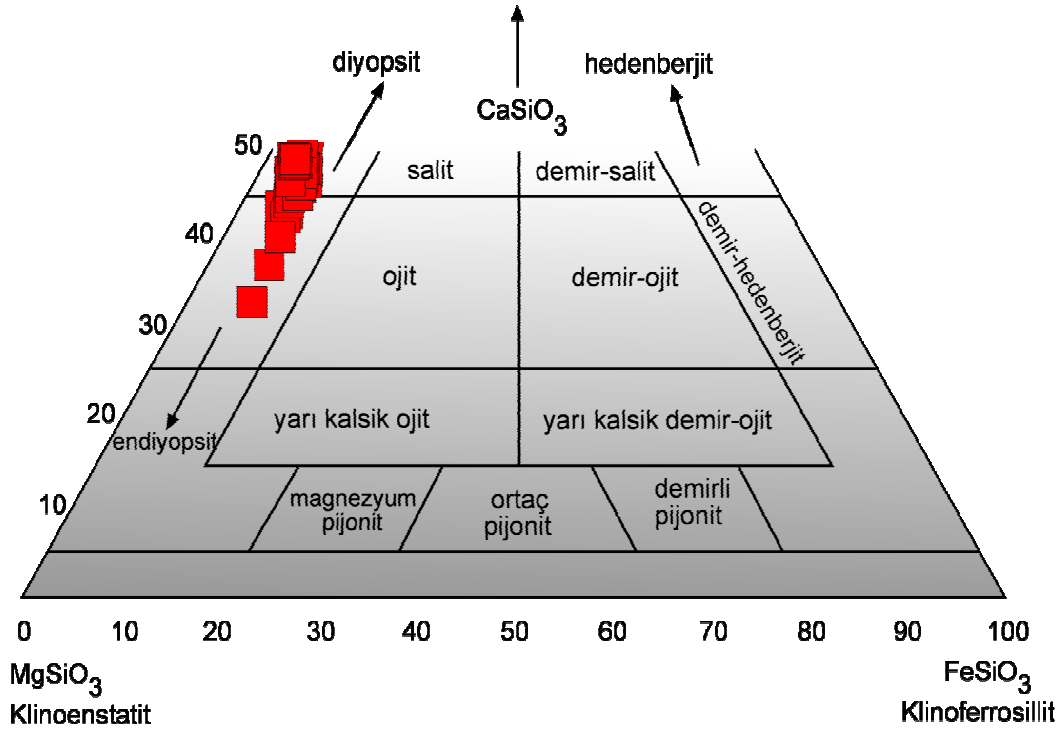


Şekil 15. Harmanlık yöresi harzburjitlerindeki ortopiroksen minerallerinin % Al_2O_3 içeriklerine karşılık spinellerin Cr# değerleri diyagramı. Yay önu peridotitleri alanı Bonatti ve Michael (1989), Abisal peridotitler alanı Parkinson vd., (2003) ve Uysal vd. (2007) den alınmıştır.

3.2.2.3. Klinopiroksen

Harmancık yöresindeki harzburjitlerinde % 5'den az (Tablo 4) oranda mevcut olup, sıklıkla ortopiroksen kristalleri içinde ayrışma lamelleri şeklinde bulunur. Klinopiroksenler, harzburjitlerin kökensel gelişimi hakkında önemli bilgiler sunarlar.

Klinopiroksenlerin kimyasal bileşimlerinin değişim aralıkları Tablo 4'de verilmiştir. Bu veriler Şekil 16'deki CaSiO_3 - MgSiO_3 - FeSiO_3 üçgen diyagramında diyopsit ve endiyopsit alanlarına karşılık gelmektedir. Diyopsit ve endiyopsitlerin kimyasal bileşimleri ise $\text{En}_{46.8-62.3} \text{Vo}_{32.1-49.5} \text{Fs}_{2.7-10.0}$ arasında değişmektedir. Diyopsit bileşimindeki klinopiroksenlerin Al_2O_3 içerikleri % 2.1-6.1 ve Cr_2O_3 içerikleri ise % 0.5-1.3 arasındadır.

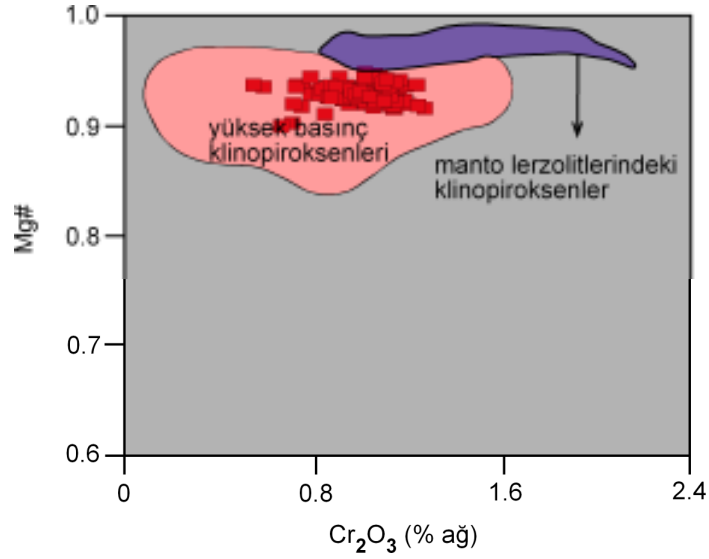


Şekil 16. Harmancık yöresi harzburjitlerindeki klinopiroksenlerin CaSiO_3 - MgSiO_3 - FeSiO_3 üçgenindeki (Poldevaart ve Hess, 1951) yerleri.

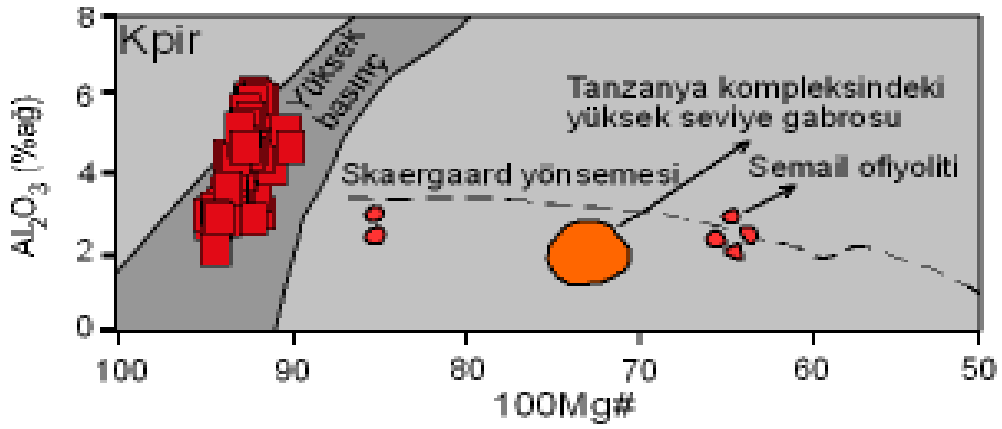
Tablo 4. Hamancık yöresi harzburjitlerindeki klinopiroksenlerin kimyasal bileşimleri (Ö: Örnek sayısı, A: Analiz sayısı, a.l.a: Analiz limitlerinin altında kalan değerler).

	H21-4	H20-4	H20-1	H19-4	H16-1	H15-4	H10A-4
Kpir	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort	Ort
SiO ₂	51.49	50.56	51.15	50.22	51.88	52.02	51.06
TiO ₂	0.11	0.12	0.12	0.14	0.09	0.04	0.08
Al ₂ O ₃	5.55	4.67	3.73	4.97	2.53	2.97	3.65
Cr ₂ O ₃	1.07	1.01	0.93	1.07	0.92	1.08	0.85
FeO	2.86	2.39	2.20	2.55	2.14	1.97	2.42
MnO	0.10	0.08	0.10	0.09	0.08	0.08	0.08
NiO	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.05	0.05
MgO	18.02	16.79	17.10	16.68	17.68	17.11	17.79
CaO	20.43	22.61	22.97	22.44	23.64	23.89	22.78
Na ₂ O	0.50	0.44	0.40	0.39	0.29	0.27	0.31
K ₂ O	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Toplam	100.17	98.72	98.76	98.59	99.30	99.48	99.07
Si	1.86	1.87	1.89	1.86	1.91	1.91	1.88
Ti	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Al	0.24	0.20	0.16	0.22	0.11	0.13	0.16
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Fe ²⁺	0.09	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.07
Mn	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Ni	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Mg	0.97	0.92	0.94	0.92	0.97	0.93	0.98
Ca	0.79	0.89	0.91	0.89	0.93	0.94	0.90
Na	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
K	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Toplam	4.02	4.03	4.03	4.03	4.03	4.02	4.04
%Voll	43.1	47.3	47.4	47.1	47.4	48.5	46.1
%Ens	52.2	48.8	49.1	48.7	49.3	48.3	50.0
%Fs	4.6	3.9	3.5	4.2	3.3	3.1	3.8
Mg#	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9
Ö= 7, A= 116							

Hamancık yöresi harzburjitlerine ait klinopiroksenlerin Mg değerlerinin 0.9'dan yüksek olmasına karşılık, manto lerzolitlerindeki klinopiroksenlere göre daha düşük olduğu ve yüksek basınçta sahip oluşum ortamlarında oluştuğu görülmektedir (Şekil 17).



Şekil 17. Harmançık yöresi harzburjitlerindeki klinopiroksenlerin $\%Cr_2O_3$ -Mg# diyagramındaki yerleri. Manto lerzolitlerindeki klinopiroksen alanı, Cohen vd. (1984) ve Dawson (1987)' den, yüksek basınç klinopiroksen alanı, Simonetti vd. (1996)'den alınmıştır.



Şekil 18. İncelenen kayalara ait klinopiroksen minerallerinin 100Mg# değerine karşılık $\% Al_2O_3$ değişim diyagramı.

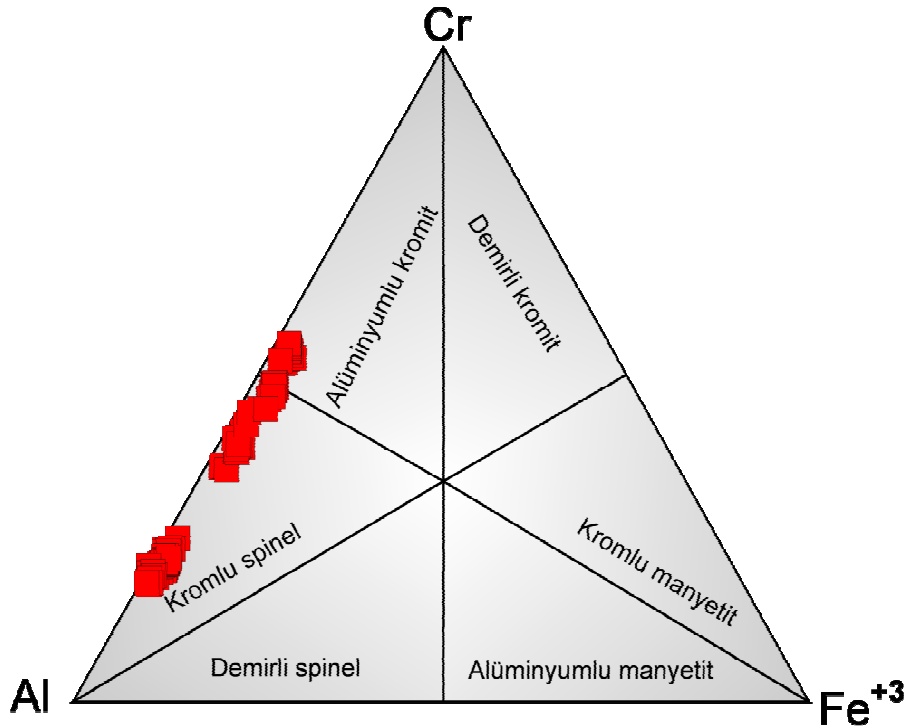
3.2.2.4. Spinel

Harmançık yöresi harzburjitlerinde yaklaşık olarak $\%3$ 'den az miktarda bulunan spineller, siyah veya koyu kahve renklerde, öz şekilli ve yarı öz şekilli kristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 19).

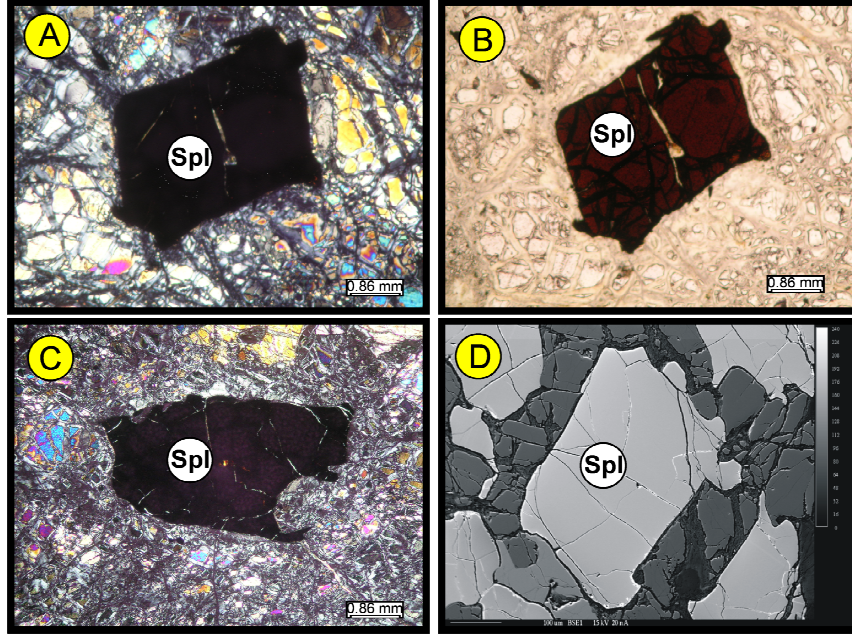
Spineller bileşimsel olarak yüksek Mg içeriğine sahiptirler ($Mg\# = 0,50 - 0,80$). Cr# değerleri $0,18 - 0,56$ arasında değişmektedir. Harmançık yöresi harzburjitlerine ait

spinellerin, Cr – Al – Fe⁺³ üçgenine göre, kromlu spinel ve alüminyumlu kromit arasında değişen bileşime sahip oldukları görülmektedir (Şekil 19).

Stratiform ve Alp tipi kompleksler için Irvine (1967) tarafından hazırlanan sınıflama diyagramında, spinellerin Mg# (100Mg# [100Mg/(Mg+Fe)])' na karşılık Cr# (100Cr# [100Cr/(Cr+Al)]) değerleri göz önüne alındığında, Harmancık yöresi peridotik kayaların tamamen Alp tipi peridotik kayaç özelliğine sahip olduğu görülmektedir (Şekil 20). Spinellerin tektonik oluşum ortamları için farklı kökensel özelliklere sahip bölgeler ile karşılaştırıldığında, Neary (1974)'e ait diyagramda, Harmancık yöresi peridotitlerinin Irvine (1967)'de olduğu gibi Alp tipi yönsemelere benzerlik gösterdiği anlaşılmaktadır (Şekil 21). Spinellerin %Al₂O₃ değerlerine karşılık %TiO₂ ve Fe⁺² / Fe⁺³ değerlerinin değişimleri incelendiğinde, söz konusu peridotitlerin Okyanus Ortası Sırtı (OOS) ve yitim peridotitleri özelliklerine sahip olduğu ortaya çıkmaktadır. Bu diyagramlarda görüldüğü gibi, spinellerin %Al₂O₃ değerleri 24,1 – 53,4 arasında iken, %TiO₂ değerleri 0 – 0,2, Fe⁺²/Fe⁺³ değerleri ise 4,3 – 22,1 arasında değişmektedir.



Şekil 19. Harmancık yöresi harzburjitlerindeki spinel minerallerinin Cr-Al-Fe⁺³ üçgenindeki (Stewens, 1944) yerleri.



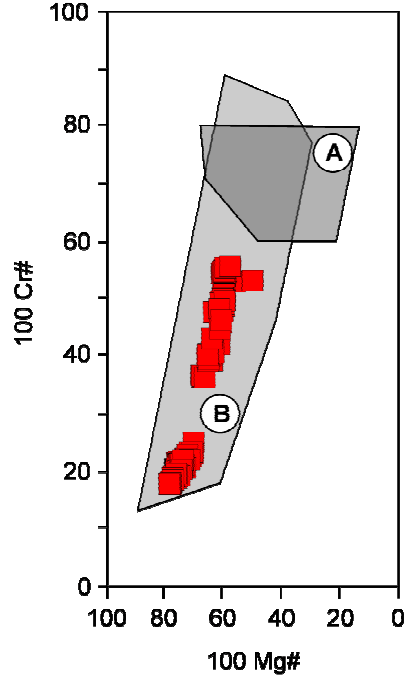
Şekil 20. Harmançık yöresi harzburjitlerine ait spinellerin mikroskobik görüntüleri. A ve C: Aşırı derecede serpantinleşmiş olivin ve piroksen mineralleri ile birlikte bulunan özşekilli spinel kristali. B: A' daki kristalin tek nikoldeki görünümü. D: Özşekilli spinel kristali ve olivin kristallerinin elektron mikroskop görünümü.

Tablo 5. Harmancık yöresi harzburjitletindeki spinel kristallerinin kimyasal bileşim aralıkları (Ö: Örnek sayısı, A: Analiz sayısı, a.l.a: Analiz limitlerinin altında kalan değerler).

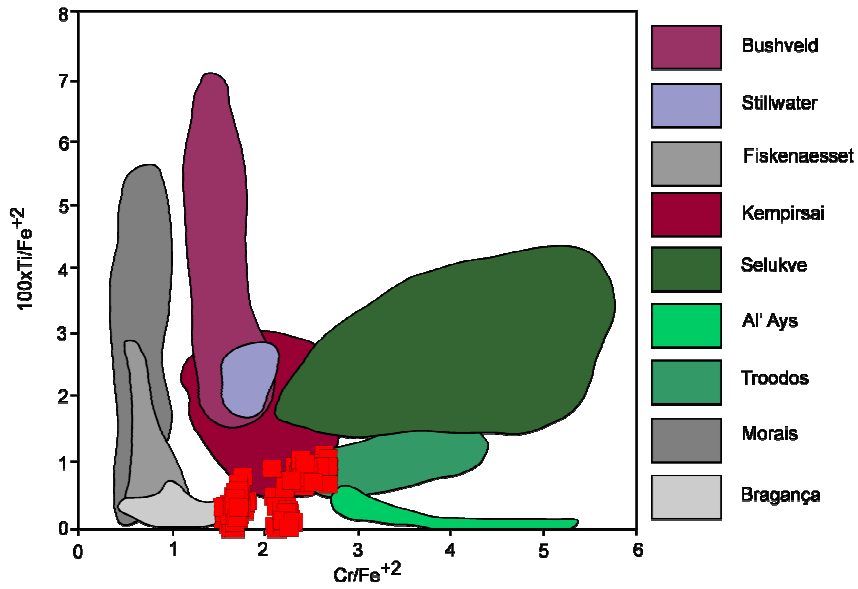
Spl	H21-3 Ort	H20-3 Ort	H19-3 Ort	H16-3 Ort	H15-3 Ort	H10A-3 Ort	H3-3 Ort	H1-3 Ort
SiO ₂	0.19	0.06	0.15	0.26	0.53	0.18	0.08	0.09
TiO ₂	0.04	0.04	0.05	0.15	0.03	0.02	0.05	0.16
Al ₂ O ₃	50.77	48.01	48.24	27.71	32.82	46.94	37.32	24.81
Cr ₂ O ₃	17.70	19.68	19.28	39.92	33.13	20.32	32.49	44.67
Fe ₂ O ₃	1.20	1.99	2.22	2.83	3.31	1.74	2.30	2.36
FeO	9.96	11.02	10.55	15.76	14.41	11.60	13.72	16.14
MnO	0.09	0.10	0.10	0.15	0.14	0.11	0.18	0.16
NiO	0.32	0.27	0.29	0.13	0.13	0.26	0.17	0.11
MgO	19.51	18.40	18.75	13.70	15.02	17.87	16.16	13.27
CaO	0.02	0.01	0.11	0.03	0.02	0.03	0.01	0.01
Na ₂ O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K ₂ O	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Toplam	99.80	99.57	99.73	100.65	99.55	99.07	102.48	101.79

Si	0.01	a.l.a	a.l.a	0.01	0.02	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Ti	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Al	1.59	1.53	1.53	0.97	1.13	1.51	1.23	0.88
Cr	0.37	0.42	0.41	0.94	0.77	0.44	0.72	1.06
Fe ³⁺	0.02	0.04	0.05	0.06	0.07	0.04	0.05	0.05
Fe ²⁺	0.22	0.25	0.24	0.39	0.35	0.27	0.32	0.40
Mn	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Ni	0.01	0.01	0.01	a.l.a	a.l.a	0.01	a.l.a	a.l.a
Mg	0.77	0.74	0.75	0.61	0.65	0.73	0.67	0.59
Ca	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Na	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
K	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a	a.l.a
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00

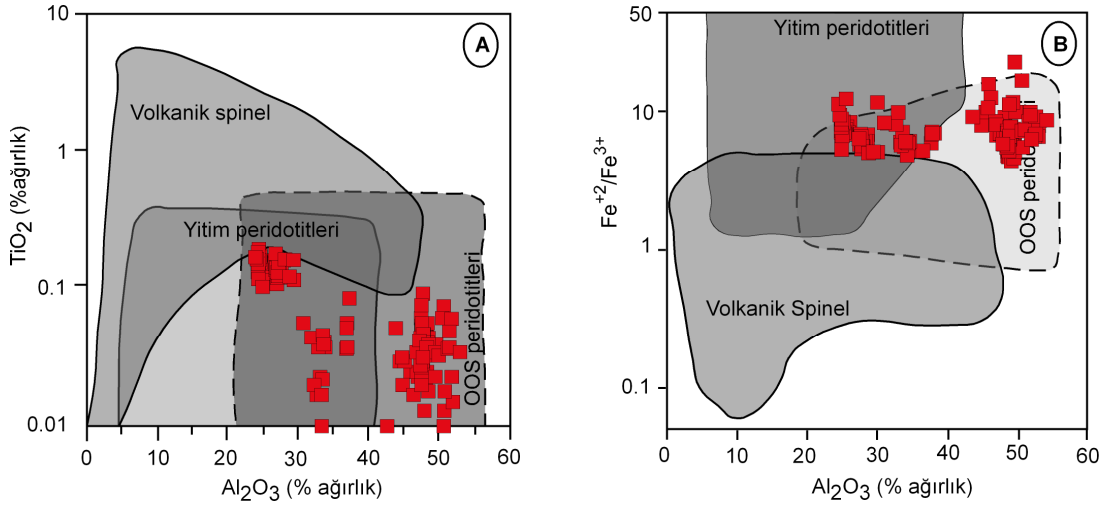
Mg#	0.78	0.75	0.76	0.61	0.65	0.73	0.68	0.59
Cr#	19	22	21	49	40	23	37	55
Fe³⁺#	1	2	2	3	4	2	2	3
Ö= 8, A= 151								



Şekil 21. Harmançık yöresi harzburjitleindeki spinellerin 100Mg# - 100Cr# değişim diyagramındaki (Irvine, 1967) yerleri. A: Stratiform kompleksler, B: Alp tipi kompleksler.



Şekil 22. Harmançık yöresi harzburjitlelerine ait spinellerin Cr/Fe^{+2} oranına karşın $100Ti/Fe^{+2}$ diyagramındaki (Neary, 1974) yerleri ve diğer peridotitlerle karşılaştırılması.



Şekil 23. Harmancık yöresi harzburjitlerine ait spinel minerallerinin A: %Al₂O₃ - %TiO₂ ve B: %Al₂O₃ - Fe⁺²/Fe⁺³ değişim diyagramlarındaki (Kamenetsky vd. 2001) yerleri.

3.2.3. Ultramafik Kayaçların Kimyası

3.2.3.1. Giriş

Bu bölümde, Harmancık yöresi peridotik kayaçların üzerinde gerçekleştirilen jeokimyasal analizler çeşitli diyagramlar yardımıyla değerlendirilmiş, kayaçların geçirmiş olduğu petrolojik süreçler ortaya konulmaya çalışılmıştır.

3.2.3.2. Ana Oksit ve İz Element Kimyası

Çalışma alanındaki ultramafik kayaçlardan alınan 22 adet örneğe, ana oksit ve iz element analizleri yapılmıştır. Peridotik kayaçların bileşimlerinde alterasyonun etkisiyle kimyasal değişimler meydana gelmiştir. Kayaçlarda gözlenen yaygın alterasyon serpantinleşmedir. Kayaçların kimyasal bileşimleri incelendiğinde %Al₂O₃ değerlerinin 0.75 – 2.21 arasında değişen geniş bir aralığa sahip olduğu görülmektedir. Mg# değerleri ise 0.89 – 0.92 arasındadır.

Pearce vd. (1984), ofiyolit topluluklarını birbirinden ayırmak için yaptığı bir sınıflamada kromitit içermeyen ofiyolit komplekslerin, okyanus ortası sırtlar (OOS) ile ilişkili oluşuklar olduğunu, kromitit içeren ofiyolitik kayaç topluluklarının ise yitim ile

ilişkili kayalar olduklarını savunmuştur. Bu sınıflamanın da Rb, Sr, Ba, K, P gibi elementlerle ilişkili kayaların türlerinin içerikleri ile desteklendiğini öne sürmüştür. Daha sonraki yıllarda Roberts (1986) tarafından yapılan bir araştırma ile, yitim ve OOS peridotitlerini birbirinden ayırmak için Al_2O_3 - CaO - MgO ve Ti - Ni - Cr uç üyelerinden oluşan üçgen diyagramları oluşturmuştur. Bu diyagramlar üzerinde bulunan OOS manto toplulukları ve kromit içeren yitimle ilişkili manto alanları, bu kayaların topluluklarını içeren farklı ofiyolit birimlerinden alınan örneklerle hazırlanmıştır.

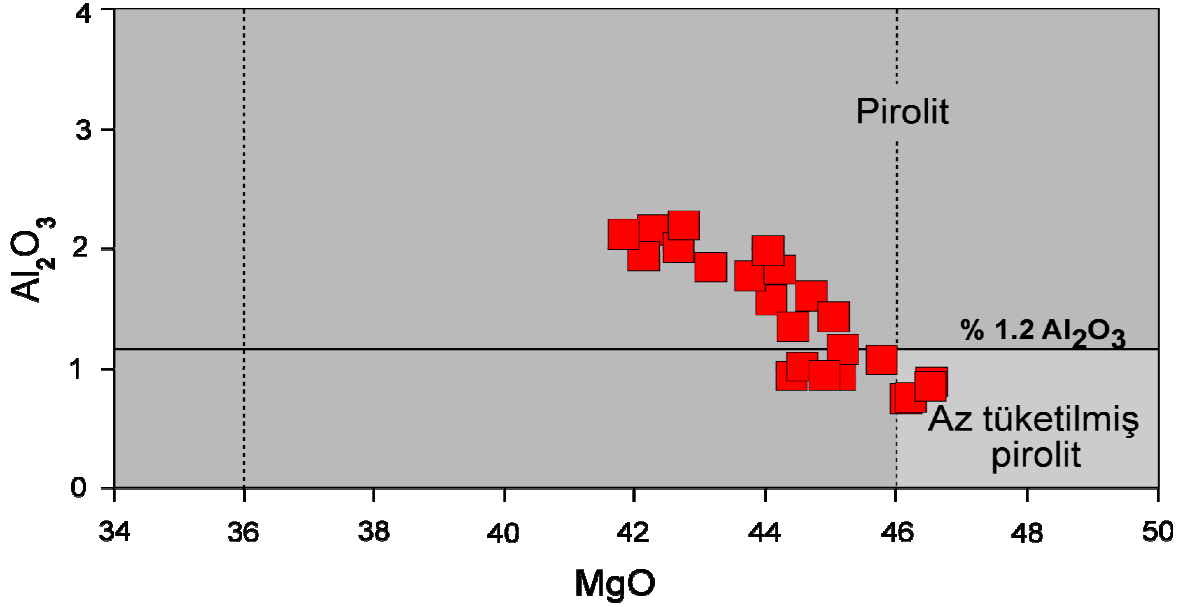
Harmancık bölgesi peridotik kayalarından elde edilen analiz sonuçları bu diyagramlar yardımıyla değerlendirildiğinde örneklerin MgO içeriklerinin yüksek, buna karşılık CaO ve Al_2O_3 içeriklerinin çok düşük olduğu belirlenmiştir (Şekil 23).

Tablo 6. Harmancık yöresi peridotik kayalarının ana oksit ve iz element değişim aralıkları. (AK: Ateşte kayıp)

%Ağırlık	Max	Min	Ort
SiO ₂	44.81	42.43	43.80
Al ₂ O ₃	2.21	0.75	1.45
Fe ₂ O ₃ (T)	10.16	7.98	8.83
MnO	0.13	0.06	0.11
MgO	46.54	41.82	44.36
CaO	2.31	0.01	0.92
Na ₂ O	0.08	0.01	0.02
K ₂ O	0.05	0.04	0.05
TiO ₂	0.03	0.01	0.02
P ₂ O ₅	0.02	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.56	0.36	0.42

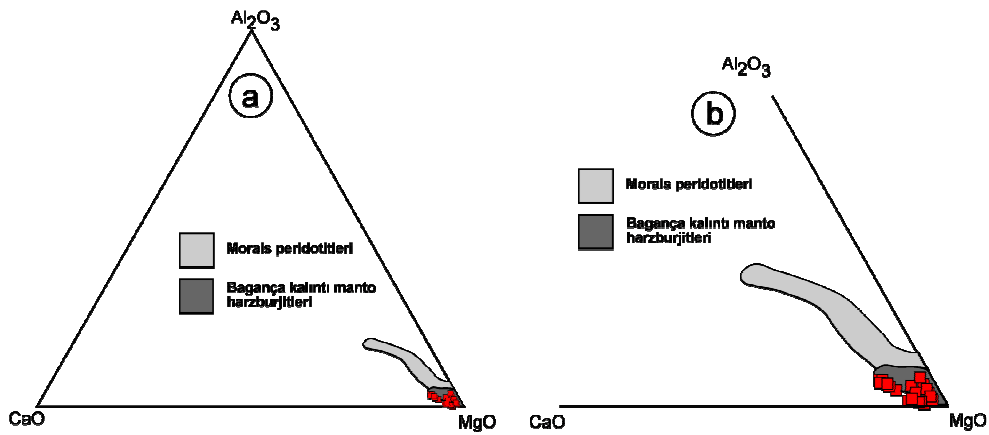
µ/gr (ppm)	Max	Min	Ort
Ba	17	4	4.78
Co	123	95	107
Cr	1932	1240	1451
Cu	32	8	23.62
Nb	8	5	5.48
Ni	3111	2134	2382
Pb	<1	<1	<1
Sc	13	5	9.91
Sr	20	20	20
V	76	27	50
Y	5	5	5
Zn	90	43	58
AK	15.90	7.50	11.72

Çalışma alanındaki peridotik kayalardan alınan örneklerden çok azının az tüketilmiş pirolit alanındadır (Şekil 24). Ringwood (1975) diyagramına göre, Harmancık yöresi peridotik kayaları pirolit özelliğindedir.

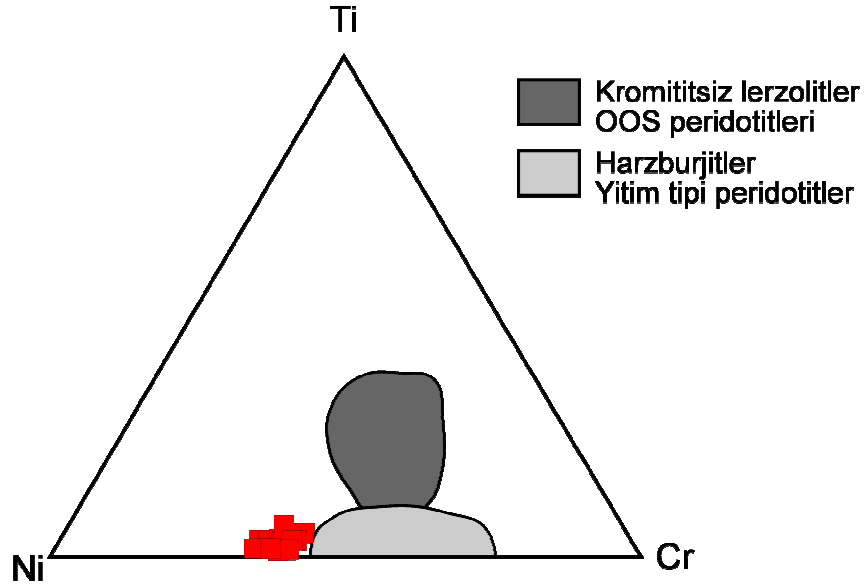


Şekil 24. İncelenen örneklerin MgO–Al₂O₃ değişim diyagramındaki Ringwood (1975) yerleri.

Harmancık yöresindeki peridotik kayaçların tektonik oluşum ortamları Al₂O₃-CaO-MgO üçgen diyagramında Roberts (1986) yorumlanmıştır. Buna göre, örneklerin tamamının yitim ile ilişkili kalıntı manto alanında kümelendiği görülmektedir (Şekil 25). Ultramafik kayaçların serpantinleşmesi sırasında, ortopiroksen ve klinopiroksenlerin içerdikleri Ca'nın ortamdan uzaklaşması, serpantinleşmiş örnekler için bu diyagramlardan çok Ti-Ni-Cr üçgen diyagramının kullanılmasını gerekli kılmaktadır. Bu diyagramda da Harmancık yöresi peridotik kayaçlarının yitim ile ilişkili ultramafik kayaç alanına yakın kümelendiği görülmektedir (Şekil 26).

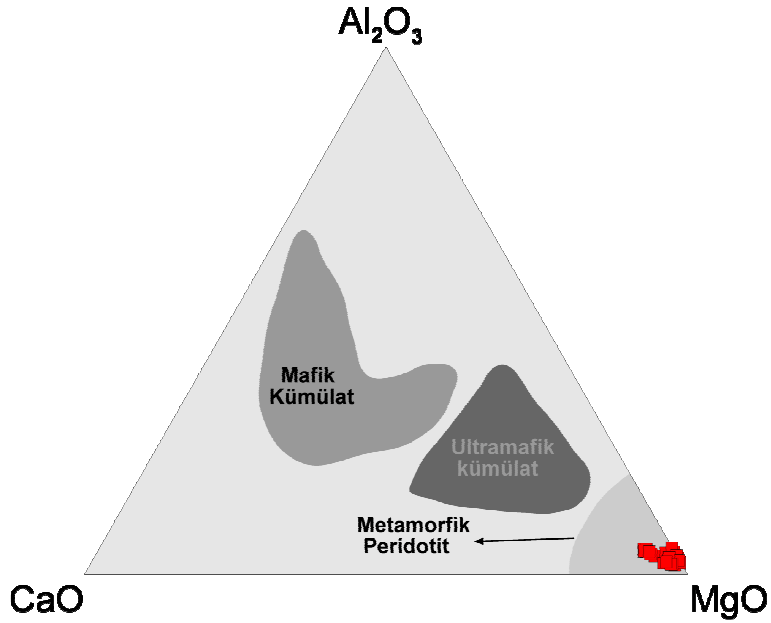


Şekil 25. Harmancık yöresi peridotik kayaçlarının Al₂O₃-CaO-MgO üçgen diyagramındaki (Roberts, 1986) yerleri.



Şekil 26. Harmancık yöresi peridotik kayaçlarının Ti-Ni-Cr üçgen diyagramındaki (Roberts, 1986) yerleri.

Coleman (1977) yaptığı çalışmada ultramafik kayaçları sınıflandırmak için Al_2O_3 – MgO – CaO uç üyelerinden oluşan üçgen diyagramı kullanmıştır. Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarından elde edilen analiz sonuçları bu diyagram yardımıyla yorumlandığında, söz konusu kayaçların ultramafik tektonit özelliğinde olduğu söylenebilir (Şekil 26).



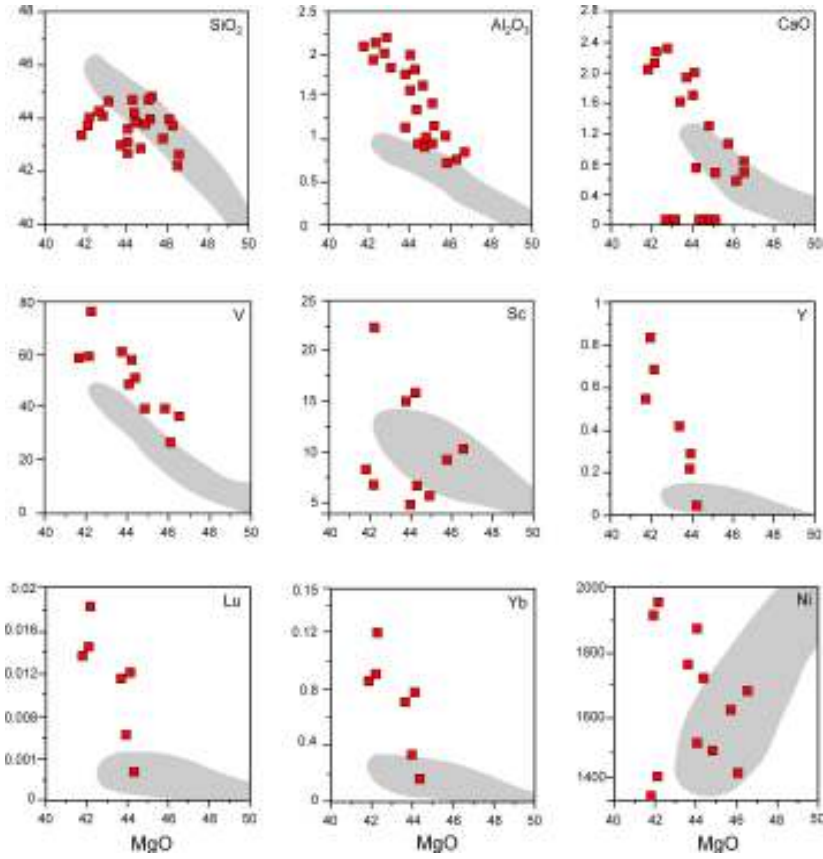
Şekil 27. Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarının Al_2O_3 - MgO - CaO üçgen diyagramındaki (Coleman 1977) yerleri.

Ultramafik kayaçların MgO içeriği, klinopiroksen ve ortopiroksen miktarındaki azalma ile birlikte artış göstermektedir. MgO miktarındaki bu artış (Parkinson ve Pearce, 1998)' e göre ergiyik tüketimine işaret etmektedir.

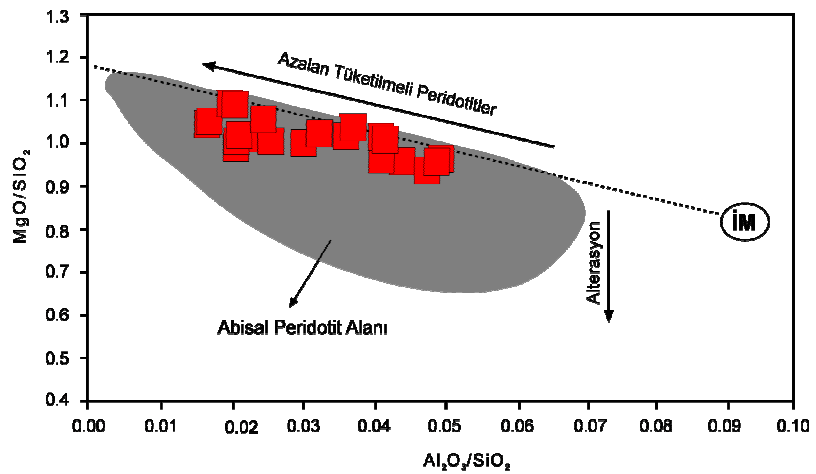
Harmancık yöresi ultramafik kayaçlarını iz elementler açısından incelemek için, söz konusu elementlerin MgO ile olan ilişkileri dikkate alınmıştır (Şekil 28). Sc ve V gibi elementler ergime süresince uyumsuz davranış sergilerler. Ergime devam ederken, MgO miktarının artması ve bu uyumsuz elementlerin ergiyik bileşiminden ayrılması sonucu, Sc ve V'ye karşılık MgO diyagramlarında negatif ilişki beklenir. Sc ve V'nin aksine Ni, uyumlu element olduğu için MgO miktarındaki artışla birlikte artış gösterir ve Ni-MgO diyagramında pozitif ilişki gözlenir. Çalışma alanından alınan peridotit örneklerine ait Ni-MgO diyagramında beklenen korelasyonun oluşmadığı görülmektedir. Bu durum bazı örneklerdeki aşırı serpantinleşmesi ile ilişkili olabilir. V, Sc, Y, Lu, Yb, Ni gibi elementlerin MgO içeriğine karşı değişim diyagramları incelendiğinde, Y, V, Yb ve Lu elementlerinde negatif ilişki gözlenirken, Ni ve Sc'de belirgin bir pozitif veya negatif ilişki gözlenmemektedir. Aşırı serpantinleşme sonucu bazı elementler ortamdan uzaklaşırlar. Şekil 28'deki CaO'ye karşılık MgO değerlerinin karşılaştırıldığı grafikte CaO'ce tamamen tüketilmiş örnekler görülmektedir. Ayrıca MgO içeriğine karşı Sc ve Ni diyagramları da incelendiğinde belirgin bir yönseme oluşumunu bozan örnekler işaretlenmiştir. Bu örneklerin kimyasal bileşimleri incelenmiş ve aşırı derecede serpantinleşmiş oldukları belirlenmiştir.

Harmancık yöresi peridotitlerinden alınan örneklerden elde edilen Al_2O_3/SiO_2 oranına karşılık MgO/SiO_2 oranları incelendiğinde, kayaçların tamamının abisal peridotit alanına karşılık geldiği görülmektedir.

MgO/SiO_2 değerleri 0.94'ten büyükken, Al_2O_3/SiO_2 değerleri ise 0.01-0.05 arasındadır. Niu, (2004)'e göre kesikli çizgi ile gösterilen yönseme, MgO/SiO_2 değerinin yaklaşık 0.85 ve Al_2O_3/SiO_2 değerinin ise 0.1 olduğu ilksel bileşimli mantodan (İM), yüksek derecede tüketilmiş harzburjitik bileşime ($MgO/SiO_2 \sim 1.1$, $Al_2O_3/SiO_2 = 0.00$) doğru değişen kayaç bileşimini ifade etmektedir. Yüksek derecede serpantinleşmiş peridotitler MgO'ce tüketilmiştir (Niu, 2004). Harmancık peridotitleri bu yönsemeye hemen hemen paralel bir dağılım sunarlar. Ancak bazı örnekler, aşırı serpantinleşmelerine rağmen, MgO'ca tüketilme göstermezler.



Şekil28. Harmancık yöresi peridotitlerinin MgO içeriğine karşılık bazı ana oksit ve iz element değişim diyagramları. SiO_2 , Al_2O_3 ve CaO % ağırlık, diğer elementler ise ppm olarak verilmiştir. Gri alanlar, İzu-Bonin yay önu peridotitlerini (Parkinson ve Pearce, 1998) temsil etmektedir.

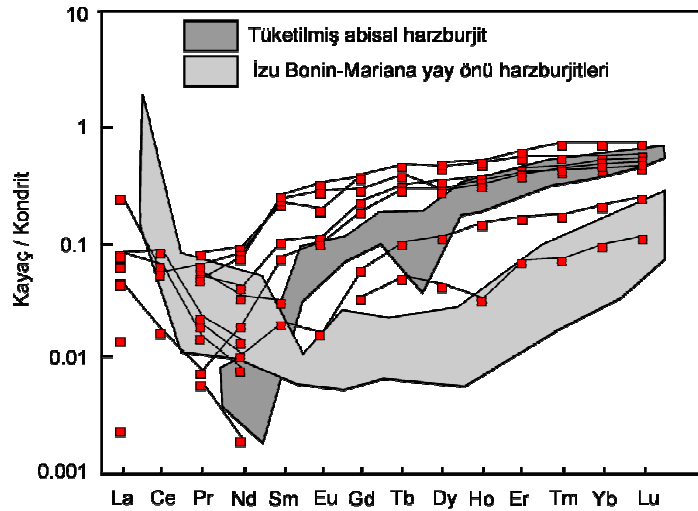


Şekil 29. Harmancık yöresi peridotitlerinin $\text{Al}_2\text{O}_3/\text{SiO}_2$ oranına karşı MgO/SiO_2 oranı değişim diyagramı. abisal peridotit alanı Baker ve Beckett, (1999); Niu, (1997) ve Snow ve Dick, (1995)'den alınmıştır. İM: İksel Manto).

3.2.3.3. Nadir Toprak Element (NTE) Jeokimyası

Harmancık yöresi peridotitlerinin kondrite göre değerlendirilmiş NTE dağılımları Şekil 30'da gösterilmiştir. Prinzhofer ve Allegre, (1985) Parkinson vd. 1992'a göre serpantinleşmeye uğrayan kayaların element içerikleri incelendiğinde, NTE'lerinin diğer elementlere göre hareketsiz olduğu görülmektedir. Söz konusu kayaların hafif NTE'lerce tüketilmiş olduğu görülmektedir. Ağır NTE'lerin dağılımının ise 0.1 ila 1 arasında değişen yataya yakın bir şekle sahip olduğu gözlenmektedir. Hafif NTE'lerin düşük seviyeli bir dağılım göstermesi, kısmi ergimeye ve tüketilmeye işaret etmektedir. Çalışma alanında gözlenen kayaç türü olan harzburjitlerin uyumsuz hafif NTE'lerce azalan bir dağılıma sahip olması abisal peridotitlerin özellikleri ile benzerlik sunar.

Şekil 30'daki yönsemeler, Harmancık yöresi peridotitlerinin az tüketilmiş abisal harzburjit alanı ile paralel ve uyumlu bir dağılım göstermektedir. Niu (2004)'ya göre Ce elementinde gözlenen azalan yöndeki dağılımlar peridotitlerin deniz tabanı alterasyonuna uğradıklarına işaret etmesine karşın çalışma alanındaki peridotitlerde Ce belirgin azalan yönseme göstermemektedir ve deniz tabanı alterasyonunun bu kayalarda etkili olmadığı söylenebilir.



Şekil 30. Harmancık yöresi peridotitlerinin kondrite göre normalleştirilmiş nadir toprak element dağılım diyagramı [kondrit değerleri, McDonough ve Sun (1995)'ten alınmıştır].

Tablo 7. Harmancık yöresi harzburjitik kayaçlarının nadir toprak element (NTE) içeriklerinin değişim aralıkları (Ö: örnek sayısı, a.l.a: Analiz limitlerinin altında kalan değerler).

Ö=10	Min	Max	Ort
La	0.002	0.251	0.075
Ce	a.l.a	0.086	0.022
Pr	0.006	0.085	0.038
Nd	0.002	0.094	0.039
Sm	a.l.a	0.271	0.098
Eu	a.l.a	0.344	0.106
Gd	a.l.a	0.393	0.160
Tb	a.l.a	0.480	0.164
Dy	a.l.a	0.501	0.207
Ho	a.l.a	0.530	0.227
Er	a.l.a	0.647	0.271
Tm	a.l.a	0.761	0.292
Yb	a.l.a	0.748	0.308
Lu	a.l.a	0.750	0.323

4. İRDELEME VE TARTIŞMA

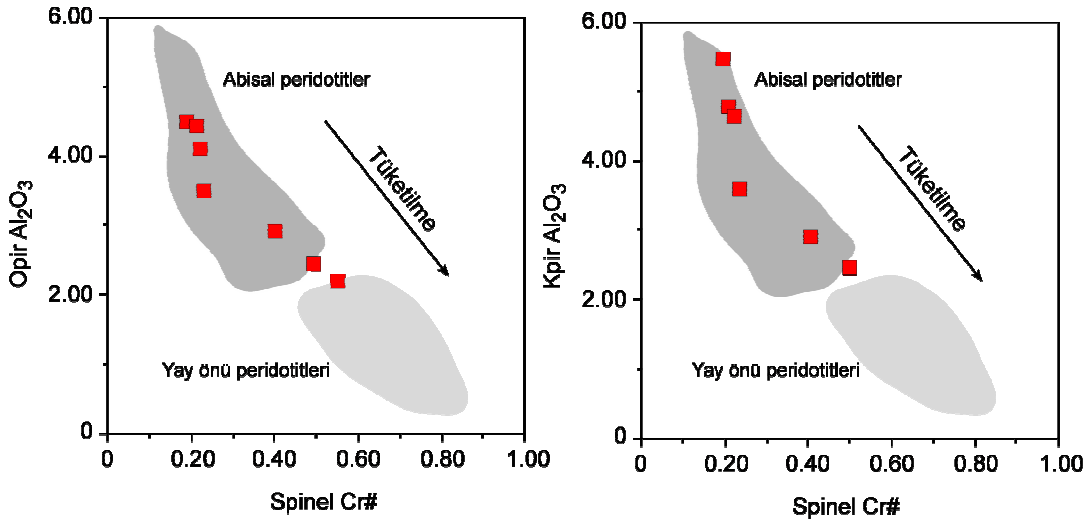
Bu araştırma ile Türkiye'nin kuzeybatısında yer alan Harmancık (Bursa) yöresinde yüzeyleyen, ultramafik kayaların mineralojik ve petrografik özellikleri incelenerek, tektonik oluşum ortamları, kısmi ergime dereceleri, ergiyik kayaç etkileşim süreçleri gibi bazı petrolojik olaylar açıklanmaya çalışılmıştır.

Çalışma alanında yüzeyleyen ultramafik birimin tamamına yakın bir kısmını harzburjitler oluşturmaktadır. Harzburjitlerin petrografik incelemesi sonucunda tüketilmiş oldukları tespit edilmiştir. Tüketilmiş harzburjitler kısmi ergime, ergiyik-manto etkileşimi ve manto metasomatizması gibi süreçler sonucu oluşmaktadır (Kelemen vd., 1992; Zhou vd., 1996). Harmancık yöresinde yüzeyleyen ultramafik birim, ofiyolitik istifin büyük bir kısmını oluşturan manto peridotitlerinden oluşmaktadır. Bu kayalar düşük Ti içerikleriyle yüksek derecede tüketilmiş özellik göstermektedirler. Dick ve Bullen (1984); Arai (1994a, b); Tamura ve Arai (2006)' ya göre harzburjitlerdeki spinellerin Cr#'nın, manto peridotitlerinin kısmi ergime derecesini belirlemede önemli bir parametre olduğunu vurgulamışlardır. Azdan çoğa doğru değişen aralıklarda spinel Cr #'na sahip Harmancık yöresi harzburjitleri, bu özellikleri ile farklı kısmi ergime derecelerine sahiptirler. Cr# değerleri abisal peridotitlerin karakteristik Cr#>0.60 değerleriyle uyumludur. Verimli (tüketilmemiş) peridotitlerde, tektonik açılma rejimlerinde birincil kısmi ergime sürecinin başlaması ile Al' ca zengin ergiyik ortamdan ayrılarak, düşük Cr#'na sahip, az tüketilmiş bir manto oluşumunu sağlamaktadır (Zhou vd., 1996; Melcher vd., 1997). Açılma rejimi sonrası ortam bir sıkışma rejimi içine girer ve hendek sedimanları okyanusal kabuk altına dalar. Yiten parçadan akışkanlar ayrılır ve tüketilmiş manto metasomatize olur. Düşük derecede tüketilmiş harzburjitlerdeki ortopiroksen ve klinopiroksenlerin sıvı içerikli SiO₂ ile metasomatik ayrışması ikincil ergiyiği oluşturur (Uysal, 2005). Oluşan bu ikincil ergiyik klinopiroksen ve ortopiroksen bakımından tüketilmiş olması nedeniyle olivin içeriği ve dolayısıyla Mg' ca zengindir. Ergime derecesinin artması nedeniyle geride kalan ergiyiğin Cr-numarasında birincil ergiyiğe göre artış gözlenecektir.

4.1. Kısmi Ergime Dereceleri

Peridotitlerin kısmi ergime derecesi ile spinellerin Cr#, klinopiroksen içeriği ve olivinlerin forsterit içerikleri arasındaki ilişki daha önce yapılan bir çok çalışmada kısmi ergime derecesinin test edilmesinde kullanılmıştır. Baker ve Stolper (1994), Matsukage ve Kubo (2003), Tamura ve Arai (2006), manto peridotitleri için krom spinellerin kısmi ergime ile olan ilişkilerini ortaya koymuştur. Gaetani ve Grove (1998)'e göre, olivinlerin forsterit içeriği toplam kısmi ergime derecesini göstermektedir. Dick ve Fisher (1984) ise, peridotitlerin klinopiroksen içerikleri kısmi ergime derecesi arasındaki ilişkiyi ortaya koymuş ve klinopiroksenlerin kayaç içerisindeki bileşimlerinin, tüketilme derecesi arttıkça azaldığını vurgulamıştır.

Tüm bu değerlendirmelere göre Harmancık yöresi peridotitleri mineral parajenezleri ve jeokimyasal özellikleri açısından incelendiğinde, söz konusu kayaçların tüketilme derecesi ile ilgili önemli bulgular sağlanmıştır.



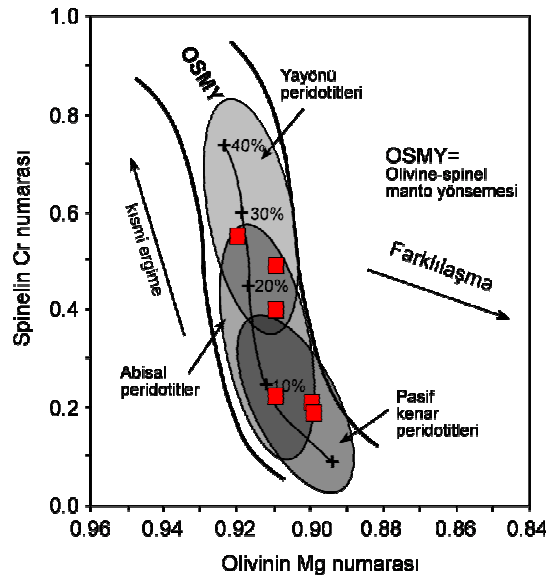
Şekil 31. Harmancık yöresi peridotitlerindeki ortopiroksen ve klinopiroksen minerallerinin % Al₂O₃ içeriklerine karşılık spinellerin Cr# diyagramı. Abisal ve yay önü peridotitleri alanları, Bonatti ve Michael (1989), Parkinson vd. (2003) ve Uysal vd. (2007)' den alınmıştır.

İncelenen peridotik kayaçların düşük modal klinopiroksen içerikleri, kısmen tüketilmiş olduklarını göstermekle birlikte, kısmi ergime derecelerinin %5-30 arasında değiştiğine işaret etmektedir. Bununla birlikte Dick ve Matland (1996) ve Zhou (2005) piroksenlerin

Al içerikleri ve spinellerin Cr#, peridotik kayaçların kısmi ergime derecesi ile yakın bir ilişki gösterdiğini vurgulamaktadır.

Harmancık yöresi peridotitlerindeki piroksenlerin Al_2O_3 içeriklerine karşın spinellerin Cr# ilişkisi değerlendirildiğinde, hem klinopiroksenlerin hem de ortopiroksenlerin Al_2O_3 değerleri negatif bir dağılım göstermektedir (Şekil 32). Yüksek Al_2O_3 ve düşük spinel Cr numarasına sahip örnekler abisal peridotit alanında dağılım göstermektedirler. Peridotitlerin gösterdiği negatif ilişki ayrıca tüketilme ile tam bir paralellik sunmaktadır.

Harmancık yöresinde yüzeyleyen peridotitler, olivinlerin forsterit içeriği ve spinellerin Cr numarası değerlerine göre olivin-spinel-manto-yönsemesi (OSMY) diyagramında (Arai, 1994a) abisal peridotit alanıyla tamamen uyumlu bir dağılım göstermektedir (Şekil 32). Ayrıca spinellerin Cr numarası arttıkça kısmi ergime derecesi de artmaktadır ve bu değerler dikkate alındığında incelenen peridotitlerin % 5 -30 arasında değişen bir kısmi ergime derecesine sahip olduğu görülmektedir.



Şekil 32. Harmancık yöresine ait peridotitlerin, Pasif kenar peridotitleri, Abisal peridotitleri ve yayönü peridotitleri ile karşılaştırılması. Pasif kenar peridotitleri ve Abisal peridotit alanı, Dick ve Bullen (1984) ve yayönü peridotit alanı, Pearce vd. (2000)'den alınmıştır.

5. SONUÇLAR

Bu çalışma ile, İzmir-Ankara suture zonunda yer alan, Bursa iline bağlı Harmancık yöresinde yüzeyleyen ultramafik kayaların jeolojik süreç boyunca geçirmiş olduğu petrolojik olaylar incelenmiştir. Çalışma kapsamında söz konusu kayaların dokusal, mineralojik ve kimyasal analizleri yapılarak kökensel değerlendirmeler yapılmıştır. Bu bilgiler ışığı altında;

1- Çalışma alanı içerisindeki Harmancık yöresi ultramafik kayaları harzburjitlerden oluşmaktadır ve harzburjit bileşimindeki bu kayalar kısmen serpantinleşmiştir.

2- Harzburjitlerin mikroskobik incelemesi esnasında gözlenen, dilinim izlerindeki ve minerallerdeki eğilme-bükülme gibi yapılar, bu kayaları etkileyen bir tektonik deformasyona işaret etmektedirler. Ayrıca arazi çalışmaları sırasında gözlenen ezilme zonları, kırıklı yapı gibi deformasyon izleri de bu tip deformasyonun varlığını desteklemektedir.

3- Harzburjitleri oluşturan esas mineral olivindir. Olivinler forsterit bileşimli olup Mg'ca zengindirler. Olivinlerden sonra harzburjitlerin yapısında en yaygın bulunan mineral olan enstatit bileşimli ortopiroksenlerdir. Deformasyon izlerinin en belirgin olarak gözlemlendiği mineral olan ortopiroksenler, "kink-bant" ve dilinim izlerindeki eğilme-bükülme biçimli mikro tektonik yapılara sahiptir. Ortopiroksenler genelde klinopiroksenlerden oluşan ayrılma lamelleri içerirler. Ayrılma lamelleri, klinopiroksenlerin mikroskobik incelemeler esnasında en yaygın olarak gözlemlendiği bulunuş şeklidir. Klinopiroksenlerin büyük bir kısmı diyopsit bileşimine sahip olmasına rağmen bir kısmı da endiyopsit bileşimindedir.

4- Tektonik oluşum ortamı açısından incelendiğinde, klinopiroksenlerin çok düşük Ti içeriğine sahip olması bu minerallerin yitim ile ilişkisine işaret etmekte olup yitim karakteri sunarlar. Klinopiroksenlerin yüksek Mg-numarası değerleri, oluşum ortamlarının yüksek basınç özelliğinde olduğunu göstermektedir.

5- Harzburjitler içindeki spinel minerallerinin $Mg\# [Mg/(Mg+Fe)]$ ve $Cr\# [Cr/(Cr+Al)]$ değerleri Alp tipi peridotitler ile paralellik göstermiştir. Ayrıca spinellerin TiO_2 ve Fe^{2+}/Fe^{3+} içeriklerinin Al_2O_3 değerleri ile kıyaslanması sonucu Harmancık yöresi harzburitlerinin yitimle ilişkili olduğu belirlenmiştir.

6. KAYNAKLAR

Ahmed, A.H., Kelemen, P., Arai, S. ve Hart, S., 2002. Osmium Isotope Systematics of Platinum-group Minerals In Proterozoic and Phanerozoic Ophiolitic Chromitites, Implications for Chromitite Genesis, in, Fourth International Workshop on Orogenic Lherzolites and Mantle Processes, Abstract Volume, Semani, Hokkaido, Japan, 3. s.

Aldanmaz, E. ve Köprübaşı, N., 2006. Platinum-Group-Element Systematics of Peridotites From Ophiolite Complexes of Northwest Anatolia, Turkey, Implications for Mantle Metasomatism by Melt Percolation in a Supra-subduction Zone Environment, Int. Geol. Rev., 48, 420-442.

Akgül, M., 1993. İslamköy (Kulp-Diyarbakır) yöresindeki Bazik ve Ultrabazik Kayaçlar ile İlgili Cevherleşmeler. Doktora Tezi. Fırat Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, 16 s.

Arai, S., 1994a. Characterization of spinel peridotites by olivine-spinel compositional relationships: review and interpretation. Chem. Geol. 113, 191-204.

Arai, S., Kadoshima, K. Ve Morishita, T., 2006. Widespread Arc-related Melting in the Mantle Section of The Northern oman Ophiolites as Inferred From Detrital Chromian Spinels, J. Geol. Soc. London, 163, 869-879.

Arni, P., 1942. The age of Antolian ophiolites. MTA Bulletin 3, 1–15.

Baker, M.B., ve Stolper, E.M., 1994. Determining the composition of highpressure mantle melts using diamond aggregates: Geochimica et Cosmochimica Acta, 58, 2811–2827.

Bacak, G. ve Uz, B., 2003. Dağardı güneyi (Kütahya) ofiyolitinin jeolojisi ve jeokimyasal özellikleri. İTÜ Der. 4, 86-96.

Baker, M.B. ve Beckett, J.R., 1999. The origin of abyssal peridotites: A reinterpretation of constrains based on primary bulk compositions. Earth Planet. Sci. Lett., 171, 1, 49-61.

Bonatti, E. ve Micheal, P.J., 1989. Mantle peridotites from continental rifts to ocean basins to subduction zones. Earth Planet. Sci. Lett. 91, 297-311.

Borchert, H. ve Uzkut, İ., 1967. Harmançık (Bursa İli), Kuzeybatısındaki Krom Cevheri Yatakları, M.T.A. Derg. 68, 49-63.

Boudier, F. ve Nicolas, A., 1985. Harzburgite and lherzolite subtypes in ophiolitic and oceanic environments. Earth and Planetary Science Letters 76, 84-92.

Coleman, R.G., 1977, Ophiolites, ancient oceanic lithosphere. Springer-Verlag, 229 p.

Cohen, R.S., O’Nions, R.K. ve Dawson, J.B., 1984. Isotope Geochemistry of Xenoliths From East Africa: Implications For Development of Mantle Reservoirs and Their Interaction, Earth Planet. Sci. Lett., 68, 209-220.

Dick, H. J. B. ve Bullen, T., 1984. Chromium Spinel As A Petrogenetic Indicator in Abyssal and Alpine-Type Peridotites and Spatially Associated Lavas, Contrib. Mineral. Petrol., 86, 54-76.

Dick, H.J.B. ve Fisher, R.L. 1984. Mineralogical studies of the residues of mantle melting: abyssal and alpine-type peridotites. In Kimberlites II. The Mantle and Crust-Mantle Relationships. (J. Kornprobst, Ed.). Amsterdam, Elsevier, pp. 295-308.

Dick, H.J.B ve Natland, J.H. 1996. Late stage melt evolution and transport in the shallow mantle beneath the East Pacific Rise: Deep See Drilling Project. Initial Reports 147, 103-134.

Dawson, J.B., 1987. Metasomatized Harzburgites in Kimberlite and Alkaline Magmas: Enriched Restites and "Flushed" Lherzolites. In: Menzies, M.A., Hawkesworth, C.J., (Eds), Mantle Metasomatism, Academic Press, London, 125-144.

Emre, H., 1986. 'Orhaneli Ofiyolitinin Jeolojisi ve Petrolojisi', Doktora Tezi, İ.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Bölümü, İstanbul.

Gaetani, G.A. ve Grove, T.L., 1998. The influence of water on melting of mantle peridotite. Contrib. Mineral. Petrol. 131, 323-346.

Harris, N.B.W., Kelley, S., ve Okay, A.I., 1994. Post Collision Magmatism and Tectonics In Northwestern Anatolia, Cont. Min. Petrol. 117, 241-252.

Irvine, T.N., 1967. Chromian Spinel As a Petrogenic Indicator, Part 2. Petrologic Applications, Can J. Earth Sci., 4, 71-103.

Jurewitz, A.J.G. ve Watson, E.B., 1998. Cations in Olivine, Part 1: Calcium Partitioning and Calcium-Magnesium Distribution Between Olivines and Coexisting Melts, With Petrologic Applications, Contrib. Mineral. Petrol., 99, 176-185.

Juteau, T., 1979. Ophiolites des Taurides: Essai sur leur histoire oceanique, *Revue de Geologie Dynamique de Geographic Physique*, Paris. 21, 3, 191-214.

Kalafatçioğlu, A., 1962. Tavşanlı-Dağardı Arasındaki Bölgenin Jeolojisi ve Serpantinlerle Kalkerlerin Yaşı Hakkında Not. *M.T.A. Dergisi* 58, pp.

Kamenetsky, V.S., Crawford, A.J. ve Meffre, S., 2001. Factor Controlling Chemistry of Magmatic Spinel: An Empirical Study of Associated Olivine, Cr-Spinel and Melt Inclusions From Primitive Rocks, Journal of Petrology., 42, 4, 655-671.

Kaya, O., 1972. Tavşanlı-Dağardı Arasındaki Bölgenin Jeolojisi ve Serpantinlerle Kalkerlerin Yaşı Hakkında Not. *M.T.A. Dergisi*, 58. 38-46 pp.

Kelemen, P. vd., 1992. Formation of harzburgite by pervasive melt/rock reaction in the upper mantle. Nature, 358, 635-641 p.

- Lisenbee, A.L., 1971, The Orhaneli Ultramafic-Gabbro Thrust Sheet and Its Surroundings: A Progress Report, Campbell, A.S., ed., in *Geology and History of Turkey*, 349-568.
- Lisenbee, A.L., 1972. Structural setting of the Orhaneli ultramafic massif Near Bursa. *PhD Thesis*, State University of Pennsylvania, 210 p.
- Manav, H., 1995. The study of the ophiolitic rocks in the vicinity of Kuplu Dagi (Bursa) and genetic investigations of the magnesite occurrences related to these rocks. PhD thesis, Istanbul Technical University, Fen Bilimleri Enstitüsü, 173 p.
- Manav, H. ve Gültekin, A.H., 2004. Geochemical Characteristics of the dolerite dykes from the Harmancık Ophiolite, Western Anatolia-Turkey. *5. International Symposium on Eastern Mediterranean Geology* Thessaloniki, Greece. 14-20.
- Manav, H. 2004. Geochemical evidence for the tectonic setting of the Harmancık ophiolites, Northwest Turkey. *24*, 1-9.
- Matsukage, K.N. ve Kubo K., 2003. Chromian spinel during melting experiments of dry peridotite (KLB-1) at 1.0–2.5 Gpa. *American Mineralogist*, *88*. 1271-1278.
- McDonough, W. F., and Sun, S., 1995. The composition of the Earth, *Chem. Geol.*, *120*, 223–253.
- Melcher, F., Grum, W., Simon, G., Thalhammer, T. ve Stumpfl, E.F., 1997. Petrogenesis of the ophiolitic giant chromite deposits of Kempirsai, Kazakhstan: A study of solid and fluid inclusions in chromite: *Journal of Petrology*, *38*, 1419-1458.
- Melcher, F. ve Meisel, T., 2004. A Metamorphosed Early Cambrian Crust-Mantle Transition in The Eastern Alps, Austria, *Journal of Petrology*, *45*, 8, 1689-1723.
- Morimoto, N., Fabires, J., Ferguson, A.K., Ginzburg, I.V., Ross, M., Seifert, F.A., Zussman, J., Aoki, K. ve Gotrardi, G., 1988. Nomenclature of piroxenes, *Am. Mineral.*, *73*, 1123-1133.
- Nicolas, A., 1989. Structures of ophiolites and dynamics of oceanic lithosphere, Kluwer Academic, Dordrecht, the Netherlands 367 p.
- Niu, Y., ve He'kinian, R., 2004. Spreading rate dependence of the extent of mantle melting beneath ocean ridges. *Nature.*, *385*, 326-329.
- Niu, Y., 1997. Mantle melting and melt extraction processes beneath ocean ridges: evidence from abyssal peridotites. *J. Petrol.*, *38*. 1047-1074.
- Neary, C.R. 1974. Chromiferous Ultrabasic Rocks in The Northern Hijaz of Saudi Arabia, Unpub. Phd. Thesis, Univ. Of Leeds, 380 pp.
- Okay, A.I., 1984. Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Metamorfik Kaynaklar, Ketin Sempozyumu, Türkiye Jeoloji Kurumu *5*, 83-92 pp.

- Okay, A.I., 1985. Metamorphic belts in northwest Anatolia. In, "Ketin Symposium Book", Publication of the Geological Society of Turkey, Ankara, 83-92.
- Okay, A.I., and Kelley, R.S.P., 1994. Tectonic setting, petrology and geochronology of jadeite+glaucophane and chloroid+glaucophane schists from nortwest Turkey', Journal of Metamorphic Geology. 12. 455-466.
- Okay, A.I., Satır, M., Maluski, H., Siyako, M., Monie, P., Metzger, R. ve Akyüz, S., 1996. 'Paleo- and neo-Tethyan events in Northwestern Turkey: geologic and geochronologic constrains', In: Yin, A. ve Harrison, T.M., Editors. The Techonic Evolution of Asia, Cambridge University Press, Cambridge, 420-441.
- Okay, A.I. ve Tüysüz, O. 1999. Tethyan sutures of northern Turkey. Durand, B., Jolivet, L., Horvath, F. ve Seranne, M (ed). The Mediterranean Basins: Tertiary extension within the Alpine orogen da. Geological Society, London, Special Publication, 156, 475-515.
- Özkoçak, O., 1969, Etude Geologique du Massif Ultrabasique d'Orhaneli et da sa Proche Bordure (Bursa-Turquie) : *Tez*, Univ. de Paris, 181.
- Örgün, Y., 1993. 'Genetical Investigation of Nickel Occurences in the Vicinity of Topuk-Göynükbelen, Orhaneli-Bursa', PhD thesis, İstanbul Technical University, Turkey.
- Parkinson, I.J., ve Pearce, J.A., 1998. Peridotites from the Izu-Bonin-Mariana forearc (ODP Leg 125): Evidence for mantle melting and melt-mantle interaction in a supra-subduction zone setting. Journal of Petrology, 39, 1577-1618.
- Parkinson, R.J., Arculus, R.J. ve Eggins, S.M., 2003. Peridotite xenoliths from Grenada, Lesser Antilles Island Arc, Contributions to Mineralogy and Petrology., 146, 2. 241-262.
- Parkinson, I.J., Pearce, J.A., Thirlwall, M.F., Johnson, K.T.M. ve Ingram, G., 1992. Trace Element Geochemistry of Peridotites from The Izu-Bonin-Mariana Forearc, Leg 125, in Fryer, P., Pearce, J.A., Stokking, L.B. Et Al.(Eds), Proceedings of The Ocean Drilling Program, Scientific Results, Leg 125: College Station, Texas, Ocean Drilling Program, 125, 87-506.
- Parkinson, I.J., Arculus, R.J. ve Eggins, S.M., 2003. Peridotite xenoliths from Grenada, Lesser Antilles Island Arcs. Contrib. Mineral. Petrol. 146, 241-262.
- Pearce, J.A., Lippard, S.J. ve Roberts, S., 1984. Characteristics and Tectonic Significance of Supra-Subduction Zone Ophiolites, Geol. Soc., London, Spec. Pub., 16, 77-94.
- Pearce, J.A., Baker, P.F., Edwards, S.J., Parkinson, I.J. ve Leat, P.T., 2000. Geochemistry and Tectonic Significance of Peridotites From The South Sandwich Arc-basin Systems, South Atlantic, Contrib. Mineral. Petr., 139, 36-53.
- Poldevaart, A. ve Hess, H.H., 1951. Pyroxenes in The Crystallization of Basaltic Magmas, Journal of Geology, 59, 472-489.

- Prinzhofer, A. ve Allegre, C.J., 1985. Residual Peridotites and The Mechanisms of Partial Melting. Earth Planet. Sci. Lett., 74, 251-265.
- Ringwood, A.E., 1975. Composition and Petrology of the Earth's Mantle, McGraw-Hill Book Co., New York. 618 pp.
- Roberts, S., 1986. The Role of Igneous Processes in The Formation of Ophiolitic Chromitite, Unpublished *Phd Thesis*, The Open University, 261pp.
- Robertson, A.H.F., 2002. 'Overview of the genesis and emplacement of Mesozoic ophiolites in the Eastern Mediterranean Tethyan region', Lithos 65. 1-67.
- Simonetti, A., Shore, M. ve Bell, K., 1996. Diopside Phenocrysts From Nephelinitic Lavas, Napak Volcano, Eastern Uganda: Evidence For Magma Mixing, Can. Mineral., 34, 411-421.
- Snow, J.E., ve Dick, H.J.B., 1995. Pervasive Magnesiumloss By Marine Weathering of Peridotite, Geochim. Cosmochim. Acta, 59, 4219-4235.
- Stewens, R.E., 1944. Composition of Some Chromites of the Western Hemisphere, Am. Mineral., 29, 1-2, 1-34.
- Sherlock, S.C. Kelley, S.P. Inger, S. Harris, N.B.W. ve Okay, A.I., 1999. $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ and Rb-Sr geochronology of high-and ultra-high pressure metamorphism and exhumation in the Tavsanli Zone, NW Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 137, 46-58.
- Streckesen, A., 1976. To Each Plutonic Rock Its Proper Name, Earth Sci. Rev., 12, 1-33.
- Steinman, N.G., 1927. Die ophiolithischen Zonen in den mediterranen Kettengebirge. 14 th. Intern. Geof. Congr. Madrid 2. 638-667.
- Simkin, T., ve Smith, J.V., 1970. Minor Element Distribution in Olivine, Journal of Geology, 78, 304-325.
- Şengör, A.M.C. ve Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey. A Plate Tectonic Approach: Tectonophysics. 75, 181-241.
- Takazawa, E., Frey, F.A., Shimizu, N. ve Obata, M., 2000. Whole Rock Compositional Variations in an Upper Mantle Peridotite (Horoman, Hokkaido, Japan). Are They consisting With a Partial Melting Process? Geochim. Cosmochim. Ac., 64, 695-716.
- Tamura, A. ve Arai, S., 2006. Harzburgite-dunite-orthopyroxenite suite as a record of supra-subduction zone setting for the Oman ophiolite mantle. Lithos 90, 43-56.
- Uz, B. 1978. Sındırı-Akhisar Bölgesi Ofiyolit Birliğinin Petrografik Petrojenetik ve Jeokimyasal İncelenmesi İ.T.Ü. Mad. Fak. Doçentlik Tezi.

Uysal, I., Sadiklar, M.B., Tarkia, M., Karsli, O. ve Aydin, F., 2005. Mineralogy and composition of the chromitites and their platinum-group minerals from Ortaca (Mugla-SW Turkey): evidence for ophiolitic chromitite genesis, Mineralogy and Petrology 219-242.

Uysal, I., Kaliwoda, M., Karsli, O., Tarkian, M. ve Sadiklar, M.B., 2007. Compositional Variations as a Result of Partial melting and Melt-Peridotite Interaction in an Upper Mantle Section From The Ortaca Area, South Western Turkey, Can. Mineral., 1471-1493.

Üşümezsoy, Ü., 1987. 'Kuzeybatı Anadolu Yığışım Orojeni, Paleotetisin Batı Kenet Kuşağı, TJK Bül., 30, 2, 53-63.

Wijkerslooth, P., 1941. Discussion on magmatic activity of late Paleozoic age in western and central Anatolia. *MTA Bulletin Turkish*4, 536-550.

Yousefi, T., 1997. Mineralogical and petrological study of northern partition of Dağardı ophiolites, Harmancik-Bursa. Unpublised PhD Thesis, İstanbul Technical University, Fen Bilimleri, 196.

Yousefi, T. 1998. Dağardı Kuzey Kesimi (Harmancık-Bursa) Bölgesi Ofiyolitlerinin Mineralojik ve Petrografik İncelenmesi. İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü. Doktora Tezi.

Zhou, M.F., Robinson, P.T., Malpas, J. ve Li, Z., 1996. Origin and Tectonic Enviroment of Podiform Cromite Deposits, Econ. Geol., 92, 259-262.

Zhou, M.F., Robinson, P.T., Malpas, J., Edwards, S.J. ve QI, L., 2005. REE and PGE Geochemical Constraints on The Formation of Dunites in The Luobusa Ophiolite, Southern Tibet. Journal of Petrol. 46, 615-639.

URL-1, http://www.bgr.bund.de/cln_011/nn_335208/EN/Themen/GG__Petrol/.html

Ek Tablo 1. Harmançık yöresi harzburjitlerine ait olivin kristallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları

Olivin	H1-1	H1-2	H1-3	H15-1-1	H15-1-2	H15-1-3	H15-1-4	H15-1-5	H15-1-6	H10A-1-1	H10A-1-2	H10A-1-3	H10A-1-4	H10A-1-5	H10A-1-6
SiO₂	41.19	41.27	41.08	40.66	40.96	42.01	40.66	41.44	41.54	39.74	40.47	40.31	40.16	41.80	40.23
TiO₂	g	g	g	g	0.01	0.01	g	0.02	0.01	g	0.01	g	g	0.02	0.01
Al₂O₃	g	0.01	0.01	g	0.09	g	0.01	g	0.01	g	g	g	0.01	0.02	g
Cr₂O₃	g	g	g	g	g	g	g	0.04	0.02	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03
FeO	8.23	8.28	8.50	8.91	8.73	8.72	8.97	9.12	9.13	9.41	9.37	9.51	9.33	9.09	9.36
MnO	0.09	0.19	0.13	0.10	0.12	0.13	0.11	0.18	0.15	0.11	0.17	0.12	0.09	0.11	0.16
NiO	0.46	0.41	0.38	0.45	0.44	0.46	0.44	0.38	0.46	0.41	0.45	0.41	0.39	0.41	0.53
MgO	51.38	51.57	51.30	50.97	49.94	52.26	50.99	51.57	51.64	50.08	50.68	50.92	50.71	52.48	50.56
CaO	0.01	g	0.03	0.01	0.07	0.03	0.02	0.02	0.01	g	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03
Na₂O	g	g	g	g	0.01	g	g	g	g	0.01	g	g	g	g	g
K₂O	g	g	g	g	g	g	g	g	g	0.01	0.01	g	0.02	0.01	0.01
Toplam	101.37	101.73	101.42	101.11	100.35	103.61	101.20	102.78	102.97	99.78	101.22	101.31	100.75	103.97	100.92
Si	0.99	0.99	0.99	0.98	1.00	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe²⁺	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.84	1.84	1.84	1.84	1.81	1.84	1.84	1.83	1.83	1.84	1.83	1.84	1.84	1.84	1.84
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	0-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.01	3.01	3.01	3.02	3.00	3.01	3.02	3.01	3.01	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
Mg#	0.92	0.92	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Mg#: $Mg/(Mg+Fe^{2+})$, g: Gözlenmedi, -: Cihazın ölçüm sınırlarının altında. Yapısal parametreler 4 oksijene göre hesaplanmıştır.

Ek Tablo 1'in devamı

Olivin	H10A-1-7	H10A-1-8	H10A-1-9	H10A-1-10	H10A-1-11	H10A-1-12	H19-1-1	H19-1-2	H19-1-3	H19-1-4	H19-1-5	H19-1-6	H19-1-7	H19-1-8	H19-1-9
SiO₂	40.40	37.68	40.88	40.19	40.13	40.84	40.38	40.01	40.20	40.21	39.93	40.07	39.96	40.05	39.92
TiO₂	g	0.03	g	g	g	g	g	g	g	0.01	g	g	g	0.01	0.01
Al₂O₃	0.02	0.05	g	g	g	g	0.01	g	g	0.01	g	0.02	g	g	g
Cr₂O₃	g	0.01	g	g	g	g	0.04	g	0.01	g	0.02	0.01	0.04	g	0.05
FeO	9.60	9.94	9.21	9.33	9.35	9.25	9.60	9.93	9.76	9.59	9.65	9.90	9.80	9.83	9.70
MnO	0.15	0.14	0.11	0.15	0.12	0.16	0.15	0.15	0.12	0.16	0.09	0.16	0.11	0.15	0.10
NiO	0.27	0.43	0.40	0.44	0.37	0.36	0.39	0.41	0.36	0.39	0.39	0.33	0.45	0.38	0.34
MgO	50.72	48.70	51.70	50.60	50.73	51.37	50.49	50.21	50.26	50.24	50.09	50.08	50.33	50.13	50.20
CaO	0.03	0.05	0.03	0.01	0.02	0.03	0.05	0.05	0.03	0.01	0.04	0.03	0.02	0.04	0.04
Na₂O	g	g	g	g	0.01	g	g	0.01	0.01	g	0.01	0.01	0.01	g	g
K₂O	g	0.01	g	0.01	g	0.01	0.01	g	g	g	g	0.01	g	g	0.01
Toplam	101.18	97.03	102.33	100.73	100.73	102.01	101.12	100.77	100.75	100.62	100.22	100.61	100.72	100.58	100.37
Si	0.98	0.96	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe²⁺	0.19	0.21	0.18	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.83	1.85	1.85	1.84	1.84	1.84	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.02	3.04	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02
Mg#	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90

Ek Tablo 1'in devamı

Olivin	H19-1-10	H19-1-11	H19-1-12	H19-1-13	H19-1-14	H19-1-15	H19-1-16	H19-1-17	H19-1-18	H19-1-19	H19-1-20	H19-1-21	H19-1-22	H19-1-23	H21-1-16
SiO ₂	40.17	39.93	39.93	40.05	40.01	39.91	40.07	40.16	40.26	40.56	40.28	42.92	40.01	39.60	40.76
TiO ₂	0.01	0.01	g	0.01	0.02	g	0.01	g	g	0.01	g	g	g	g	g
Al ₂ O ₃	g	g	g	0.02	g	0.01	g	g	0.01	0.14	g	0.03	0.68	0.41	0.01
Cr ₂ O ₃	g	g	g	g	0.04	0.06	g	0.01	g	g	g	g	g	g	g
FeO	9.95	9.59	9.69	9.55	9.62	9.60	9.70	9.93	9.65	9.40	9.70	9.42	9.37	9.53	9.46
MnO	0.13	0.17	0.18	0.18	0.16	0.14	0.15	0.16	0.08	0.13	0.18	0.13	0.14	0.13	0.17
NiO	0.38	0.44	0.39	0.36	0.42	0.42	0.41	0.36	0.44	0.32	0.42	0.47	0.37	0.41	0.41
MgO	50.39	50.14	50.41	50.30	50.38	50.53	50.23	50.29	50.35	49.81	50.58	53.95	49.84	49.43	50.39
CaO	0.03	0.03	0.06	0.04	0.04	0.03	0.06	0.05	0.04	0.07	0.04	0.06	0.05	0.06	0.04
Na ₂ O	0.01	0.01	g	0.01	g	g	g	g	g	g	g	0.02	0.01	0.01	g
K ₂ O	g	g	0.02	g	g	0.01	g	g	g	g	0.01	g	0.02	g	g
Toplam	101.06	100.30	100.69	100.51	100.69	100.69	100.63	100.96	100.84	100.43	101.21	106.99	100.48	99.57	101.24
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	0.01	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe ²⁺	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.20	0.18	0.19	0.20	0.19
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.83	1.83	1.84	1.83	1.83	1.84	1.83	1.83	1.83	1.81	1.83	1.84	1.81	1.82	1.82
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.02	3.01	3.02	3.02	3.01	3.02	3.01
Mg#	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90

Ek Tablo 1'in devamı

Olv	H21-1-17	H21-1-18	H21-1-1	H21-1-2	H21-1-3	H21-1-4	H21-1-5	H21-1-6	H21-1-7	H21-1-8	H21-1-9	H21-1-10	H21-1-11	H21-1-12	H21-1-13
SiO₂	40.39	39.72	39.99	40.88	39.97	36.89	40.96	41.98	40.55	39.84	40.85	44.96	40.35	40.83	40.52
TiO₂	g	0.01	g	g	g	0.04	g	0.03	g	0.01	g	G	0.01	0.03	g
Al₂O₃	0.06	0.02	g	g	0.01	0.05	0.01	g	g	0.04	g	0.03	g	0.01	0.02
Cr₂O₃	0.01	g	0.02	0.05	g	0.05	0.01	0.04	g	0.04	g	G	g	g	0.01
FeO	9.23	9.49	9.15	9.26	9.33	9.75	9.67	9.61	9.45	9.48	9.56	9.36	9.13	9.46	9.57
MnO	0.20	0.12	0.16	0.15	0.11	0.14	0.17	0.09	0.13	0.12	0.11	0.14	0.10	0.13	0.15
NiO	0.39	0.47	0.43	0.42	0.36	0.39	0.35	0.33	0.35	0.31	0.39	0.31	0.42	0.37	0.41
MgO	49.51	49.01	49.82	50.31	49.37	46.10	50.38	52.09	49.91	49.38	50.37	55.83	49.78	49.92	50.13
CaO	0.06	0.06	0.05	0.03	0.04	0.07	0.03	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05
Na₂O	g	0.01	g	g	g	0.01	g	0.01	g	0.01	g	0.01	g	0.01	g
K₂O	g	0.01	0.01	g	g	0.01	g	0.01	g	0.01	g	0.01	g	g	0.01
Toplam	99.83	98.92	99.63	101.11	99.19	93.50	101.57	104.22	100.45	99.30	101.34	110.72	99.85	100.83	100.86
Si	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.97	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe²⁺	0.19	0.20	0.19	0.19	0.19	0.22	0.20	0.19	0.19	0.20	0.19	0.17	0.19	0.19	0.19
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	1.81	1.81	1.83	1.82	1.82	1.82	1.81	1.83	1.82	1.82	1.82	1.83	1.82	1.81	1.82
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.01	3.01	3.02	3.01	3.01	3.02	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01	3.01
Mg#	0.91	0.90	0.91	0.91	0.90	0.89	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.90	0.90

Ek Tablo 2. Harmancık yöresi harzburjitlerine ait ortopiroksen kristallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları.

Opir	H1-2-2-1	H1-2-2-2	H1-2-2-3	H1-2-2-4	H1-2-2-5	H1-2-2-6	H1-2-2-7	H1-2-2-8	H1-2-2-9	H1-2-2-10	H1-2-2-11	H1-2-2-12	H1-2-2-13	H1-2-2-14	H1-2-2-15
SiO₂	53.97	49.58	55.75	54.78	54.93	51.70	55.11	55.36	55.07	55.35	54.88	55.48	55.75	55.08	55.63
TiO₂	0.04	0.05	0.02	0.05	0.04	0.03	0.05	0.07	0.03	0.05	0.03	0.04	0.03	0.05	0.04
Al₂O₃	1.86	2.00	2.33	2.26	2.38	2.30	2.40	2.32	2.36	2.35	2.38	2.34	2.33	2.27	2.27
Cr₂O₃	0.39	0.60	0.73	0.74	0.80	0.80	0.84	0.75	0.79	0.74	0.77	0.84	0.73	0.74	0.68
Fe₂O₃	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	G	G	g	g	g
FeO	6.13	6.02	5.66	5.93	5.44	7.19	5.31	5.47	5.45	5.49	5.38	5.42	5.62	5.46	5.47
MnO	0.17	0.11	0.14	0.11	0.13	0.21	0.09	0.16	0.16	0.18	0.18	0.14	0.13	0.17	0.14
NiO	0.09	0.09	0.19	0.10	g	0.07	0.12	0.20	0.06	0.08	0.06	0.12	0.09	0.13	0.11
MgO	34.86	33.94	34.14	33.22	33.89	32.56	33.54	33.84	33.33	33.50	33.78	33.75	34.21	33.69	34.04
CaO	0.40	0.87	0.82	1.32	0.99	1.25	1.36	0.87	1.39	1.23	1.04	0.93	0.80	0.78	0.74
Na₂O	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.01	0.04	0.02	0.05	0.03	0.02	0.01	0.01	0.01
K₂O	0.02	g	0.02	0.03	g	0.04	g	g	0.01	0.01	G	G	g	g	g
Toplam	97.95	93.28	99.82	98.58	98.62	96.18	98.83	99.06	98.67	99.02	98.52	99.07	99.71	98.38	99.13
Si	1.91	1.86	1.93	1.93	1.92	1.88	1.93	1.93	1.93	1.93	1.92	1.93	1.93	1.93	1.94
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.08	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.10	0.09	0.09
Cr	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe³⁺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe²⁺	0.18	0.19	0.16	0.17	0.16	0.22	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Mn	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.84	1.89	1.76	1.74	1.77	1.77	1.75	1.76	1.74	1.74	1.77	1.75	1.77	1.76	1.77
Ca	0.02	0.03	0.03	0.05	0.04	0.05	0.05	0.03	0.05	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.05	4.09	4.01	4.02	4.02	4.06	4.01	4.01	4.01	4.01	4.02	4.01	4.01	4.01	4.01
%Voll	0.74	1.64	1.55	2.53	1.88	2.39	2.60	1.66	2.68	2.35	1.99	1.78	1.51	1.50	1.40
%Ens	90.35	89.46	90.07	88.59	90.02	86.85	89.45	90.17	89.15	89.42	89.97	90.10	90.17	90.29	90.44
%Fs	8.91	8.90	8.37	8.88	8.10	10.76	7.95	8.18	8.17	8.23	8.04	8.12	8.31	8.21	8.16
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.89	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92

Not: Ana oksit değerleri %ağırlık cinsindedir. Mg#: Mg/(Mg+Fe²⁺), g: Gözlenmedi. Yapısal parametreler 6 oksijene göre hesaplanmıştır. Fe²⁺ ve Fe³⁺ ayrımı, Droop (1987)'a göre yapılmıştır

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H1-2-2-16	H1-2-2-17	H1-2-2-18	H1-2-2-19	H1-2-2-20	H1-2-2-21	H1-2-1	H1-2-2	H1-2-3	H1-2-4	H1-2-5	H1-2-6	H1-2-7	H1-2-8	H1-2-9
SiO₂	54.89	54.19	45.72	54.54	54.95	54.28	54.79	55.93	55.69	54.28	53.91	54.34	53.05	55.32	55.53
TiO₂	0.05	0.04	0.01	0.04	0.04	0.02	0.06	0.04	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.04	0.04
Al₂O₃	2.21	2.14	2.10	2.16	2.12	1.98	2.09	2.13	2.12	2.17	2.15	2.21	2.08	2.21	2.23
Cr₂O₃	0.79	0.62	0.64	0.61	0.63	0.52	0.51	0.60	0.56	0.55	0.63	0.59	0.62	0.61	0.64
Fe₂O₃	g	g	g	g	g	g	5.78	5.70	5.65	6.14	6.12	6.00	5.84	5.78	5.67
FeO	5.81	6.41	6.49	6.12	6.08	5.82	0.17	0.10	0.15	0.18	0.13	0.17	0.15	0.11	0.13
MnO	0.12	0.16	0.17	0.14	0.16	0.13	0.13	0.02	0.12	0.08	0.11	0.15	0.06	0.06	0.11
NiO	0.02	0.12	0.12	0.07	0.15	0.11	33.79	34.00	33.99	33.96	33.70	33.86	33.88	34.12	34.25
MgO	33.80	33.57	34.27	33.70	34.04	32.99	0.58	0.67	0.75	0.66	0.69	0.76	0.64	0.83	0.85
CaO	0.69	0.70	0.49	0.75	0.82	0.89	0.03	0.01	0.01	0.02	0.02	0.05	0.04	0.03	0.03
Na₂O	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.12	0.01	g	g	g	0.02	0.01	g	g	g
K₂O	0.01	0.01	0.01	g	0.01	0.01	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Toplam	98.39	97.98	90.03	98.15	99.00	96.87	97.94	99.20	99.06	98.05	97.50	98.15	96.38	99.11	99.48
Si	1.93	1.94	1.94	1.92	1.92	1.92	1.91	1.93	1.93	1.94	1.93	1.94	1.93	1.94	1.93
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Cr	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe ²⁺	0.17	0.17	0.16	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.16	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.78	1.76	1.76	1.79	1.79	1.78	1.82	1.77	1.77	1.76	1.77	1.76	1.76	1.76	1.76
Ca	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.00	4.01	4.03	4.03	4.03	4.04	4.02	4.02	4.01	4.02	4.01	4.01	4.01	4.01
%Voll	1.12	1.28	1.43	1.25	1.31	1.45	1.22	1.58	1.61	1.70	1.60	1.67	1.93	1.78	1.81
%Ens	90.22	90.24	90.16	89.66	89.57	89.64	90.07	89.88	90.04	90.08	89.97	90.23	89.44	89.76	89.89
%Fs	8.66	8.48	8.41	9.09	9.12	8.90	8.71	8.54	8.35	8.22	8.44	8.10	8.63	8.46	8.30
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.92	0.92	0.91	0.92	0.91	0.91	0.92

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H1-2-10	H1-2-11	H1-2-12	H1-2-13	H1-2-14	H1-2-15	H1-2-16	H1-2-17	H1-2-18	H1-2-19	H1-2-20	H1-2-21	H1-2-22	H1-2-23	H1-2-24
SiO₂	55.81	55.11	55.62	55.22	55.16	55.51	55.54	53.37	53.14	54.45	55.66	54.94	55.31	55.31	55.38
TiO₂	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.05	0.01	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.06
Al₂O₃	2.18	2.21	2.26	2.27	2.23	2.29	2.34	2.26	2.20	2.28	2.32	2.28	2.26	2.25	2.25
Cr₂O₃	0.71	0.65	0.63	0.60	0.62	0.69	0.72	0.59	0.65	0.70	0.74	0.65	0.70	0.73	0.56
FeO	5.51	5.69	5.43	5.80	5.64	5.56	5.50	6.56	7.42	5.95	5.72	5.48	5.44	5.51	5.65
MnO	0.16	0.18	0.14	0.11	0.11	0.11	0.10	0.15	0.15	0.09	0.15	0.11	0.16	0.14	0.12
NiO	0.12	0.22	0.07	0.06	0.17	0.13	0.12	0.11	0.11	0.12	0.11	0.09	0.10	0.06	0.07
MgO	33.90	34.01	33.94	33.73	33.55	33.80	33.93	32.75	32.55	33.20	33.93	33.54	33.74	33.77	33.76
CaO	0.89	0.84	0.87	1.01	0.93	0.95	0.92	1.13	1.12	1.07	0.98	0.91	0.96	0.95	0.84
Na₂O	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.04	0.02	g	0.01	0.03	0.02	0.02
K₂O	g	0.01	g	0.02	g	g	g	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	g	g	g
H₂O	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Toplam	99.33	98.96	99.02	98.86	98.44	99.08	99.20	97.03	97.41	97.93	99.65	98.05	98.75	98.77	98.72
Si	1.94	1.93	1.94	1.93	1.94	1.93	1.93	1.91	1.91	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93	1.94
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.09	0.10	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe²⁺	0.16	0.17	0.16	0.17	0.17	0.16	0.16	0.20	0.22	0.18	0.17	0.16	0.16	0.16	0.17
Mn	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.76	1.77	1.76	1.76	1.76	1.76	1.76	1.75	1.74	1.75	1.75	1.76	1.76	1.76	1.76
Ca	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.03
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.01	4.02	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.03	4.04	4.02	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01
%Voll	1.70	1.60	1.67	1.93	1.78	1.81	1.76	2.18	2.15	2.06	1.86	1.76	1.84	1.82	1.62
%Ens	90.08	89.97	90.23	89.44	89.76	89.89	90.06	87.93	86.75	88.99	89.67	90.00	90.02	89.95	89.93
%Fs	8.22	8.44	8.10	8.63	8.46	8.30	8.18	9.89	11.10	8.95	8.48	8.25	8.14	8.23	8.45
Mg#	0.92	0.91	0.92	0.91	0.91	0.92	0.92	0.90	0.89	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H10A-2-1	H10A-2-2	H10A-2-3	H10A-2-4	H10A-2-5	H10A-2-6	H10A-2-7	H10A-2-8	H10A-2-9	H10A-2-10	H10A-2-11	H10A-2-12	H10A-2-13	H10A-2-14	H10A-2-15
SiO₂	54.93	53.26	51.90	52.08	52.67	54.35	54.60	54.85	55.14	55.31	55.28	55.23	55.17	55.19	55.19
TiO₂	0.03	0.07	0.03	0.01	0.02	0.05	0.03	0.10	0.03	0.02	0.01	0.02	0.04	0.01	0.03
Al₂O₃	3.65	3.71	3.68	3.66	3.74	3.73	3.89	3.80	3.85	3.81	3.78	3.79	3.74	3.73	3.64
Cr₂O₃	0.58	0.54	0.56	0.52	0.54	0.51	0.53	0.55	0.56	0.62	0.54	0.58	0.53	0.59	0.54
FeO	6.46	6.30	6.49	6.34	6.36	6.19	6.43	6.17	6.35	6.24	6.11	6.13	6.37	6.18	6.23
MnO	0.16	0.21	0.16	0.15	0.18	0.16	0.11	0.09	0.09	0.12	0.15	0.16	0.14	0.17	0.13
NiO	0.17	0.07	0.12	0.06	0.06	0.14	0.10	0.02	0.08	0.02	0.15	0.09	0.02	0.12	0.08
MgO	33.83	33.86	33.50	33.24	33.29	33.39	33.65	33.73	33.65	33.62	33.79	33.90	33.86	33.57	33.74
CaO	0.87	0.81	0.84	0.83	0.93	0.93	0.94	0.98	0.92	0.91	0.92	0.92	0.91	0.87	0.89
Na₂O	0.01	0.01	0.03	0.01	0.03	0.04	0.01	g	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.02
K₂O	0.01	g	g	0.01	0.01	g	0.01	0.01	g	g	g	G	g	g	0.01
Toplam	100.69	98.84	97.30	96.89	97.80	99.47	100.31	100.30	100.69	100.68	100.75	100.83	100.81	100.43	100.48
Si	1.89	1.87	1.86	1.87	1.87	1.89	1.89	1.89	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.15	0.15	0.16	0.15	0.16	0.15	0.16	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Cr	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.01
Fe²⁺	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Mn	-	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.74	1.77	1.79	1.78	1.76	1.73	1.73	1.74	1.73	1.72	1.73	1.74	1.73	1.72	1.73
Ca	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.04	4.06	4.05	4.04	4.02	4.02	4.02	4.02	4.01	4.02	4.02	4.02	4.01	4.02
%Voll	1.65	1.53	1.59	1.59	1.77	1.77	1.78	1.86	1.74	1.74	1.74	1.74	1.71	1.65	1.68
%Ens	88.84	89.16	88.76	88.90	88.73	88.98	88.70	89.00	88.86	89.00	89.20	89.22	88.91	89.13	89.09
%Fs	9.51	9.31	9.64	9.51	9.50	9.25	9.51	9.14	9.40	9.26	9.05	9.05	9.38	9.21	9.23
Mg#	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91	0.90	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.90	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H10A-2-16	H10A-2-17	H10A-2-18	H10A-2-19	H10A-2-20	H10A-2-21	H10A-2-22	H10A-2-23	H10A-2-24	H10A-2-25	H15-2-1	H15-2-2	H15-2-3	H15-2-4	H15-2-5
SiO ₂	55.26	55.23	55.25	55.28	54.92	54.72	55.30	56.05	56.57	54.92	54.23	54.53	54.63	54.28	54.50
TiO ₂	g	g	0.01	0.02	0.03	0.04	0.01	0.01	0.01	0.01	g	0.01	0.04	0.02	0.02
Al ₂ O ₃	3.69	3.67	3.62	3.60	3.62	3.61	3.22	2.56	1.90	1.64	3.09	3.17	3.13	3.10	3.07
Cr ₂ O ₃	0.56	0.58	0.53	0.52	0.51	0.50	0.50	0.41	0.12	0.13	0.68	0.70	0.73	0.68	0.74
FeO	6.23	6.27	6.30	6.26	6.29	6.38	6.12	6.27	6.21	6.24	6.29	6.22	6.10	6.13	6.03
MnO	0.14	0.15	0.11	0.13	0.16	0.23	0.17	0.17	0.19	0.19	0.19	0.17	0.14	0.10	0.15
NiO	0.12	0.06	0.18	0.12	0.02	0.11	0.12	0.09	0.07	g	0.08	0.12	0.03	0.09	0.06
MgO	33.74	33.91	33.80	33.92	33.88	33.86	34.31	34.81	35.42	35.50	33.84	33.95	34.07	33.95	34.19
CaO	0.92	0.90	0.87	0.84	0.81	0.82	0.72	0.54	0.43	0.35	0.36	0.34	0.35	0.35	0.29
Na ₂ O	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	g	0.02	0.01	g	0.02	0.01	g
K ₂ O	g	g	0.01	g	0.01	0.01	g	g	g	g	0.02	g	0.01	0.03	0.01
Toplam	100.69	100.79	100.70	100.71	100.27	100.31	100.49	100.91	100.90	98.99	98.80	99.21	99.26	98.74	99.06
Si	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.89	1.90	1.92	1.94	1.92	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.13	0.10	0.08	0.07	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13
Cr	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe ²⁺	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	-	-	-	-	-
Mn	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.73	1.74	1.73	1.74	1.74	1.75	1.76	1.78	1.81	1.85	1.77	1.77	1.77	1.77	1.78
Ca	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.02	4.04	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	1.74	1.70	1.65	1.59	1.54	1.56	1.36	1.01	0.79	0.64	0.70	0.65	0.67	0.67	0.56
%Ens	89.04	89.06	89.04	89.17	89.17	89.03	89.67	89.91	90.33	90.44	89.93	90.09	90.27	90.19	90.49
%Fs	9.23	9.24	9.31	9.24	9.29	9.41	8.97	9.08	8.88	8.92	9.38	9.26	9.06	9.14	8.95
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H15-2-6	H15-2-7	H15-2-8	H15-2-9	H15-2-10	H15-2-11	H15-2-12	H15-2-13	H15-2-14	H15-2-15	H15-2-16	H15-2-17	H15-2-18	H15-2-19	H15-2-20
SiO₂	54.43	54.70	54.22	54.45	54.36	54.12	54.49	54.42	54.45	54.62	54.47	54.56	54.37	54.42	54.59
TiO₂	g	0.05	g	g	g	g	0.05	0.04	g	g	0.04	g	0.02	0.03	g
Al₂O₃	3.21	3.09	3.06	3.07	3.04	3.06	3.04	3.05	2.97	3.04	2.98	2.99	2.95	2.92	2.89
Cr₂O₃	0.73	0.74	0.68	0.61	0.61	0.63	0.68	0.63	0.78	0.67	0.78	0.63	0.66	0.71	0.65
FeO	5.84	5.92	5.88	5.94	6.12	5.98	5.83	6.02	6.02	5.96	6.01	5.83	5.95	5.84	6.01
MnO	0.17	0.15	0.15	0.17	0.20	0.17	0.11	0.12	0.18	0.13	0.15	0.16	0.12	0.16	0.18
NiO	0.05	0.12	0.07	0.14	0.12	0.06	0.11	0.10	0.09	0.10	0.10	0.06	0.13	0.04	0.13
MgO	34.13	34.02	34.14	34.03	34.00	33.70	33.86	33.98	34.17	34.09	34.02	34.11	34.06	33.99	33.95
CaO	0.31	0.31	0.34	0.31	0.32	0.33	0.36	0.37	0.38	0.36	0.33	0.38	0.37	0.38	0.39
Na₂O	0.01	g	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	g	0.01	g	g	0.01	0.01	0.01	0.01
K₂O	0.01	g	g	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	g	0.01	0.01	g	0.01	g
Toplam	98.91	99.10	98.53	98.72	98.78	98.05	98.55	98.75	99.07	98.97	98.89	98.74	98.63	98.50	98.80
Si	1.90	1.91	1.90	1.91	1.90	1.91	1.91	1.91	1.90	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91	1.91
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.13	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe³⁺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mn	0.01	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.01	-	-	-	-	-	0.01
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.78	1.77	1.79	1.78	1.78	1.77	1.77	1.77	1.78	1.78	1.77	1.78	1.78	1.78	1.77
Ca	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	0.60	0.59	0.65	0.59	0.61	0.64	0.69	0.70	0.72	0.69	0.63	0.72	0.71	0.73	0.75
%Ens	90.69	90.56	90.61	90.55	90.27	90.36	90.57	90.32	90.35	90.45	90.40	90.59	90.43	90.54	90.28
%Fs	8.71	8.85	8.75	8.86	9.12	8.99	8.74	8.98	8.93	8.86	8.97	8.69	8.86	8.73	8.97
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H15-2-21	H15-2-22	H15-2-23	H15-2-24	H15-2-25	H16-2-1	H16-2-2	H16-2-3	H16-2-4	H16-2-5	H16-2-6	H16-2-7	H16-2-8	H16-2-9	H16-2-10
SiO₂	54.25	54.16	54.00	53.96	53.78	53.68	56.56	56.09	55.90	55.97	55.67	55.62	56.10	55.97	55.79
TiO₂	0.01	g	0.01	g	0.04	0.03	0.02	0.02	0.04	0.05	g	0.02	g	0.04	0.03
Al₂O₃	2.90	2.74	2.51	2.35	2.24	1.96	2.42	2.51	2.32	2.56	2.60	2.68	2.68	2.70	2.60
Cr₂O₃	0.72	0.62	0.56	0.53	0.56	0.43	0.48	0.60	0.58	0.69	0.66	0.73	0.74	0.72	0.77
FeO	6.05	6.03	6.13	6.23	6.01	6.16	5.99	6.14	6.08	5.87	5.94	5.86	5.93	5.85	5.73
MnO	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.13	0.13	0.20	0.15	0.13	0.10	0.17	0.13	0.16	0.13
NiO	0.07	0.09	0.07	0.08	0.14	0.08	0.09	0.11	0.13	0.15	0.10	0.01	0.10	0.08	0.12
MgO	34.01	34.02	33.96	33.76	33.67	35.62	35.34	35.04	34.94	34.49	34.52	34.33	34.70	34.58	34.41
CaO	0.36	0.54	0.62	0.64	0.66	0.23	0.29	0.43	0.24	0.84	1.00	0.78	0.81	0.81	0.93
Na₂O	0.02	0.01	0.02	g	0.01	0.03	g	g	g	0.02	0.01	g	0.02	g	0.01
K₂O	g	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	g	0.02	g	0.01	0.02	g	g
Toplam	98.55	98.38	98.06	97.74	97.25	98.34	101.33	101.14	100.37	100.78	100.60	100.20	101.22	100.94	100.54
Si	1.91	1.91	1.91	1.91	1.92	1.89	1.93	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92	1.92
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.12	0.11	0.10	0.10	0.09	0.08	0.10	0.10	0.09	0.10	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Cr	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe³⁺	-	-	-	-	-	0.18	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.16
Mn	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.78	1.79	1.79	1.79	1.79	1.87	1.79	1.79	1.79	1.76	1.77	1.77	1.77	1.77	1.76
Ca	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.06	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	0.68	1.02	1.18	1.23	1.26	0.43	0.53	0.80	0.44	1.56	1.87	1.47	1.50	1.52	1.75
%Ens	90.30	90.02	89.74	89.50	89.76	90.77	90.83	90.32	90.71	89.86	89.50	89.92	89.88	89.94	89.85
%Fs	9.02	8.96	9.08	9.27	8.99	8.80	8.64	8.88	8.85	8.58	8.63	8.61	8.62	8.54	8.40
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H16-2-11	H16-2-12	H16-2-13	H16-2-14	H16-2-15	H16-2-16	H16-2-17	H16-2-18	H16-2-19	H16-2-20	H16-2-21	H16-2-22	H16-4-1	H16-4-2	H16-4-3
SiO₂	53.33	45.73	55.56	55.78	54.90	53.16	53.86	52.69	55.52	53.67	54.79	54.71	54.92	53.90	53.39
TiO₂	0.05	0.01	0.04	0.05	0.05	0.03	0.02	0.01	0.04	0.02	g	0.01	0.02	0.01	0.02
Al₂O₃	2.62	2.49	2.63	2.64	2.63	2.62	2.63	2.59	2.56	2.14	2.20	1.47	2.63	2.51	2.73
Cr₂O₃	0.80	0.84	0.82	0.68	0.74	0.82	0.66	0.72	0.61	0.51	0.42	0.21	0.56	0.58	0.56
FeO	6.41	6.77	5.61	5.90	5.90	6.45	6.47	6.83	5.97	5.99	6.01	6.32	6.23	5.97	6.17
MnO	0.16	0.14	0.11	0.11	0.15	0.10	0.18	0.16	0.15	0.14	0.09	0.16	0.15	0.16	0.13
NiO	0.02	0.14	0.17	0.13	0.13	0.13	0.10	0.09	0.09	0.07	0.13	0.01	0.07	0.02	0.11
MgO	34.05	33.56	34.25	34.42	34.30	34.11	34.39	33.83	34.55	34.92	34.77	34.89	34.47	34.12	34.08
CaO	0.88	1.21	1.17	0.91	0.92	0.91	0.71	0.69	0.56	0.43	0.41	0.30	0.65	0.69	0.66
Na₂O	g	0.02	0.02	0.01	g	0.01	g	0.03	0.01	g	0.02	0.01	0.01	g	0.01
K₂O	g	0.02	0.01	g	0.01	0.02	0.01	0.02	g	g	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
Toplam	98.34	90.93	100.38	100.65	99.73	98.35	99.03	97.65	100.07	97.88	98.85	98.10	99.72	97.98	97.86
Si	1.89	1.78	1.92	1.92	1.91	1.88	1.89	1.88	1.92	1.90	1.92	1.93	1.91	1.91	1.89
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.10	0.09	0.09	0.06	0.11	0.10	0.11
Cr	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02
Fe²⁺	0.19	0.22	0.16	0.17	0.17	0.19	0.19	0.20	0.17	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18
Mn	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.80	1.95	1.76	1.76	1.78	1.80	1.80	1.80	1.78	1.84	1.81	1.84	1.79	1.80	1.80
Ca	0.03	0.05	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.03	0.02
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.05	4.15	4.02	4.02	4.03	4.05	4.04	4.05	4.02	4.05	4.03	4.04	4.03	4.03	4.04
%Voll	1.66	2.27	2.19	1.71	1.73	1.69	1.32	1.30	1.05	0.80	0.76	0.56	1.21	1.30	1.24
%Ens	88.94	87.80	89.58	89.66	89.63	88.88	89.26	88.66	90.21	90.49	90.47	90.26	89.69	89.88	89.65
%Fs	9.40	9.93	8.23	8.63	8.64	9.42	9.42	10.04	8.74	8.71	8.77	9.18	9.09	8.82	9.11
Mg#	0.90	0.90	0.92	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H16-4-4	H16-4-5	H16-4-6	H16-4-7	H16-4-8	H16-4-9	H16-4-10	H16-4-11	H16-4-12	H16-4-13	H16-4-14	H16-4-15	H16-4-16	H16-4-17	H16-4-18
SiO₂	54.55	55.69	54.40	51.27	55.60	55.68	55.64	55.01	55.05	54.31	54.56	55.77	55.90	55.74	54.53
TiO₂	0.05	0.05	0.05	0.07	0.03	0.03	0.03	0.06	0.05	0.03	0.05	0.03	0.05	0.01	0.05
Al₂O₃	2.62	2.64	2.62	2.54	2.70	2.65	2.68	2.64	2.60	2.57	2.60	2.72	2.71	2.76	2.56
Cr₂O₃	0.70	0.64	0.69	0.63	0.57	0.61	0.59	0.75	0.55	0.59	0.73	0.59	0.67	0.70	0.53
FeO	6.09	5.96	6.12	6.62	6.09	5.67	5.96	6.46	6.06	6.02	6.10	5.74	5.96	5.95	5.90
MnO	0.20	0.17	0.10	0.16	0.12	0.12	0.17	0.21	0.16	0.10	0.13	0.11	0.11	0.15	0.13
NiO	0.07	0.10	0.08	0.06	0.10	0.13	0.17	0.09	0.16	0.10	0.06	0.16	0.10	0.08	0.08
MgO	34.16	34.47	34.29	34.06	34.66	34.26	34.47	33.81	33.65	34.40	34.31	34.41	34.64	34.53	33.95
CaO	0.76	0.80	0.85	0.72	0.88	0.83	0.82	0.90	0.86	0.74	0.74	0.79	0.63	0.74	0.59
Na₂O	0.02	0.02	0.02	0.03	g	g	0.02	0.01	0.01	g	0.01	0.02	0.01	g	g
K₂O	0.01	g	g	0.01	g	0.01	g	g	g	0.01	g	0.01	g	g	g
Toplam	99.24	100.53	99.21	96.18	100.74	99.99	100.55	99.92	99.14	98.86	99.28	100.35	100.78	100.64	98.32
Si	1.91	1.92	1.90	1.86	1.91	1.92	1.92	1.91	1.92	1.90	1.90	1.92	1.92	1.92	1.92
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Fe²⁺	0.18	0.17	0.18	0.20	0.18	0.16	0.17	0.19	0.18	0.18	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17
Mn	0.01	0.01	-	0.01	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.78	1.77	1.79	1.84	1.78	1.76	1.77	1.75	1.75	1.80	1.79	1.77	1.77	1.77	1.78
Ca	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.02	4.03	4.07	4.03	4.01	4.02	4.02	4.02	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	1.44	1.49	1.59	1.35	1.63	1.56	1.54	1.71	1.63	1.38	1.38	1.49	1.18	1.38	1.13
%Ens	89.61	89.80	89.46	88.95	89.55	90.07	89.75	88.78	89.34	89.81	89.67	90.08	90.12	89.93	90.09
%Fs	8.95	8.71	8.95	9.70	8.83	8.37	8.71	9.51	9.03	8.81	8.95	8.43	8.70	8.69	8.78
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.90	0.91	0.92	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H16-4-19	H16-4-20	H16-4-21	H16-4-22	H19-2-1	H19-2-2	H19-2-3	H19-2-4	H19-2-5	H19-2-6	H19-2-7	H19-2-8	H19-2-9	H19-2-10	H19-2-11
SiO₂	55.97	54.25	53.65	55.78	54.32	54.80	54.60	54.52	54.35	54.61	54.68	54.65	54.55	54.45	54.38
TiO₂	0.04	0.03	0.02	0.05	0.03	0.06	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.08	0.06
Al₂O₃	2.57	2.52	2.40	2.16	4.19	4.29	4.34	4.48	4.53	4.47	4.55	4.49	4.57	4.49	4.57
Cr₂O₃	0.58	0.47	0.50	0.38	0.61	0.66	0.72	0.66	0.80	0.73	0.70	0.66	0.67	0.88	0.78
FeO	5.97	6.04	6.22	5.90	6.60	6.19	6.06	6.27	6.18	6.29	6.15	6.24	6.31	6.15	6.17
MnO	0.16	0.16	0.19	0.08	0.13	0.13	0.14	0.17	0.13	0.14	0.19	0.12	0.11	0.20	0.11
NiO	0.07	0.13	0.01	g	0.06	0.09	0.08	0.10	0.15	0.12	0.05	0.16	0.12	0.04	0.07
MgO	34.54	34.16	34.42	34.41	33.31	33.15	32.59	33.14	32.52	33.14	32.95	33.06	33.01	32.50	32.80
CaO	0.63	0.54	0.52	0.45	0.99	1.14	1.89	1.17	2.17	1.33	1.21	1.26	1.34	1.81	1.69
Na₂O	g	0.03	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
K₂O	g	0.01	0.01	0.01	g	0.01	0.02	g	0.01	g	0.01	g	g	g	g
Toplam	100.52	98.34	97.93	99.24	100.26	100.51	100.52	100.57	100.93	100.89	100.56	100.71	100.74	100.63	100.66
Si	1.92	1.91	1.90	1.94	1.88	1.89	1.89	1.88	1.87	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.10	0.10	0.10	0.09	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.18	0.19
Cr	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe²⁺	0.17	0.18	0.18	0.17	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Mn	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	0.01	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.77	1.79	1.82	1.78	1.72	1.70	1.68	1.70	1.67	1.70	1.69	1.70	1.70	1.67	1.69
Ca	0.02	0.02	0.02	0.02	0.04	0.04	0.07	0.04	0.08	0.05	0.04	0.05	0.05	0.07	0.06
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.03	4.04	4.01	4.02	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	1.18	1.03	0.97	0.85	1.89	2.18	3.64	2.24	4.15	2.53	2.32	2.41	2.56	3.50	3.24
%Ens	90.08	90.03	89.91	90.45	88.29	88.55	87.25	88.38	86.62	88.08	88.42	88.24	88.00	87.24	87.52
%Fs	8.74	8.94	9.11	8.69	9.81	9.27	9.11	9.38	9.23	9.38	9.26	9.34	9.44	9.26	9.23
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H19-2-12	H19-2-13	H19-2-14	H19-2-15	H19-2-16	H19-2-17	H19-2-18	H19-2-19	H19-2-20	H19-2-21	H19-2-22	H19-2-23	H19-2-24	H19-2-25	H20-2-1
SiO₂	54.53	54.46	54.50	54.48	54.89	54.62	53.97	54.26	54.70	54.11	54.00	53.60	53.63	55.17	53.95
TiO₂	0.06	0.04	0.07	0.05	0.04	0.04	0.03	0.08	0.07	0.04	0.03	0.06	0.06	0.07	0.04
Al₂O₃	4.60	4.51	4.42	4.77	4.56	4.65	4.53	4.62	4.43	4.44	4.35	4.39	4.46	3.50	3.98
Cr₂O₃	0.80	0.80	0.80	0.83	0.74	0.80	0.71	0.82	0.73	0.73	0.72	0.68	0.61	0.62	0.58
FeO	6.14	6.14	5.91	5.96	6.25	6.34	6.29	6.22	6.16	6.39	6.18	6.38	6.62	6.01	6.00
MnO	0.14	0.13	0.13	0.08	0.18	0.09	0.15	0.12	0.14	0.18	0.13	0.15	0.16	0.12	0.12
NiO	0.05	0.10	0.06	0.03	0.08	0.12	0.04	0.06	0.12	0.15	0.14	0.09	0.12	0.12	0.14
MgO	33.13	33.01	32.91	32.74	33.23	32.96	32.92	32.55	33.18	32.77	32.58	32.88	32.92	32.46	33.35
CaO	1.25	1.42	1.70	1.66	1.33	1.28	1.51	2.27	1.40	1.46	1.85	1.18	0.95	2.54	0.87
Na₂O	0.02	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03	0.03	0.06	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.04	0.04
K₂O	g	g	g	0.01	g	g	g	g	g	g	0.01	g	0.02	g	g
Toplam	100.70	100.64	100.54	100.62	101.32	100.92	100.18	101.05	100.93	100.28	100.04	99.43	99.57	100.64	99.07
Si	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.91	1.89
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.19	0.18	0.18	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.14	0.16
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe²⁺	0.18	0.18	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.18	0.19	0.19	0.17	0.18
Mn	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.70	1.70	1.69	1.68	1.70	1.69	1.70	1.67	1.70	1.69	1.69	1.71	1.71	1.67	1.74
Ca	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.08	0.05	0.05	0.07	0.04	0.04	0.09	0.03
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.02	4.02	4.01	4.02	4.02	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.03	4.03	4.01	4.02
%Voll	2.39	2.73	3.26	3.20	2.53	2.46	2.90	4.32	2.67	2.80	3.55	2.28	1.84	4.84	1.68
%Ens	88.42	88.08	87.88	87.83	88.17	88.04	87.70	86.42	88.15	87.62	87.17	88.13	88.21	86.20	89.31
%Fs	9.19	9.19	8.86	8.97	9.30	9.49	9.40	9.26	9.17	9.58	9.28	9.59	9.96	8.96	9.01
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.90	0.90	0.90	0.90	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H20-2-2	H20-2-3	H20-2-4	H20-2-5	H20-2-6	H20-2-7	H20-2-8	H20-2-9	H20-2-10	H20-2-11	H20-2-12	H20-2-13	H20-2-14	H20-2-15	H20-2-16
SiO₂	55.00	51.51	55.17	55.39	55.20	55.35	55.05	55.00	55.02	54.06	55.02	55.03	55.12	54.35	53.71
TiO₂	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.06	0.06	0.04	0.02	0.07	0.02	0.06	0.01	0.03	0.03
Al₂O₃	4.14	3.81	4.08	4.14	4.20	4.16	4.22	4.14	4.29	4.34	4.23	4.19	4.30	4.26	4.35
Cr₂O₃	0.68	0.67	0.59	0.81	0.73	0.77	0.64	0.70	0.72	0.71	0.71	0.63	0.70	0.71	0.75
FeO	6.11	6.30	6.00	6.06	6.10	6.16	6.11	6.12	6.00	6.35	6.05	6.26	6.12	6.01	5.88
MnO	0.15	0.13	0.18	0.20	0.14	0.12	0.17	0.15	0.12	0.10	0.14	0.12	0.16	0.10	0.15
NiO	0.08	0.06	0.11	0.12	0.12	0.09	0.06	0.10	0.15	0.07	0.13	0.03	0.04	0.05	0.11
MgO	33.90	34.12	33.81	33.92	33.71	33.81	33.65	33.95	33.80	33.13	33.64	33.69	33.68	33.61	33.18
CaO	0.94	0.74	1.19	0.71	0.88	0.93	1.00	0.79	0.85	1.22	1.10	1.07	0.85	0.79	0.96
Na₂O	0.02	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03
K₂O	0.01	0.02	g	0.01	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Toplam	101.07	97.44	101.21	101.39	101.14	101.46	100.97	101.01	101.00	100.07	101.05	101.08	100.99	99.92	99.17
Si	1.89	1.84	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.88	1.89	1.89	1.89	1.88	1.88
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe²⁺	0.18	0.19	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.17
Mn	-	-	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.73	1.82	1.73	1.73	1.72	1.72	1.72	1.74	1.73	1.71	1.72	1.72	1.72	1.74	1.73
Ca	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.03	0.04
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.07	4.02	4.01	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	1.78	1.38	2.25	1.34	1.67	1.75	1.89	1.49	1.62	2.34	2.10	2.02	1.62	1.51	1.86
%Ens	89.19	89.37	88.91	89.68	89.26	89.13	89.04	89.46	89.47	88.18	88.94	88.74	89.28	89.51	89.26
%Fs	9.02	9.25	8.85	8.99	9.07	9.11	9.07	9.05	8.91	9.48	8.97	9.24	9.11	8.98	8.88
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek Tablo 2'nin devamı

Opir	H20-2-17	H20-2-18	H20-2-19	H20-2-20	H20-2-21	H20-2-22	H20-2-23	H20-2-24	H20-2-25	H21-2-1	H21-2-2	H21-2-3	H21-2-4	H21-2-5	H21-2-6
SiO₂	55.06	55.21	55.30	55.32	55.32	55.31	54.54	55.45	55.35	54.67	54.57	53.80	53.74	54.11	53.66
TiO₂	0.05	0.04	0.02	0.07	0.04	0.04	0.05	0.05	0.04	0.05	0.01	0.04	0.03	0.02	0.05
Al₂O₃	4.16	4.10	3.85	3.93	4.01	3.90	3.98	3.84	3.93	3.51	3.97	4.28	4.33	4.64	4.67
Cr₂O₃	0.70	0.66	0.66	0.54	0.71	0.66	0.53	0.53	0.59	0.45	0.53	0.60	0.66	0.63	0.72
FeO	6.10	6.06	6.24	5.91	6.09	6.03	6.01	5.97	5.94	6.00	5.95	6.09	5.99	5.82	5.87
MnO	0.18	0.15	0.15	0.11	0.13	0.17	0.19	0.11	0.20	0.11	0.14	0.15	0.13	0.13	0.14
NiO	0.12	0.13	0.08	0.12	0.08	0.14	0.03	0.06	0.16	0.03	0.03	0.05	0.11	0.13	0.10
MgO	33.91	33.94	34.24	34.03	34.01	33.85	33.84	33.86	33.88	33.43	33.20	32.67	32.77	32.02	32.15
CaO	0.75	0.74	0.53	0.62	0.73	0.74	0.83	0.81	0.74	0.67	0.77	0.79	0.86	1.52	1.39
Na₂O	0.01	0.02	g	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	g	0.01	0.02	g	0.03	0.04
K₂O	g	g	g	g	g	g	g	g	0.01	g	0.01	0.01	g	g	0.01
Toplam	101.04	101.04	101.07	100.67	101.13	100.86	100.01	100.69	100.85	98.93	99.19	98.49	98.61	99.04	98.79
Si	1.89	1.89	1.89	1.90	1.89	1.90	1.89	1.90	1.90	1.91	1.90	1.89	1.89	1.89	1.88
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.17	0.17	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.16	0.18	0.18	0.19	0.19
Cr	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Fe²⁺	0.17	0.17	0.18	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.17
Mn	0.01	-	-	-	-	-	0.01	-	0.01	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.73	1.73	1.75	1.74	1.73	1.73	1.75	1.73	1.73	1.74	1.72	1.71	1.72	1.67	1.68
Ca	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.05
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.02	4.02	4.01	4.02	4.01	4.02	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01	4.01
%Voll	1.42	1.41	0.99	1.18	1.38	1.41	1.58	1.54	1.42	1.30	1.50	1.55	1.68	3.00	2.74
%Ens	89.54	89.62	89.82	90.05	89.62	89.63	89.50	89.60	89.75	89.67	89.51	89.14	89.18	88.03	88.21
%Fs	9.04	8.97	9.18	8.77	9.00	8.95	8.92	8.86	8.83	9.03	8.99	9.31	9.14	8.97	9.04
Mg#	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek tablo 3'ün devamı

Opir	H21-2-7	H21-2-8	H21-2-9	H21-2-10	H21-2-11	H21-2-12	H21-2-13	H21-2-14	H21-2-15	H21-2-16	H21-2-17	H21-2-18	H21-2-19	H21-2-20	H21-2-21	H21-2-22
SiO₂	51.67	53.90	53.53	51.50	52.67	53.32	51.64	53.31	53.37	53.65	53.54	53.51	52.65	53.72	54.00	53.96
TiO₂	0.05	0.08	0.04	0.06	0.05	0.06	0.08	0.04	0.04	0.02	0.07	0.04	0.05	0.06	0.03	0.02
Al₂O₃	4.70	4.83	4.79	4.71	4.91	4.90	4.88	4.84	4.81	4.78	4.82	4.74	4.47	3.88	3.54	3.27
Cr₂O₃	0.74	0.77	0.67	0.65	0.81	0.77	0.62	0.71	0.81	0.76	0.66	0.73	0.72	0.47	0.52	0.39
FeO	6.31	5.97	6.16	6.14	5.40	6.36	5.97	5.95	6.04	6.13	5.95	6.05	6.01	6.07	6.00	6.07
MnO	0.14	0.15	0.11	0.10	0.15	0.13	0.15	0.09	0.18	0.12	0.14	0.12	0.16	0.11	0.13	0.21
NiO	0.05	0.10	0.04	0.07	0.16	0.07	0.12	0.09	0.12	0.10	0.11	0.12	0.11	0.16	0.03	0.11
MgO	31.83	32.43	32.33	32.78	31.06	32.83	31.54	32.26	32.42	32.82	32.16	32.62	32.21	32.76	33.01	33.59
CaO	0.95	0.92	0.99	0.75	2.65	0.77	1.33	1.10	1.17	0.92	1.17	0.80	0.83	0.89	0.81	0.70
Na₂O	0.01	0.02	0.03	0.01	0.07	0.03	0.03	0.04	0.02	0.02	g	0.04	0.04	0.02	0.02	0.03
K₂O	0.01	g	g	g	g	0.01	g	g	g	g	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Toplam	96.45	99.16	98.67	96.76	97.92	99.25	96.35	98.43	98.98	99.32	98.62	98.79	97.24	98.13	98.08	98.35
Si	1.86	1.88	1.88	1.85	1.87	1.86	1.86	1.88	1.87	1.87	1.88	1.88	1.88	1.90	1.90	1.90
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.20	0.20	0.20	0.20	0.21	0.20	0.21	0.20	0.20	0.20	0.20	0.20	0.19	0.16	0.15	0.14
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01
Fe²⁺	0.19	0.17	0.18	0.18	0.16	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	0.01
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	1.71	1.69	1.69	1.75	1.64	1.71	1.69	1.69	1.69	1.71	1.68	1.71	1.71	1.72	1.74	1.76
Ca	0.04	0.03	0.04	0.03	0.10	0.03	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.01	4.01	4.04	4.02	4.02	4.02	4.01	4.02	4.02	4.01	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03
%Voll	1.89	1.80	1.94	1.47	5.29	1.50	2.66	2.17	2.30	1.78	2.32	1.58	1.65	1.73	1.57	1.35
%Ens	88.29	89.00	88.58	89.15	86.29	88.84	87.99	88.66	88.46	88.91	88.51	89.15	89.04	89.01	89.33	89.58
%Fs	9.82	9.20	9.48	9.37	8.41	9.66	9.34	9.17	9.24	9.31	9.18	9.27	9.32	9.26	9.10	9.07
Mg#	0.90	0.91	0.90	0.90	0.91	0.90	0.90	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91	0.91

Ek Tablo 3. Harmançık yöresi harzburjitlerine ait klinopiroksen minerallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları.

Kpir	H10A-4-1	H10A-4-2	H10A-4-3	H10A-4-4	H10A-4-5	H10A-4-6	H10A-4-7	H10A-4-8	H10A-4-9	H10A-4-10	H10A-4-11	H10A-4-12	H10A-4-13	H10A-4-14	H10A-4-15
SiO ₂	52.09	49.93	51.44	51.29	51.13	50.87	49.33	50.90	51.08	51.07	48.29	51.31	51.30	51.38	51.14
TiO ₂	0.08	0.07	0.06	0.06	0.08	0.05	0.08	0.10	0.05	0.08	0.04	0.13	0.08	0.09	0.06
Al ₂ O ₃	3.10	3.03	3.46	3.35	3.70	3.97	3.78	4.18	4.10	4.32	3.48	4.15	3.95	3.84	3.61
Cr ₂ O ₃	0.73	0.75	0.86	0.75	0.82	0.99	0.87	1.00	0.91	1.09	0.72	0.89	0.87	0.93	0.79
FeO	2.17	3.56	2.15	2.45	2.24	2.12	2.53	2.20	2.19	2.34	3.62	2.45	2.38	2.41	2.36
MnO	0.10	0.08	0.07	0.08	0.09	0.08	0.09	0.04	0.06	0.04	0.12	0.05	0.08	0.06	0.08
NiO	0.04	0.02	g	0.09	0.08	0.03	0.07	0.08	0.07	g	0.09	0.05	0.01	0.12	0.01
MgO	17.65	21.97	17.17	19.44	16.70	16.70	18.17	16.66	16.71	16.60	22.94	16.96	17.41	17.34	17.02
CaO	23.44	19.17	23.78	22.04	23.87	23.81	21.78	23.72	23.80	23.39	16.42	23.24	22.77	23.26	23.49
Na ₂ O	0.27	0.20	0.32	0.29	0.33	0.30	0.29	0.32	0.33	0.32	0.28	0.35	0.35	0.36	0.32
K ₂ O	0.02	g	0.01	0.01	0.02	g	g	g	g	g	g	g	0.01	g	0.01
Toplam	99.68	98.78	99.31	99.84	99.06	98.92	96.99	99.21	99.30	99.26	96.00	99.58	99.20	99.78	98.89
Si	1.90	1.84	1.89	1.87	1.89	1.88	1.86	1.87	1.88	1.88	1.82	1.88	1.88	1.88	1.89
Ti	-	-	-	g	-	-	-	-	-	g	-	-	-	-	-
Al	0.13	0.13	0.15	0.14	0.16	0.17	0.17	0.18	0.18	0.19	0.15	0.18	0.17	0.17	0.16
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
Fe ³⁺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe ²⁺	0.07	0.11	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.11	0.07	0.07	0.07	0.07
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.96	1.21	0.94	1.06	0.92	0.92	1.02	0.91	0.92	0.91	1.29	0.93	0.95	0.95	0.94
Ca	0.92	0.76	0.94	0.86	0.94	0.94	0.88	0.94	0.94	0.92	0.66	0.91	0.90	0.91	0.93
Na	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.09	4.03	4.06	4.03	4.03	4.06	4.03	4.03	4.02	4.10	4.03	4.03	4.04	4.03
%Voll	47.17	36.50	48.19	43.22	48.85	48.89	44.41	48.79	48.82	48.41	32.10	47.67	46.60	47.21	47.92
%Ens	49.43	58.20	48.41	53.03	47.57	47.70	51.56	47.68	47.68	47.81	62.38	48.41	49.59	48.97	48.32
%Fs	3.41	5.30	3.40	3.75	3.59	3.40	4.03	3.53	3.51	3.78	5.52	3.92	3.80	3.82	3.76
Mg#	0.94	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93

Not: Ana oksit değerleri % ağırlık cinsindedir. Mg#: Mg/(Mg+Fe²⁺), g: Gözlenmedi, -: Cihazın ölçüm sınırlarının altında. Yapısal parametreler 6 oksijene göre hesaplanmıştır. Fe²⁺ ve Fe³⁺ ayrımı, Droop (1987)'a göre yapılmıştır.

Ek Tablo 3'ün devamı

Kpir	H10A-4-16	H10A-4-17	H10A-4-18	H10A-4-19	H10A-4-20	H10A-4-21	H15-4-1	H15-4-2	H15-4-3	H15-4-4	H15-4-5	H15-4-6	H15-4-7	H15-4-8	H15-4-9
SiO₂	51.40	51.38	52.00	51.44	51.76	51.81	52.30	52.16	51.68	52.33	52.45	52.28	52.16	52.03	52.80
TiO₂	0.08	0.11	0.06	0.07	0.06	0.10	0.04	0.03	0.03	0.05	0.06	0.04	0.04	0.04	g
Al₂O₃	3.62	3.59	3.69	3.65	3.27	2.87	2.76	2.88	2.76	3.04	3.26	3.09	2.96	3.14	2.93
Cr₂O₃	0.92	0.96	0.88	1.03	0.59	0.55	1.06	1.02	1.06	1.08	1.11	1.03	1.06	1.19	1.17
FeO	2.32	2.33	2.38	2.19	2.18	2.13	1.76	1.95	1.87	2.01	2.00	1.81	1.91	2.07	1.96
MnO	0.14	0.05	0.07	0.07	0.08	0.13	0.10	0.11	0.08	0.10	0.07	0.11	0.06	0.08	0.03
NiO	0.06	g	0.12	0.03	0.09	0.04	0.02	0.05	0.10	0.03	0.04	g	0.06	0.05	g
MgO	17.35	17.41	17.63	17.04	17.34	17.36	17.07	17.08	16.81	17.07	17.32	17.14	17.23	16.78	17.25
CaO	23.25	23.19	23.09	23.34	23.40	24.05	24.14	24.19	23.86	23.91	23.80	24.08	23.79	24.13	24.20
Na₂O	0.35	0.32	0.34	0.34	0.28	0.25	0.26	0.26	0.24	0.27	0.31	0.26	0.29	0.27	0.27
K₂O	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	0.01	g	g
Toplam	99.48	99.33	100.26	99.18	99.05	99.29	99.51	99.72	98.50	99.91	100.41	99.84	99.57	99.78	100.62
Si	1.88	1.89	1.89	1.89	1.90	1.90	1.91	1.91	1.91	1.91	1.90	1.91	1.91	1.90	1.91
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13	0.14	0.13	0.13	0.14	0.13
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe³⁺	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Fe²⁺	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.95	0.95	0.95	0.93	0.95	0.95	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.93	0.94	0.91	0.93
Ca	0.91	0.91	0.90	0.92	0.92	0.95	0.95	0.95	0.95	0.93	0.92	0.94	0.93	0.95	0.94
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	47.25	47.10	46.68	47.87	47.52	48.23	49.01	48.89	48.99	48.57	48.11	48.80	48.29	49.16	48.67
%Ens	49.07	49.20	49.57	48.63	49.01	48.43	48.21	48.04	48.02	48.25	48.73	48.34	48.67	47.55	48.25
%Fs	3.68	3.70	3.75	3.50	3.46	3.34	2.78	3.07	2.99	3.18	3.15	2.86	3.03	3.29	3.08
Mg#	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.94	0.95	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94

Ek tablo 3'ün devamı

Kpir	H15-4-10	H15-4-11	H15-4-12	H15-4-13	H15-4-14	H15-4-15	H15-4-16	H15-4-17	H15-4-18	H15-4-19	H16-1-1	H16-1-2	H16-1-3	H16-1-4	H16-1-5
SiO₂	49.86	52.42	52.48	51.70	50.31	52.51	52.14	52.20	52.32	52.18	52.49	52.27	51.94	49.95	51.94
TiO₂	0.04	0.07	0.05	0.02	0.04	0.02	0.03	0.02	0.05	0.04	0.11	0.09	0.08	0.08	0.11
Al₂O₃	3.08	3.02	2.99	3.15	2.88	2.84	3.67	2.99	2.88	2.11	2.06	2.50	2.52	2.52	2.52
Cr₂O₃	1.12	1.14	1.02	1.08	1.10	1.10	1.24	1.02	1.11	0.79	0.71	1.00	0.99	0.92	0.96
FeO	2.07	2.06	1.73	1.82	2.57	2.07	2.17	1.89	1.93	1.87	1.90	1.91	1.93	2.50	2.11
MnO	0.06	0.11	0.08	0.10	0.06	0.11	0.08	0.08	0.07	0.06	0.08	0.13	0.02	0.11	0.11
NiO	0.08	0.03	0.06	0.09	0.06	0.11	0.10	g	0.01	0.01	0.04	0.07	g	g	g
MgO	16.22	17.28	17.22	17.01	16.94	17.22	17.63	17.22	17.29	17.24	17.57	17.37	17.24	18.13	17.46
CaO	23.67	24.13	24.22	23.90	23.23	24.02	22.61	23.69	24.09	24.33	24.78	24.04	24.24	22.63	24.03
Na₂O	0.29	0.26	0.26	0.28	0.23	0.26	0.40	0.30	0.23	0.22	0.20	0.28	0.29	0.26	0.32
K₂O	g	g	g	g	g	0.01	0.01	g	g	0.02	G	g	g	0.01	0.01
Toplam	96.48	100.52	100.09	99.13	97.43	100.27	100.07	99.40	99.98	98.87	99.94	99.66	99.23	97.12	99.56
Si	1.89	1.90	1.91	1.90	1.89	1.91	1.89	1.91	1.91	1.92	1.92	1.91	1.91	1.88	1.91
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.14	0.13	0.13	0.14	0.13	0.12	0.16	0.13	0.12	0.09	0.09	0.11	0.11	0.11	0.11
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe²⁺	0.07	0.06	0.05	0.06	0.08	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.92	0.93	0.93	0.93	0.95	0.93	0.95	0.94	0.94	0.95	0.96	0.95	0.94	1.02	0.95
Ca	0.96	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.88	0.93	0.94	0.96	0.97	0.94	0.95	0.91	0.94
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.02	4.02	4.02	4.04	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03	4.03	4.03	4.03	4.03
%Voll	49.46	48.46	48.90	48.79	47.59	48.43	46.31	48.23	48.52	48.88	48.87	48.37	48.74	45.43	48.10
%Ens	47.16	48.30	48.38	48.31	48.30	48.31	50.23	48.77	48.44	48.19	48.21	48.63	48.24	50.65	48.61
%Fs	3.38	3.23	2.72	2.90	4.11	3.26	3.46	3.00	3.04	2.93	2.92	3.00	3.02	3.91	3.29
Mg#	0.93	0.94	0.95	0.94	0.92	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94

Ek tablo 3'ün devamı

Kpir	H16-1-6	H16-1-7	H16-1-8	H16-1-9	H16-1-10	H16-1-11	H16-1-12	H16-1-13	H16-1-14	H16-1-15	H16-1-16	H16-1-17	H16-1-18	H16-1-19	H16-1-20
SiO₂	53.30	51.59	50.38	51.77	51.94	52.33	52.30	51.56	51.44	51.83	53.55	52.19	52.24	49.99	52.64
TiO₂	0.08	0.09	0.09	0.13	0.07	0.10	0.11	0.08	0.07	0.08	0.10	0.11	0.10	0.09	0.07
Al₂O₃	2.62	2.59	2.52	2.60	2.62	2.71	2.96	2.60	2.58	2.79	2.79	2.67	2.38	2.12	1.88
Cr₂O₃	0.92	0.98	0.85	0.97	1.02	0.90	1.02	0.95	0.98	1.14	1.03	1.01	0.84	0.74	0.45
FeO	2.00	1.97	2.35	2.00	2.10	2.12	1.94	2.10	2.34	2.09	2.16	2.05	2.05	3.32	1.92
MnO	0.13	0.02	0.05	0.07	0.11	0.02	0.07	0.08	0.11	0.07	0.07	0.12	0.05	0.08	0.08
NiO	0.08	0.04	g	0.07	0.05	g	0.12	0.06	0.05	0.10	0.03	0.04	0.06	0.04	g
MgO	18.50	17.49	17.55	17.26	17.47	17.28	17.60	17.13	17.56	17.36	19.03	17.44	17.54	18.98	17.67
CaO	23.64	23.86	22.80	23.95	23.95	23.80	23.59	23.94	23.68	23.69	23.21	23.60	23.70	21.61	24.03
Na₂O	0.35	0.27	0.30	0.31	0.32	0.34	0.35	0.32	0.32	0.34	0.29	0.30	0.28	0.20	0.26
K₂O	g	0.01	g	g	0.01	0.01	0.01	g	0.01	g	g	G	g	0.02	g
Toplam	101.62	98.90	96.89	99.13	99.64	99.60	100.07	98.80	99.15	99.50	102.27	99.52	99.24	97.18	98.99
Si	1.91	1.90	1.90	1.91	1.90	1.91	1.90	1.91	1.90	1.90	1.90	1.91	1.92	1.88	1.93
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11	0.12	0.13	0.11	0.11	0.12	0.12	0.12	0.10	0.09	0.08
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.01
Fe²⁺	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.10	0.06
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.99	0.96	0.99	0.95	0.95	0.94	0.95	0.94	0.97	0.95	1.01	0.95	0.96	1.07	0.97
Ca	0.91	0.94	0.92	0.94	0.94	0.93	0.92	0.95	0.94	0.93	0.88	0.93	0.93	0.87	0.95
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.03	4.04	4.03	4.03	4.02	4.03	4.03	4.04	4.03	4.03	4.02	4.03	4.06	4.03
%Voll	46.40	47.97	46.47	48.36	48.00	48.09	47.57	48.45	47.42	47.88	45.18	47.71	47.68	42.69	47.95
%Ens	50.53	48.94	49.79	48.49	48.72	48.57	49.38	48.24	48.93	48.82	51.54	49.06	49.10	52.18	49.06
%Fs	3.07	3.09	3.74	3.15	3.29	3.34	3.05	3.31	3.66	3.30	3.28	3.24	3.22	5.12	2.99
Mg#	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.94	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94	0.91	0.94

Ek Tablo 3'in devamı

Kpir	H19-4-1	H19-4-2	H19-4-3	H19-4-4	H19-4-5	H19-4-6	H19-4-7	H19-4-8	H19-4-9	H19-4-10	H19-4-11	H19-4-12	H19-4-13	H19-4-14	H19-4-15
SiO₂	50.31	50.23	49.48	50.40	49.75	50.25	50.83	50.48	50.36	50.55	50.21	50.51	50.00	50.63	49.34
TiO₂	0.15	0.14	0.14	0.14	0.16	0.16	0.15	0.14	0.09	0.09	0.14	0.16	0.15	0.12	0.15
Al₂O₃	4.85	4.90	4.78	4.88	4.75	4.97	5.04	5.09	5.04	5.30	5.26	5.28	4.47	5.13	4.77
Cr₂O₃	1.03	1.01	1.01	1.09	1.14	1.10	1.09	1.06	0.98	1.15	1.14	1.12	0.95	1.11	1.09
FeO	2.35	2.54	2.61	2.51	2.34	2.46	2.55	2.39	2.31	2.75	2.70	2.55	2.90	2.47	2.86
MnO	0.09	0.08	0.05	0.09	0.13	0.10	0.07	0.08	0.10	0.09	0.08	0.08	0.09	0.09	0.07
NiO	0.01	0.04	0.02	0.04	0.02	0.04	0.05	0.10	g	g	0.05	0.03	0.12	0.04	0.08
MgO	16.58	16.80	16.52	16.50	16.13	16.43	16.32	16.37	16.18	16.57	16.24	16.20	18.41	16.38	18.52
CaO	22.63	22.91	22.37	22.80	23.27	23.07	22.84	22.64	22.93	22.35	22.69	22.46	20.67	22.64	20.37
Na₂O	0.36	0.37	0.39	0.41	0.41	0.40	0.41	0.39	0.39	0.40	0.41	0.41	0.33	0.43	0.34
K₂O	g	g	g	0.01	g	g	0.01	0.02	g	g	0.01	G	0.01	g	0.01
Toplam	98.36	99.00	97.37	98.87	98.09	98.99	99.35	98.76	98.38	99.26	98.92	98.79	98.08	99.06	97.59
Si	1.86	1.85	1.86	1.86	1.85	1.85	1.87	1.86	1.87	1.86	1.85	1.86	1.85	1.86	1.84
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.21	0.21	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.23	0.20	0.22	0.21
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe²⁺	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.09	0.08	0.09
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.92	0.92	0.92	0.91	0.90	0.90	0.89	0.90	0.89	0.91	0.89	0.89	1.02	0.90	1.03
Ca	0.90	0.91	0.90	0.90	0.93	0.91	0.90	0.90	0.91	0.88	0.90	0.89	0.82	0.89	0.81
Na	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.04	4.03	4.03	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.03	4.02	4.04	4.02	4.05
%Voll	47.62	47.47	47.20	47.79	48.95	48.21	48.06	47.89	48.53	47.00	47.88	47.80	42.58	47.81	42.10
%Ens	48.53	48.43	48.51	48.11	47.21	47.78	47.75	48.17	47.65	48.49	47.67	47.96	52.76	48.12	53.28
%Fs	3.85	4.10	4.30	4.10	3.84	4.01	4.19	3.94	3.81	4.51	4.45	4.24	4.66	4.08	4.62
Mg#	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.91	0.91	0.92	0.92	0.92	0.92

Ek Tablo 3'ün devamı

Kpir	H19-4-16	H19-4-17	H19-4-18	H19-4-19	H19-4-20	H20-1-1	H20-1-2	H20-1-3	H20-1-4	H20-1-5	H20-1-6	H20-1-7	H20-1-8	H20-1-9	H20-1-10
SiO₂	50.22	50.85	50.72	50.92	49.29	51.28	51.79	50.87	50.76	50.94	51.22	49.17	51.25	50.34	51.44
TiO₂	0.13	0.16	0.17	0.14	0.16	0.12	0.15	0.14	0.13	0.13	0.14	0.16	0.14	0.12	0.13
Al₂O₃	4.70	4.55	4.56	4.41	4.16	3.57	4.03	4.28	4.21	4.24	4.12	4.00	3.90	3.46	3.68
Cr₂O₃	1.06	1.01	0.97	0.86	0.85	0.73	0.82	0.90	0.95	0.98	1.01	1.03	1.01	0.87	0.94
FeO	2.80	2.57	2.47	2.45	2.99	2.17	2.49	2.49	2.23	2.09	2.22	2.27	2.14	2.15	2.09
MnO	0.11	0.07	0.05	0.10	0.08	0.09	0.09	0.15	0.07	0.09	0.08	0.09	0.11	0.08	0.12
NiO	0.06	0.08	0.07	0.03	0.08	g	0.01	g	0.12	0.07	0.04	0.14	0.10	0.04	0.03
MgO	17.06	17.00	16.72	16.80	16.89	17.24	17.71	17.42	17.29	16.62	16.70	16.65	16.79	16.95	16.83
CaO	21.96	22.71	22.73	22.91	22.56	23.28	22.31	22.59	22.50	23.47	23.33	22.60	23.22	22.85	23.25
Na₂O	0.39	0.40	0.39	0.38	0.33	0.38	0.42	0.41	0.39	0.45	0.41	0.36	0.39	0.39	0.40
K₂O	0.01	g	0.02	g	g	g	g	g	g	0.01	g	G	0.01	g	g
Toplam	98.49	99.39	98.87	98.99	97.40	98.86	99.82	99.26	98.64	99.10	99.27	96.47	99.05	97.23	98.92
Si	1.86	1.87	1.87	1.87	1.85	1.89	1.89	1.87	1.87	1.88	1.88	1.86	1.89	1.89	1.89
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.21	0.20	0.20	0.19	0.18	0.15	0.17	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18	0.17	0.15	0.16
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe²⁺	0.09	0.08	0.08	0.08	0.09	0.07	0.08	0.08	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.94	0.93	0.92	0.92	0.95	0.95	0.96	0.95	0.95	0.91	0.91	0.94	0.92	0.95	0.92
Ca	0.87	0.89	0.90	0.90	0.91	0.92	0.87	0.89	0.89	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Na	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.03	4.03	4.03	4.03	4.05	4.03	4.03	4.04	4.03	4.03	4.03	4.04	4.03	4.03	4.02
%Voll	45.87	46.96	47.42	47.54	46.62	47.56	45.63	46.32	46.59	48.66	48.30	47.54	48.13	47.49	48.13
%Ens	49.57	48.90	48.55	48.50	48.55	48.98	50.40	49.69	49.81	47.95	48.10	48.73	48.40	49.02	48.49
%Fs	4.56	4.14	4.03	3.96	4.83	3.46	3.97	3.99	3.60	3.39	3.59	3.73	3.46	3.49	3.38
Mg#	0.92	0.92	0.92	0.92	0.91	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93

Ek Tablo 3'ün devamı

Kpir	H20-1-11	H20-1-12	H20-1-13	H20-1-14	H20-1-15	H20-4-1	H20-4-2	H20-4-3	H20-4-4	H20-4-5	H20-4-6	H20-4-7	H20-4-8	H20-4-9	H20-4-10
SiO₂	52.17	51.63	51.39	51.57	51.48	51.36	51.39	50.93	50.69	50.56	48.62	50.18	50.73	50.93	50.83
TiO₂	0.09	0.08	0.12	0.09	0.12	0.10	0.12	0.12	0.13	0.10	0.12	0.12	0.11	0.12	0.09
Al₂O₃	2.45	3.54	3.50	3.51	3.42	4.03	4.65	4.70	4.74	4.71	4.47	4.73	4.72	4.71	4.51
Cr₂O₃	0.91	1.02	1.02	0.98	0.84	0.94	0.86	0.93	1.14	0.97	1.13	1.03	1.08	0.93	0.87
FeO	1.89	2.08	2.27	2.28	2.16	2.15	2.61	2.48	2.32	2.40	3.06	2.52	2.34	2.44	2.13
MnO	0.08	0.12	0.09	0.10	0.11	0.08	0.06	0.04	0.11	0.12	0.09	0.12	0.08	0.08	0.09
NiO	0.02	0.06	0.03	g	0.05	0.06	0.03	0.04	0.06	0.05	0.06	0.11	0.02	0.11	0.03
MgO	17.49	17.26	17.31	17.36	16.82	16.75	17.98	16.56	16.54	16.81	18.93	16.34	16.42	16.60	17.17
CaO	23.19	23.06	22.97	22.51	23.47	22.92	21.11	22.80	22.72	22.43	18.98	23.14	23.17	22.89	22.57
Na₂O	0.39	0.42	0.42	0.40	0.41	0.46	0.43	0.48	0.49	0.49	0.43	0.41	0.48	0.46	0.39
K₂O	g	g	0.01	g	g	g	g	g	0.01	0.01	g	0.01	0.01	0.01	g
Toplam	98.68	99.28	99.15	98.80	98.88	98.85	99.25	99.07	98.95	98.62	95.89	98.69	99.15	99.28	98.69
Si	1.92	1.89	1.89	1.90	1.90	1.89	1.88	1.87	1.87	1.87	1.84	1.86	1.87	1.87	1.87
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.11	0.15	0.15	0.15	0.15	0.17	0.20	0.20	0.21	0.20	0.20	0.21	0.20	0.20	0.20
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe²⁺	0.06	0.06	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.10	0.08	0.07	0.07	0.07
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.96	0.94	0.95	0.95	0.92	0.92	0.98	0.91	0.91	0.93	1.07	0.90	0.90	0.91	0.94
Ca	0.92	0.91	0.90	0.89	0.93	0.90	0.83	0.90	0.90	0.89	0.77	0.92	0.91	0.90	0.89
Na	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.03	4.03	4.02	4.03	4.02	4.02	4.03	4.03	4.03	4.05	4.03	4.03	4.03	4.03
% Voll	47.32	47.36	47.05	46.46	48.33	47.85	43.84	47.72	47.79	47.03	39.78	48.38	48.43	47.80	46.90
%Ens	49.67	49.30	49.32	49.87	48.19	48.65	51.93	48.23	48.40	49.04	55.20	47.52	47.75	48.23	49.65
%Fs	3.01	3.34	3.63	3.67	3.48	3.50	4.23	4.05	3.81	3.92	5.01	4.11	3.82	3.97	3.45
Mg#	0.94	0.94	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.93	0.93	0.92	0.92	0.93	0.92	0.93

Ek Tablo 3'ün devamı

Kpir	H20-4-11	H20-4-12	H20-4-13	H20-4-14	H20-4-15	H20-4-16	H20-4-17	H20-4-18	H20-4-19	H20-4-20	H21-4-1	H21-4-2	H21-4-3	H21-4-4	H21-4-5
SiO₂	50.98	50.09	51.13	50.51	50.40	50.03	49.85	50.61	50.59	50.80	51.17	50.96	51.38	50.94	51.03
TiO₂	0.17	0.14	0.16	0.13	0.15	0.13	0.09	0.13	0.12	0.14	0.13	0.13	0.10	0.14	0.10
Al₂O₃	4.40	4.57	4.91	4.92	4.83	4.93	4.85	4.84	4.72	4.39	5.56	5.87	5.79	5.92	5.96
Cr₂O₃	0.90	1.06	1.02	0.96	1.01	1.16	1.14	1.12	0.96	0.96	1.18	1.13	1.13	1.06	1.19
FeO	2.08	2.51	2.30	2.32	2.32	2.28	2.57	2.35	2.38	2.19	2.65	2.30	2.51	2.55	2.51
MnO	0.04	0.10	0.08	0.04	0.05	0.09	0.11	0.10	0.03	0.09	0.09	0.10	0.06	0.17	0.08
NiO	0.06	0.07	g	0.06	0.02	0.01	0.08	0.04	0.03	g	0.05	0.01	0.06	0.04	g
MgO	16.41	16.66	16.60	16.38	16.25	16.12	17.85	16.49	16.51	16.48	16.76	15.75	16.65	16.37	16.77
CaO	23.43	22.65	23.04	23.10	23.11	23.16	21.45	23.06	23.16	23.40	21.70	23.13	22.15	22.15	21.68
Na₂O	0.40	0.42	0.43	0.45	0.46	0.46	0.40	0.44	0.40	0.40	0.54	0.54	0.59	0.59	0.56
K₂O	0.01	0.01	g	g	0.01	g	g	g	g	g	g	G	g	0.01	g
Toplam	98.88	98.27	99.67	98.88	98.60	98.35	98.38	99.17	98.90	98.85	99.83	99.92	100.42	99.93	99.87
Si	1.88	1.86	1.87	1.86	1.86	1.86	1.85	1.86	1.87	1.87	1.86	1.86	1.86	1.85	1.85
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.19	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21	0.19	0.24	0.25	0.25	0.25	0.26
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe²⁺	0.06	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.90	0.92	0.90	0.90	0.90	0.89	0.99	0.90	0.91	0.91	0.91	0.86	0.90	0.89	0.91
Ca	0.92	0.90	0.90	0.91	0.92	0.92	0.85	0.91	0.91	0.92	0.85	0.90	0.86	0.86	0.84
Na	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	4.02	4.03	4.02	4.03	4.03	4.03	4.04	4.03	4.03	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	48.92	47.40	48.08	48.43	48.63	48.91	44.41	48.20	48.26	48.71	46.08	49.37	46.86	47.20	46.16
%Ens	47.68	48.51	48.18	47.78	47.56	47.34	51.43	47.96	47.87	47.74	49.53	46.79	49.01	48.56	49.66
%Fs	3.40	4.09	3.74	3.79	3.81	3.75	4.16	3.84	3.87	3.55	4.39	3.84	4.14	4.25	4.18
Mg#	0.93	0.92	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.93	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92

Ek Tablo 3'ün devamı

Kpir	H21-4-6	H21-4-7	H21-4-8	H21-4-9	H21-4-10	H21-4-11	H21-4-12	H21-4-13	H21-4-14	H21-4-15	H21-4-16	H21-4-17	H21-4-18	H21-4-19	H21-4-20
SiO₂	51.03	53.49	51.42	51.13	53.94	50.85	50.93	50.17	51.08	51.13	51.52	51.39	51.68	52.08	51.57
TiO₂	0.11	0.02	0.12	0.13	0.03	0.14	0.08	0.11	0.14	0.13	0.11	0.13	0.13	0.13	0.15
Al₂O₃	6.09	5.14	5.93	6.04	4.73	5.96	5.84	5.94	5.89	5.65	5.48	5.32	5.11	4.88	5.21
Cr₂O₃	1.18	0.71	1.27	1.20	0.67	1.14	1.18	1.24	1.15	1.13	1.07	1.00	0.88	0.98	1.00
FeO	2.56	6.38	2.83	2.61	6.70	2.57	2.42	2.69	2.47	2.33	2.47	2.38	2.44	2.35	2.28
MnO	0.06	0.11	0.10	0.08	0.19	0.12	0.07	0.07	0.09	0.06	0.06	0.12	0.08	0.11	0.09
NiO	0.03	0.14	0.01	0.09	0.05	0.04	0.08	0.03	0.04	0.09	g	0.02	0.06	0.07	0.07
MgO	16.57	32.82	17.09	16.44	33.44	16.05	16.03	16.73	16.16	16.17	16.36	16.45	16.71	16.70	16.70
CaO	22.46	0.62	21.13	22.02	0.62	22.59	22.54	21.75	22.62	22.74	22.75	22.72	22.84	22.93	22.63
Na₂O	0.57	g	0.54	0.64	0.02	0.62	0.58	0.56	0.58	0.56	0.56	0.52	0.52	0.50	0.51
K₂O	g	g	g	g	g	0.01	g	g	g	g	g	0.01	g	g	g
Toplam	100.64	99.44	100.44	100.37	100.38	100.10	99.76	99.29	100.23	99.97	100.38	100.06	100.44	100.73	100.20
Si	1.85	1.87	1.86	1.85	1.87	1.85	1.86	1.84	1.85	1.86	1.87	1.87	1.87	1.88	1.87
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.26	0.21	0.25	0.26	0.19	0.26	0.25	0.26	0.25	0.24	0.23	0.23	0.22	0.21	0.22
Cr	0.03	0.02	0.04	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Fe²⁺	0.08	0.19	0.09	0.08	0.19	0.08	0.07	0.08	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Mn	--	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.89	1.71	0.92	0.89	1.72	0.87	0.87	0.91	0.88	0.88	0.88	0.89	0.90	0.90	0.90
Ca	0.87	0.02	0.82	0.85	0.02	0.88	0.88	0.85	0.88	0.89	0.88	0.89	0.89	0.89	0.88
Na	0.04	-	0.04	0.04	-	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	--
Toplam	4.02	4.02	4.01	4.02	4.03	4.02	4.02	4.03	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02	4.02
%Voll	47.27	1.22	44.84	46.92	1.19	48.14	48.23	46.14	48.09	48.33	47.96	47.87	47.58	47.77	47.50
%Ens	48.52	89.07	50.47	48.74	88.82	47.59	47.72	49.40	47.81	47.81	47.98	48.22	48.44	48.42	48.77
%Fs	4.20	9.71	4.69	4.34	9.98	4.27	4.05	4.45	4.10	3.86	4.07	3.91	3.97	3.81	3.73
Mg#	0.92	0.90	0.92	0.92	0.90	0.92	0.92	0.92	0.92	0.93	0.92	0.93	0.92	0.93	0.93

Ek Tablo 3'ün devamı

Kpir	H21-4-21	H21-4-22
SiO₂	51.70	52.12
TiO₂	0.14	0.11
Al₂O₃	4.72	5.15
Cr₂O₃	1.04	1.00
FeO	2.42	2.46
MnO	0.06	0.13
NiO	0.04	0.01
MgO	16.89	16.84
CaO	22.89	22.71
Na₂O	0.44	0.52
K₂O	0.01	G
Toplam	100.36	101.04
Si	1.87	1.87
Ti	-	-
Al	0.20	0.22
Cr	0.03	0.03
Fe²⁺	0.07	0.07
Mn	-	-
Ni	-	-
Mg	0.91	0.90
Ca	0.89	0.88
Na	0.03	0.04
K	-	-
Toplam	4.02	4.02
%Voll	47.40	47.25
%Ens	48.68	48.75
%Fs	3.92	4.00
Mg#	0.93	0.92

Ek Tablo 4. Harmancık yöresi harzburjitlerine ait spinel minerallerinin mikrokimyasal analiz sonuçları

Spl	H1-3-1	H1-3-2	H1-3-3	H1-3-4	H1-3-5	H1-3-6	H1-3-7	H1-3-8	H1-3-9	H1-3-10	H1-3-11	H1-3-12	H1-3-13	H1-3-14	H1-3-15
SiO₂	0.06	0.09	0.05	0.07	0.09	0.07	0.09	0.08	0.08	0.07	0.07	0.08	0.07	0.08	0.09
TiO₂	0.15	0.17	0.15	0.13	0.15	0.16	0.16	0.16	0.18	0.14	0.20	0.17	0.18	0.17	0.16
Al₂O₃	25.73	25.35	25.51	25.30	25.14	25.04	24.93	24.58	24.84	24.56	24.63	24.52	24.80	24.54	24.56
Cr₂O₃	43.74	44.07	44.17	43.62	44.19	43.99	44.79	44.59	44.75	44.27	45.02	45.03	44.78	45.34	45.09
Fe₂O₃	2.35	2.32	2.52	2.58	2.41	2.60	2.53	2.75	2.15	3.28	2.53	2.50	2.18	2.32	2.49
FeO	17.45	16.01	15.86	15.64	15.95	15.82	15.96	15.70	16.05	15.52	16.04	15.78	15.98	15.97	16.07
MnO	0.14	0.11	0.19	0.21	0.14	0.17	0.10	0.16	0.22	0.13	0.17	0.15	0.21	0.20	0.20
NiO	0.09	0.08	0.11	0.10	0.10	0.09	0.09	0.10	0.04	0.10	0.19	0.05	0.12	0.17	0.21
MgO	12.67	13.45	13.54	13.49	13.46	13.41	13.55	13.45	13.31	13.60	13.38	13.49	13.35	13.35	13.33
CaO	0.01	g	g	g	g	g	g	0.01	-	-	0.01	-	-	0.04	g
Na₂O	g	0.01	0.01	g	g	g	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	-	0.01	g
K₂O	g	g	g	g	g	0.02	g	0.01	g	g	G	0.01	g	g	g
Toplam	102.40	101.65	102.12	101.14	101.63	101.37	102.21	101.60	101.63	101.69	102.23	101.79	101.67	102.21	102.21
Si	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.90	0.89	0.90	0.90	0.89	0.89	0.88	0.87	0.88	0.87	0.87	0.87	0.88	0.86	0.87
Cr	1.03	1.04	1.04	1.04	1.05	1.04	1.06	1.06	1.06	1.05	1.06	1.07	1.06	1.07	1.07
Fe³⁺	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06
Fe²⁺	0.44	0.40	0.39	0.39	0.40	0.40	0.40	0.39	0.40	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40	0.40
Mn	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-	-	0.01	0.01	0.01
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
Mg	0.56	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.59	0.59
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.56	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60	0.60
Cr#	0.53	0.54	0.54	0.54	0.54	0.54	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55	0.55
Fe³⁺	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03

Not: Ana oksit değerleri % olarak ağırlık cinsindedir. Cr# : Cr / (Cr+Al), Mg# : Mg / (Mg+Fe⁺²), Fe⁺³# : Fe⁺³ / (Fe⁺³+Cr+Al). g: Gözlenmedi, -: Cihazın ölçüm sınırlarının altında. Yapısal parametreler 4 oksijene göre hesaplanmıştır. Fe⁺² ve Fe⁺³ ayrımı, Droop (1987)' a göre yapılmıştır.

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H1-3-16	H1-3-17	H1-3-18	H1-3-19	H1-3-20	H1-3-21	H1-3-22	H1-3-23	H3-3-1	H3-3-2	H3-3-3	H3-3-4	H3-3-5	H10A-3-1	H10A-3-2
SiO₂	0.09	0.26	0.06	0.11	0.08	0.10	0.09	0.09	0.10	0.06	0.06	0.10	0.06	0.10	0.09
TiO₂	0.17	0.14	0.19	0.16	0.12	0.17	0.18	0.11	0.09	0.06	0.04	0.05	0.04	0.05	0.03
Al₂O₃	24.67	24.50	24.55	24.54	24.57	24.35	24.13	25.19	37.62	37.28	37.17	37.21	37.30	44.25	46.34
Cr₂O₃	44.62	44.70	45.52	44.86	45.87	45.72	45.72	43.06	32.66	32.17	32.52	32.48	32.61	22.37	21.46
Fe₂O₃	2.70	2.31	2.12	2.19	2.06	1.92	1.66	1.77	2.25	2.16	2.59	2.25	2.23	1.77	2.02
FeO	16.00	15.68	15.96	15.82	16.11	16.05	16.62	19.29	13.88	13.70	13.57	13.70	13.74	12.43	12.13
MnO	0.11	0.18	0.11	0.13	0.14	0.14	0.18	0.30	0.17	0.14	0.19	0.18	0.24	0.10	0.12
NiO	0.11	0.17	0.08	0.10	0.07	0.12	0.11	0.04	0.18	0.19	0.18	0.19	0.13	0.24	0.23
MgO	13.45	13.54	13.46	13.44	13.36	13.34	12.90	11.00	16.28	16.07	16.23	16.10	16.14	16.90	17.64
CaO	0.01	0.04	g	0.01	g	0.01	g	0.01	g	0.01	0.02	0.01	-	0.01	0.02
Na₂O	g	0.02	0.01	g	0.03	0.01	g	0.01	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	g	g
K₂O	0g	g	0.01	g	0.01	g	g	g	-	-	-	-	-	g	g
Toplam	101.93	101.54	102.06	101.37	102.41	101.94	101.58	100.86	103.24	101.85	102.57	102.28	102.48	98.22	100.07
Si	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.87	0.87	0.87	0.87	0.86	0.86	0.86	0.91	1.23	1.23	1.22	1.23	1.23	1.46	1.49
Cr	1.06	1.06	1.08	1.07	1.08	1.08	1.09	1.04	0.72	0.71	0.72	0.72	0.72	0.50	0.46
Fe³⁺	0.06	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.04
Fe²⁺	0.40	0.39	0.40	0.40	0.40	0.40	0.42	0.49	0.32	0.32	0.32	0.32	0.32	0.29	0.28
Mn	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	0.01	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	0.01
Mg	0.60	0.61	0.60	0.60	0.59	0.60	0.58	0.50	0.67	0.67	0.68	0.67	0.67	0.71	0.72
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.60	0.61	0.60	0.60	0.60	0.60	0.58	0.50	0.676457	0.676536	0.680759	0.676877	0.67676	0.71	0.72
Cr#	0.55	0.55	0.55	0.55	0.56	0.56	0.56	0.53	0.37	0.37	0.37	0.37	0.37	0.25	0.24
Fe³⁺	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H10A-3-3	H10A-3-4	H10A-3-5	H10A-3-6	H10A-3-7	H10A-3-8	H10A-3-9	H10A-3-10	H10A-3-11	H10A-3-12	H10A-3-13	H10A-3-14	H10A-3-15	H10A-3-16	H10A-3-17
SiO₂	0.62	0.21	0.25	0.11	0.16	0.09	0.11	0.10	0.08	0.09	0.57	0.12	0.16	0.14	0.19
TiO₂	0.02	0.01	0.03	g	0.04	0.02	0.03	g	0.02	g	0.03	0.03	0.01	g	g
Al₂O₃	45.25	46.91	44.83	47.59	48.86	47.41	47.31	47.36	46.82	47.55	45.56	48.75	42.99	46.25	45.84
Cr₂O₃	20.59	20.75	20.42	20.36	20.18	20.64	20.29	20.25	20.21	20.61	20.23	20.21	19.93	20.87	19.38
Fe₂O₃	0.89	1.95	1.38	2.20	2.04	1.93	1.83	2.25	1.84	1.47	1.09	2.06	1.43	1.55	3.05
FeO	12.39	11.95	12.10	11.72	11.58	11.55	11.53	11.64	11.42	11.80	12.14	11.41	11.60	11.68	10.17
MnO	0.19	0.14	0.12	0.12	0.07	0.15	0.07	0.07	0.16	0.13	0.08	0.12	0.09	0.13	0.13
NiO	0.28	0.28	0.31	0.26	0.23	0.27	0.27	0.28	0.23	0.20	0.26	0.32	0.26	0.26	0.21
MgO	17.04	17.83	16.79	18.11	18.78	18.13	17.98	18.04	17.76	17.90	17.29	18.67	16.13	17.62	18.11
CaO	0.07	0.02	0.02	g	g	g	0.03	0.01	g	g	0.09	g	0.04	0.01	0.28
Na₂O	0.02	0.01	0.01	g	g	g	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	g	g	g	0.02
K₂O	0.02	g	g	0.01	g	g	g	g	g	g	0.02	0.01	g	g	g
Toplam	97.39	100.06	96.25	100.46	101.94	100.19	99.44	100.01	98.55	99.75	97.37	101.68	92.63	98.50	97.38
Si	0.02	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	0.01
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	1.49	1.50	1.50	1.51	1.53	1.51	1.52	1.51	1.52	1.52	1.50	1.53	1.49	1.50	1.50
Cr	0.46	0.45	0.46	0.43	0.42	0.44	0.44	0.43	0.44	0.44	0.45	0.42	0.46	0.46	0.43
Fe³⁺	0.02	0.04	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.02	0.04	0.03	0.03	0.06
Fe²⁺	0.29	0.27	0.29	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.26	0.27	0.28	0.25	0.29	0.27	0.24
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	-
Mg	0.71	0.72	0.71	0.73	0.74	0.73	0.73	0.73	0.73	0.73	0.72	0.74	0.71	0.73	0.75
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.71	0.73	0.71	0.73	0.74	0.74	0.74	0.73	0.73	0.73	0.72	0.74	0.71	0.73	0.76
Cr#	0.23	0.23	0.23	0.22	0.22	0.23	0.22	0.22	0.22	0.23	0.23	0.22	0.24	0.23	0.22
Fe³⁺#	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H10A-3-18	H10A-3-19	H10A-3-20	H10A-3-21	H10A-3-22	H10A-3-23	H10A-3-24	H10A-3-25	H15-3-1	H15-3-2	H15-3-3	H15-3-4	H15-3-5	H15-3-6	H15-3-7
SiO₂	0.06	0.14	0.11	0.15	0.24	0.42	0.09	0.08	0.28	0.22	0.20	0.12	0.36	0.16	2.06
TiO₂	g	g	0.02	0.01	0.01	0.03	g	0.01	0.01	g	0.04	0.01	0.06	0.02	0.02
Al₂O₃	47.41	47.73	48.52	46.28	51.21	45.17	49.05	48.35	36.01	32.88	34.01	33.64	31.02	33.40	29.32
Cr₂O₃	20.26	19.99	20.19	20.11	19.80	19.43	19.73	19.66	31.00	32.07	33.05	34.57	34.08	34.15	28.74
Fe₂O₃	1.91	1.83	1.70	1.60	1.47	1.24	1.29	1.62	2.98	2.65	3.03	2.72	2.07	2.84	10.60
FeO	11.42	11.20	11.20	11.39	11.18	11.69	11.36	11.22	13.81	14.15	14.07	14.85	15.08	14.09	15.16
MnO	0.07	0.12	0.15	0.13	0.11	0.12	0.08	0.13	0.15	0.13	0.13	0.06	0.15	0.15	0.11
NiO	0.29	0.28	0.22	0.27	0.28	0.27	0.24	0.20	0.19	0.16	0.18	0.07	0.10	0.10	0.16
MgO	18.02	18.26	18.61	17.56	19.68	16.97	18.50	18.39	15.60	14.34	15.15	14.88	13.70	15.09	15.96
CaO	0.01	0.02	g	0.02	0.04	0.04	0.01	g	0.01	0.03	0.02	0.01	0.04	0.03	0.02
Na₂O	0.02	0.01	0.01	g	g	0.03	g	g	0.02	g	0.02	g	0.01	0.01	0.01
K₂O	g	0.01	g	0.02	g	0.02	g	g	g	g	g	0.01	g	0.01	g
Toplam	99.47	99.57	100.72	97.54	104.02	95.42	100.37	99.65	100.05	96.63	99.90	100.93	96.66	100.05	102.15
Si	-	-	-	-	0.01	0.01	-	-	0.01	0.01	0.01	-	0.01	-	0.06
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	1.52	1.53	1.53	1.52	1.56	1.51	1.55	1.54	1.22	1.16	1.16	1.15	1.11	1.14	1.00
Cr	0.44	0.43	0.43	0.44	0.40	0.44	0.42	0.42	0.70	0.76	0.76	0.79	0.82	0.78	0.66
Fe³⁺	0.04	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.06	0.06	0.07	0.06	0.05	0.06	0.23
Fe²⁺	0.26	0.25	0.25	0.26	0.24	0.28	0.25	0.25	0.33	0.36	0.34	0.36	0.38	0.34	0.37
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.73	0.74	0.74	0.73	0.76	0.72	0.74	0.74	0.67	0.64	0.66	0.64	0.62	0.65	0.69
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.74	0.74	0.75	0.73	0.76	0.72	0.74	0.75	0.67	0.64	0.66	0.64	0.62	0.66	0.65
Cr#	0.22	0.22	0.22	0.23	0.21	0.22	0.21	0.21	0.37	0.40	0.39	0.41	0.42	0.41	0.40
Fe³⁺#	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.12

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H15-3-8	H15-3-9	H15-3-10	H15-3-11	H15-3-12	H15-3-13	H15-3-14	H15-3-15	H15-3-16	H15-3-17	H15-3-18	H16-3-1	H16-3-2	H16-3-3	H16-3-4
SiO₂	0.11	0.30	0.10	0.52	0.13	3.36	0.11	0.10	0.31	0.08	0.95	0.78	0.19	0.07	0.10
TiO₂	0.02	0.04	0.04	0.05	0.02	0.02	0.05	0.04	0.02	0.02	g	0.13	0.17	0.15	0.16
Al₂O₃	33.76	34.14	33.15	32.19	32.95	29.87	33.81	33.93	32.53	33.61	30.57	28.24	28.22	27.89	27.61
Cr₂O₃	34.14	34.18	34.28	33.83	33.50	28.17	34.10	33.49	33.69	34.24	35.00	36.07	38.99	40.03	40.16
Fe₂O₃	3.32	2.60	2.29	2.03	2.80	8.02	2.66	2.68	1.65	2.59	1.98	2.52	2.93	2.94	3.20
FeO	14.28	14.19	14.47	14.56	14.28	15.14	14.26	14.10	14.42	13.98	14.55	15.24	15.75	15.94	15.88
MnO	0.16	0.13	0.08	0.09	0.12	0.15	0.14	0.19	0.15	0.17	0.22	0.19	0.14	0.14	0.21
NiO	0.13	0.15	0.14	0.14	0.12	0.07	0.11	0.16	0.22	0.10	0.08	0.19	0.15	0.06	0.16
MgO	15.15	15.47	14.65	14.57	14.65	17.08	15.09	15.03	14.29	15.05	14.71	13.52	13.63	13.56	13.55
CaO	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.05	0.02	0.02	0.04	0.01	0.02	0.05	0.04	0.01	0.01
Na₂O	0.02	0.02	0.01	0.02	g	0.02	0.01	g	0.01	0.03	0.02	0.05	g	g	g
K₂O	0.01	0.01	g	g	g	0.01	g	g	0.01	g	0.01	0.03	g	g	g
Toplam	101.12	101.25	99.23	98.01	98.58	101.97	100.37	99.73	97.34	99.87	98.11	96.98	100.19	100.79	101.02
Si	-	0.01	-	0.02	-	0.10	-	-	0.01	-	0.03	0.02	0.01	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	1.15	1.15	1.15	1.13	1.15	1.00	1.15	1.16	1.15	1.15	1.07	1.02	0.99	0.98	0.97
Cr	0.78	0.77	0.80	0.80	0.78	0.63	0.78	0.77	0.80	0.79	0.83	0.87	0.92	0.94	0.95
Fe³⁺	0.07	0.06	0.05	0.05	0.06	0.17	0.06	0.06	0.04	0.06	0.04	0.06	0.07	0.07	0.07
Fe²⁺	0.34	0.34	0.36	0.36	0.35	0.36	0.35	0.34	0.36	0.34	0.36	0.39	0.39	0.40	0.40
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	0.01
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-
Mg	0.65	0.66	0.64	0.65	0.64	0.73	0.65	0.65	0.64	0.65	0.65	0.62	0.61	0.60	0.60
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.65	0.66	0.64	0.64	0.65	0.67	0.65	0.66	0.64	0.66	0.64	0.61	0.61	0.60	0.60
Cr#	0.40	0.40	0.41	0.41	0.41	0.39	0.40	0.40	0.41	0.41	0.43	0.46	0.48	0.49	0.49
Fe³⁺#	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.10	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H16-3-5	H16-3-6	H16-3-7	H16-3-8	H16-3-9	H16-3-10	H16-3-11	H16-3-12	H16-3-13	H16-3-14	H16-3-15	H16-3-16	H16-3-17	H16-3-18	H16-3-19
SiO₂	0.07	0.09	0.09	0.07	0.08	0.07	0.09	0.13	0.08	0.80	0.06	0.09	0.09	0.16	0.08
TiO₂	0.17	0.16	0.11	0.15	0.13	0.14	0.13	0.14	0.15	0.15	0.14	0.16	0.19	0.12	0.17
Al₂O₃	27.49	27.18	27.21	27.23	27.24	27.09	27.40	27.17	27.14	26.77	27.33	27.44	27.05	29.65	28.37
Cr₂O₃	40.12	40.75	40.40	41.23	40.70	40.78	40.78	40.94	40.59	40.52	41.20	40.20	40.35	40.76	39.95
Fe₂O₃	2.97	2.65	2.95	2.72	2.62	3.06	3.27	2.75	2.74	2.05	2.69	3.06	2.81	3.34	3.45
FeO	15.81	15.93	15.67	15.68	15.97	15.79	15.61	15.80	15.62	16.21	15.83	15.34	15.88	15.21	15.45
MnO	0.19	0.13	0.18	0.16	0.11	0.13	0.21	0.15	0.15	0.11	0.12	0.13	0.15	0.14	0.14
NiO	0.14	0.07	0.19	0.14	0.12	0.13	0.19	0.16	0.07	0.14	0.09	0.15	0.10	0.15	0.14
MgO	13.44	13.41	13.41	13.62	13.35	13.51	13.71	13.56	13.45	13.70	13.62	13.71	13.34	14.95	14.11
CaO	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	g	g	0.01	0.07	0.16	0.02	g	g	0.01	0.02
Na₂O	0.01	g	g	0.01	g	g	0.01	g	0.01	0.01	g	0.02	g	0.02	0.01
K₂O	g	0.01	0.02	0.01	g	0.01	g	g	0.01	g	g	0.01	0.01	g	g
Toplam	100.39	100.40	100.24	101.04	100.32	100.71	101.41	100.80	100.06	100.62	101.10	100.29	99.96	104.49	101.89
Si	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.02	-	-	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.97	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.96	0.94	0.96	0.97	0.96	1.00	0.98
Cr	0.95	0.97	0.96	0.97	0.97	0.97	0.96	0.97	0.97	0.96	0.97	0.95	0.96	0.92	0.93
Fe³⁺	0.07	0.06	0.07	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06	0.07	0.06	0.07	0.08
Fe²⁺	0.40	0.40	0.39	0.39	0.40	0.40	0.39	0.39	0.39	0.40	0.39	0.38	0.40	0.36	0.38
Mn	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Mg	0.60	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.61	0.60	0.61	0.60	0.64	0.62
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.60	0.60	0.60	0.61	0.60	0.60	0.61	0.60	0.61	0.60	0.61	0.61	0.60	0.64	0.62
Cr#	0.49	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.50	0.48	0.49
Fe³⁺#	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H16-3-20	H16-3-21	H16-3-22	H19-3-1	H19-3-2	H19-3-3	H19-3-4	H19-3-5	H19-3-6	H19-3-7	H19-3-8	H19-3-9	H19-3-10	H19-3-11	H19-3-12
SiO₂	0.65	1.80	0.08	0.05	0.67	0.04	0.08	0.06	0.04	0.05	0.08	0.06	0.06	0.05	0.07
TiO₂	0.15	0.17	0.13	0.02	0.02	0.03	0.06	0.05	0.05	0.03	0.10	0.05	0.05	0.06	0.06
Al₂O₃	27.38	29.60	29.03	48.91	47.92	48.45	48.70	47.95	48.20	48.11	48.14	48.09	48.00	47.87	47.89
Cr₂O₃	39.59	36.30	37.78	19.02	18.37	19.19	19.39	19.99	20.23	19.86	20.22	19.96	20.26	19.54	19.44
Fe₂O₃	2.63	1.60	3.41	2.34	1.88	2.10	2.09	2.43	1.90	2.38	1.90	2.23	1.93	2.29	2.03
FeO	16.07	16.43	15.54	10.43	10.49	10.40	10.43	10.40	10.76	10.49	10.77	10.61	10.65	10.56	10.58
MnO	0.16	0.13	0.13	0.12	0.11	0.09	0.13	0.09	0.12	0.03	0.09	0.08	0.12	0.12	0.11
NiO	0.15	0.11	0.11	0.28	0.25	0.27	0.35	0.32	0.23	0.36	0.22	0.24	0.34	0.33	0.24
MgO	13.65	14.81	13.72	18.96	19.10	18.82	18.91	18.95	18.77	18.83	18.84	18.86	18.72	18.59	18.58
CaO	0.15	0.04	g	0.02	0.04	0.01	g	g	g	g	g	g	0.02	0.03	0.02
Na₂O	0.02	0.03	g	0.01	g	g	0.01	g	g	0.02	g	g	g	g	0.01
K₂O	g	0.01	0.01	g	g	g	g	g	g	g	0.01	g	g	0.01	g
Toplam	100.59	101.00	99.94	100.13	98.86	99.39	100.15	100.24	100.29	100.17	100.37	100.19	100.14	99.46	99.01
Si	0.02	0.05	-	-	0.02	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	0.96	1.02	1.02	1.55	1.53	1.54	1.54	1.52	1.53	1.53	1.52	1.53	1.52	1.53	1.53
Cr	0.93	0.84	0.89	0.40	0.39	0.41	0.41	0.43	0.43	0.42	0.43	0.42	0.43	0.42	0.42
Fe³⁺	0.06	0.04	0.08	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05	0.04
Fe²⁺	0.40	0.40	0.39	0.23	0.24	0.24	0.23	0.23	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24	0.24
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	-	-	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.61	0.64	0.61	0.76	0.77	0.76	0.76	0.76	0.75	0.76	0.75	0.76	0.75	0.75	0.75
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.60	0.62	0.61	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76	0.76
Cr#	0.49	0.45	0.47	0.21	0.20	0.21	0.21	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.21
Fe³⁺#	0.03	0.02	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H19-3-13	H19-3-14	H19-3-15	H19-3-16	H19-3-17	H19-3-18	H19-3-19	H19-3-20	H19-3-21	H19-3-22	H20-3-1	H20-3-2	H20-3-3	H20-3-4	H20-3-5
SiO₂	0.05	0.07	0.04	1.44	0.07	0.05	0.06	0.03	0.04	0.05	0.03	0.07	0.07	0.03	0.07
TiO₂	0.05	0.04	0.05	0.06	0.04	0.06	0.06	0.06	0.05	0.04	0.04	0.05	0.03	0.04	0.04
Al₂O₃	48.49	48.04	48.26	45.32	48.23	48.42	48.47	48.79	48.92	50.04	48.78	48.21	47.94	47.87	47.91
Cr₂O₃	19.91	19.53	19.76	17.80	19.09	18.68	19.19	18.66	18.35	17.71	19.23	19.30	19.13	19.95	19.90
Fe₂O₃	1.94	2.51	2.14	2.91	2.46	2.61	1.82	2.57	2.21	2.10	1.75	1.64	1.89	2.12	2.25
FeO	10.93	10.57	10.72	11.04	10.34	10.21	10.61	10.56	10.22	10.35	11.61	11.19	10.98	11.09	11.09
MnO	0.07	0.10	0.14	0.18	0.03	0.05	0.12	0.10	0.07	0.08	0.12	0.16	0.11	0.12	0.08
NiO	0.29	0.30	0.29	0.35	0.23	0.32	0.30	0.26	0.32	0.31	0.17	0.28	0.27	0.24	0.23
MgO	18.73	18.77	18.67	17.19	18.85	18.86	18.62	18.85	18.88	19.07	18.15	18.22	18.23	18.35	18.50
CaO	g	0.01	g	2.26	0.02	0.01	g	0.01	g	0.01	g	g	0.01	g	g
Na₂O	g	g	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01	g	0.01	0.01	0.02	g	g	0.02	0.01
K₂O	g	0.01	g	g	0.01	0.01	g	0.01	0.01	g00	0.01	g	g	g	g
Toplam	100.43	99.95	100.07	98.57	99.38	99.29	99.26	99.90	99.06	99.76	99.90	99.11	98.67	99.83	100.07
Si	-	-	-	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	1.53	1.53	1.53	1.47	1.54	1.54	1.55	1.55	1.56	1.58	1.55	1.55	1.54	1.53	1.52
Cr	0.42	0.42	0.42	0.39	0.41	0.40	0.41	0.40	0.39	0.37	0.41	0.42	0.41	0.43	0.42
Fe³⁺	0.04	0.05	0.04	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	0.04	0.04	0.05
Fe²⁺	0.25	0.24	0.24	0.25	0.23	0.23	0.24	0.24	0.23	0.23	0.26	0.25	0.25	0.25	0.25
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	-
Mg	0.75	0.75	0.75	0.71	0.76	0.76	0.75	0.76	0.76	0.76	0.73	0.74	0.74	0.74	0.74
Ca	-	-	-	0.07	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.75	0.76	0.76	0.74	0.76	0.77	0.76	0.76	0.77	0.77	0.74	0.74	0.75	0.75	0.75
Cr#	0.22	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21	0.20	0.20	0.19	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22
Fe³⁺#	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H20-3-6	H20-3-7	H20-3-8	H20-3-9	H20-3-10	H20-3-11	H20-3-12	H20-3-13	H20-3-14	H20-3-15	H20-3-16	H20-3-17	H20-3-18	H20-3-19	H20-3-20
SiO₂	0.04	0.05	0.06	0.05	0.07	0.05	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.06	0.06	0.03	0.06
TiO₂	0.05	0.05	0.03	0.08	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.01	0.04	0.06	0.03	0.05	0.04
Al₂O₃	47.98	47.82	47.83	47.91	47.95	48.41	47.84	47.74	47.95	48.20	48.29	48.00	48.12	48.18	48.16
Cr₂O₃	19.91	19.71	19.81	20.08	19.77	20.07	19.31	19.54	19.66	19.49	19.67	19.60	19.69	19.66	19.87
Fe₂O₃	2.01	1.71	2.04	1.76	2.06	1.75	2.16	1.93	2.25	1.92	1.64	2.28	1.93	1.96	1.86
FeO	11.08	10.98	10.88	10.98	10.96	11.17	10.77	10.97	10.75	10.90	11.28	10.73	11.10	10.96	10.98
MnO	0.06	0.12	0.04	0.07	0.10	0.10	0.09	0.06	0.10	0.09	0.07	0.12	0.15	0.13	0.07
NiO	0.29	0.30	0.27	0.25	0.24	0.29	0.30	0.19	0.38	0.29	0.30	0.31	0.28	0.24	0.28
MgO	18.42	18.24	18.50	18.50	18.46	18.48	18.42	18.37	18.53	18.43	18.28	18.54	18.38	18.45	18.55
CaO	0.01	0.01	0.01	g	0.01	g	0.01	g	0.02	0.01	0.01	0.02	g	0.01	g
Na₂O	0.01	0.01	g	g	0.01	0.02	0.01	g	g	0.01	0.01	0.02	g	0.01	g
K₂O	g	g	0.01	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Toplam	99.85	99.00	99.48	99.68	99.66	100.38	99.01	98.89	99.73	99.41	99.64	99.72	99.75	99.68	99.89
Si	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	1.53	1.54	1.53	1.53	1.53	1.53	1.54	1.53	1.53	1.54	1.54	1.53	1.53	1.54	1.53
Cr	0.43	0.42	0.42	0.43	0.42	0.43	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42
Fe³⁺	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.05	0.04	0.04	0.04
Fe²⁺	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.25	0.24	0.25	0.26	0.24	0.25	0.25	0.25
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.74	0.74	0.75	0.75	0.75	0.74	0.75	0.75	0.75	0.74	0.74	0.75	0.74	0.74	0.75
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.75	0.74	0.75	0.75	0.75	0.75
Cr#	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.22	0.21	0.21	0.22	0.22	0.21	0.22
Fe³⁺#	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02

Ek Tablo 4'ün devamı

Spl	H20-3-21	H20-3-22	H20-3-23	H20-3-24	H21-3-1	H21-3-2	H21-3-3	H21-3-4	H21-3-5	H21-3-6	H21-3-7	H21-3-8	H21-3-9	H21-3-10	H21-3-11
SiO₂	0.06	0.04	0.03	0.05	0.18	0.81	0.62	0.21	0.05	0.25	0.19	0.21	0.08	0.12	0.19
TiO₂	0.03	0.03	0.04	0.04	0.02	0.04	0.04	0.04	0.08	0.06	0.04	0.03	0.03	0.02	0.02
Al₂O₃	48.07	47.78	47.97	47.23	49.95	47.64	48.93	48.67	51.09	50.90	49.92	48.13	50.41	52.42	52.25
Cr₂O₃	19.62	19.57	19.70	20.18	18.02	18.48	17.80	17.89	18.18	17.92	18.07	17.87	17.90	17.40	17.73
Fe₂O₃	2.35	2.25	2.17	2.15	1.63	g	0.54	0.99	1.14	1.33	0.67	1.00	1.50	1.27	1.41
FeO	10.90	11.00	10.86	11.16	10.43	11.00	10.79	10.24	9.97	9.99	9.88	9.92	9.87	9.71	9.85
MnO	0.09	0.05	0.14	0.10	0.07	0.06	0.09	0.07	0.04	0.05	0.12	0.13	0.07	0.06	0.11
NiO	0.32	0.31	0.28	0.23	0.37	0.32	0.26	0.35	0.32	0.30	0.35	0.35	0.26	0.25	0.33
MgO	18.51	18.35	18.48	18.21	19.07	18.40	18.72	18.56	19.63	19.74	19.18	18.41	19.45	20.20	20.17
CaO	g	g	0.02	0.01	0.02	0.03	0.05	0.01	g	0.04	0.01	0.04	0.02	g	0.03
Na₂O	0.02	g	g	g	g	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	g	0.02	g	g	0.01
K₂O	0.01	g	g	g	0.01	0.01	g	g	g	g	g	g	g	g	g
Toplam	99.98	99.37	99.69	99.36	99.77	96.79	97.86	97.03	100.52	100.58	98.40	96.11	99.61	101.44	102.10
Si	-	-	-	-	-	0.02	0.02	0.01	-	0.01	0.01	0.01	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Al	1.53	1.53	1.53	1.52	1.58	1.55	1.57	1.58	1.59	1.58	1.59	1.57	1.59	1.61	1.60
Cr	0.42	0.42	0.42	0.43	0.38	0.40	0.38	0.39	0.38	0.37	0.39	0.39	0.38	0.36	0.36
Fe³⁺	0.05	0.05	0.04	0.04	0.03	-	0.01	0.02	0.02	0.03	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03
Fe²⁺	0.25	0.25	0.25	0.25	0.23	0.25	0.25	0.24	0.22	0.22	0.22	0.23	0.22	0.21	0.21
Mn	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.75	0.74	0.75	0.74	0.76	0.76	0.76	0.76	0.77	0.78	0.77	0.76	0.77	0.78	0.78
Ca	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.75	0.75	0.75	0.74	0.77	0.75	0.76	0.76	0.78	0.78	0.78	0.77	0.78	0.79	0.79
Cr#	0.21	0.22	0.22	0.22	0.19	0.21	0.20	0.20	0.19	0.19	0.20	0.20	0.19	0.18	0.19
Fe³⁺#	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	-	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01

Ek tablo 4'ün devamı

Spl	H21-3-12	H21-3-13	H21-3-14	H21-3-15	H21-3-16	H21-3-17	H21-3-18
SiO₂	0.06	0.12	0.05	0.05	0.08	0.06	0.07
TiO₂	0.06	0.05	0.01	0.04	0.04	0.02	0.04
Al₂O₃	52.23	51.89	51.11	51.70	51.90	51.26	53.44
Cr₂O₃	17.41	17.47	17.70	17.01	16.99	17.16	17.68
Fe₂O₃	1.63	1.20	1.19	1.64	1.56	1.70	1.26
FeO	9.52	9.75	9.92	9.64	9.55	9.50	9.68
MnO	0.10	0.11	0.09	0.10	0.13	0.07	0.09
NiO	0.37	0.33	0.28	0.34	0.29	0.35	0.28
MgO	20.20	19.92	19.47	19.80	19.94	19.75	20.60
CaO	g	g	0.01	0.01	g	0.03	0.01
Na₂O	0.01	0.01	0.01	g	0.01	g	g
K₂O	g	g	0.01	g	g	0.01	0.01
Toplam	101.57	100.85	99.84	100.33	100.48	99.91	103.16
Si	-	-	-	-	-	-	-
Ti	-	-	-	-	-	-	-
Al	1.60	1.61	1.60	1.61	1.61	1.60	1.61
Cr	0.36	0.36	0.37	0.35	0.35	0.36	0.36
Fe³⁺	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.02
Fe²⁺	0.21	0.21	0.22	0.21	0.21	0.21	0.21
Mn	-	-	-	-	-	-	-
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Mg	0.78	0.78	0.77	0.78	0.78	0.78	0.79
Ca	-	-	-	-	-	-	-
Na	-	-	-	-	-	-	-
K	-	-	-	-	-	-	-
Toplam	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
Mg#	0.79	0.78	0.78	0.79	0.79	0.79	0.79
Cr#	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18
Fe³⁺#	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.01

Ek Tablo 5. Harmancık yöresi ultramafik kayalarına ait örneklerin ana oksit ve iz element analiz sonuçları (AK: Ateşte kayıp, *: ICP-MS analizleri, -: Cihazın ölçüm sınırının altında kalan değerler).

Örnek	H1	H2	H3	H10A	H11A	H13	H15	H16	H19	H20	H21	H22	H23	RE H1	H4
%Ağırlık															
SiO ₂	44.01	43.81	44.72	43.23	44.50	43.92	43.22	42.43	42.99	43.68	44.00	44.17	42.83	43.84	44.72
Al ₂ O ₃	0.75	1.95	0.94	1.58	2.13	0.94	1.07	0.85	1.78	1.84	2.17	2.02	1.99	0.76	1.86
Fe ₂ O ₃ (T)	7.98	9.13	9.24	8.88	8.85	8.35	8.18	8.68	8.98	8.96	8.69	8.09	8.44	8.06	9.59
MnO	0.11	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.11	0.11	0.12	0.10	0.12	0.11	0.12	0.10	0.10
MgO	46.14	42.12	44.39	44.08	41.82	44.89	45.77	46.51	43.75	44.21	42.26	42.66	44.03	46.22	43.15
CaO	0.58	2.11	0.05	1.68	2.05	1.30	1.07	0.83	1.94	0.73	2.26	2.31	1.99	0.59	0.04
Na ₂ O	0.02	0.08	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.05	0.03	0.05	0.03	0.01
K ₂ O	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05
TiO ₂	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02
P ₂ O ₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cr ₂ O ₃	0.38	0.48	0.45	0.39	0.44	0.45	0.40	0.40	0.37	0.41	0.40	0.42	0.39	0.37	0.47
Toplam	100.04	99.89	100.02	100.05	100.02	100.04	99.90	99.90	100.02	100.03	100.03	99.90	99.93	100.03	100.01
AK	9.90	8.40	14.60	9.10	9.80	7.50	9.40	10.60	8.30	12.60	7.60	10.20	13.00	9.90	15.70
µ/gr (ppm)															
Ba	4	4	9	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
*Co	95	101	113	102	96	99	107	112	116	119	123	-	-	-	-
Cr	1310	1636	1555	1324	1491	1528	1352	1374	1253	1413	1359	1432	1349	1279	1596
*Cu	8	42	21	22	27	31	8	14	32	23	32	-	-	-	-
Nb	5	5	5	5	10	7	5	5	5	5	8	5	5	5	5
Ni	2272	2218	2440	2278	2134	2289	2317	2354	2366	2340	2384	2162	2193	2244	2535
Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sc	5	12	11	10	12	10	8	8	12	11	12	12	12	5	12
Sr	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
*V	27	59	51	49	59	39	40	37	61	57	76	-	-	-	-
Y	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5	5
*Zn	80	60	90	53	64	43	46	48	51	48	51	-	-	-	-
Pb	0.755	0.250	0.262	0.901	0.316	0.315	0.050	-	-	-	-	-	-	-	-
Th	-	0.013	-	-	-	-	0.008	0.034	-	-	-	-	-	-	-
U	0.000	0.028	0.045	0.013	0.009	0.005	0.000	0.028	0.027	0.033	0.035	-	-	-	-

Ek Tablo 5'in devamı

Örnek	H5	H6	H7	H8	H12	H14	H17A	H18
%Ağırlık								
SiO₂	44.18	43.92	44.79	44.23	42.94	44.81	42.57	43.89
Al₂O₃	2.21	1.02	0.95	1.35	1.61	1.16	0.89	1.44
Fe₂O₃(T)	10.16	9.85	8.49	9.34	10.03	8.26	8.67	8.28
MnO	0.10	0.06	0.13	0.11	0.09	0.13	0.09	0.10
MgO	42.74	44.55	45.13	44.41	44.70	45.17	46.54	45.03
CaO	0.04	0.05	0.04	0.02	0.01	0.02	0.70	0.69
Na₂O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.01
K₂O	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05
TiO₂	0.05	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01
P₂O₅	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cr₂O₃	0.47	0.51	0.41	0.46	0.56	0.39	0.36	0.37
Toplam	100.01	100.04	100.02	100.01	100.03	100.03	99.90	99.89
AK	15.90	14.10	15.10	14.60	14.70	14.50	10.60	13.40
μ/gr (ppm)								
Ba	4	4	4	4	4	17	4	4
*Co	-	-	-	-	-	-	-	-
Cr	1600	1751	1410	1579	1932	1340	1240	1260
*Cu	-	-	-	-	-	-	-	-
Nb	6	5	5	5	5	5	5	5
Ni	2540	2684	2335	2330	3111	2398	2409	2459
Pb	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sc	13	8	9	10	12	8	7	9
Sr	20	20	20	20	20	20	20	20
*V	-	-	-	-	-	-	-	-
Y	5	5	5	5	5	5	5	5
*Zn	-	-	-	-	-	-	-	-

Ek tablo 6. Harmancık yöresine ait harzburjit örneklerinin Nadir Toprak Element (NTE) analiz sonuçları (-: Cihazın ölçüm sınırlarının altında kalan değerler)

Örnek	H-1	H-2	H-3	H10A	H11-A	H-13	H-15	H-16	H-19	H-20	H-21
La	-	0.016	0.011	0.004	0.018	0.001	0.019	0.020	0.011	0.060	0.019
Ce	-	-	-	-	-	-	0.040	0.053	0.011	0.034	-
Pr	-	0.008	0.005	0.002	0.005	0.001	0.001	0.002	0.001	0.006	0.005
Nd	-	0.043	0.016	0.005	0.019	0.001	0.004	0.007	0.009	0.039	0.035
Sm	-	0.033	0.005	0.003	0.016	-	-	-	0.012	0.036	0.040
Eu	-	0.011	0.000	0.001	0.006	-	-	-	0.006	0.016	0.019
Gd	-	0.078	0.007	0.012	0.047	-	-	-	0.039	0.058	0.076
Tb	-	0.017	0.002	0.004	0.011	-	-	-	0.011	0.014	-
Dy	-	0.114	0.011	0.029	0.088	-	-	-	0.074	0.071	0.123
Ho	-	0.027	0.002	0.008	0.021	-	-	-	0.019	0.018	0.029
Er	-	0.089	0.011	0.028	0.072	-	-	-	0.065	0.064	0.104
Tm	-	0.014	0.002	0.004	0.012	-	-	-	0.011	0.011	0.019
Yb	-	0.091	0.016	0.035	0.086	-	-	-	0.072	0.076	0.120
Lu	-	0.015	0.003	0.006	0.014	-	-	-	0.012	0.012	0.018

ÖZGEÇMİŞ

Ahmet Dündar ŞEN, 1982 yılında Trabzon'da doğdu. 1988-1993 yılları arasında Trabzon Mimar Sinan İlkokul'unda ilk öğrenimini tamamladı. 1993-2000 yılları arasında Orta ve Lise öğrenimini Trabzon Yunus Emre Anadolu Lisesi'nde tamamladıktan sonra, 2001 yılında K.T.Ü Gümüşhane Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nde Lisans programına başladı. Bu bölümden 2005 yılında mezun olduktan sonra aynı yıl, K.T.Ü Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği, Mineraloji-Petrografi Anabilim Dalı'nda Yüksek Lisans eğitimine başladı. 2008 yılında Yüksek Lisans eğitimini tamamladı.