ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Harmancık - Orhaneli (Bursa) Bölgelerinde Gözlenen Ofiyolitik Kayaların Petrolojik Özellikleri

Evren ARSLAN

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Mart, 2023

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ

FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ ONAYI

Harmancık - Orhaneli (Bursa) Bölgelerinde Gözlenen Ofiyolitik Kayaların Petrolojik Özellikleri

---

Evren ARSLAN

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Bu Doktora Tezi .. / .. /2023 Tarihinde Aşağıdaki Jüri Üyeleri Tarafından Değerlendirilmiş ve Oybirliği/Oyçokluğu ile Kabul Edilmiştir.

Jüri : Prof. Dr. Osman PARLAK (Danışman) .....

: Prof. Dr. Utku BAĞCI .....

: Doç. Dr. Mustafa AKYILDIZ .....

: Doç. Dr. Tamer RIZAOĞLU .....

: Dr. Öğr. Üyesi Güzide ÖNAL .....

Bu Tez Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında Hazırlanmıştır.

Tez No:

Prof. Dr. Sadık DİNÇER
Enstitü Müdürü

Not: Bu tezde kullanılan özgün ve başka kaynaktan yapılan bildirişlerin, çizelge ve fotoğrafların kaynak gösterilmeden kullanımı, 5846 sayılı Fikir ve Sanat Eserleri Kanunundaki hükümlere tabidir

İÇİNDEKİLER

ÖZ I
ABSTRACT II
TEŞEKKÜR III
ÇİZELGELER DİZİNİ IV
ŞEKİLLER DİZİNİ VI
1. GİRİŞ 1
1.1. Doğu Akdeniz Neotetis Ofiyolitleri 8
1.2. Bölgesel Jeoloji 10
1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi 11
1.3.1. Orhaneli Grubu 12
1.3.2. Alt Eosen Çökelleri ve Eosen Plütonları 16
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR 17
2.1. Ofiyolitler ve Kromititler Üzerine Yapılan Çalışmalar 17
2.2. Bölgesel Jeolojik Çalışmalar 21
3. MATERYAL VE METOD 27
3.1. Materyal 27
3.2. Metod 27
3.2.1. Büro Çalışmaları 27
3.2.2. Arazi Çalışmaları 27
3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları 29
4. ARAŞTIRMA BULGULARI 33
4.1. Arazi Gözlemleri, Petrografi ve Detay Jeoloji Haritası Çalışmaları 33
4.1.1. Harmancık (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Manto Tektonitlerinin Jeolojisi 33
4.1.2. Harmancık (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Manto Tektonitlerinin Petrografisi 36
4.1.3. Orhaneli (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Manto Tektonitleri ve Kümülat Kayaçların Jeolojisi 42
4.1.4. Orhaneli (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Ofiyolitik Kayaçların Petrografisi 43
4.2. Harmancık Bölgesi Manto Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Cevherleşmeleri 52
4.2.1. Paşa Ocak 55
4.2.2. Swanapol Ocağı 57
4.2.3. Hudut-3 Ocağı 60
4.2.4. Baraj Ocağı 62
4.2.5. Leopar Ocağı 63
4.2.6. Osmanlı Ocağı 65

4.2.7. Barış Ocağı 66
4.2.8. Erk Ocak 66
4.2.9. Çin Ocak 67
4.2.10. Yankoviç Ocak 69
4.3. Mineral Kimyası Çalışmaları 70
4.3.1. Klinopiroksen 70
4.3.2. Ortopiroksen 77
4.3.3. Olivin 82
4.3.4. Krom Spinel 90
4.3.5. Amfibol 100
4.3.6. Plajiyoklas 103
4.4. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Ofiyolitlerinin Jeokimyası 104
4.4.1. Peridotitler 104
4.4.2. Harmancık Kromititlerinin Jeokimyası 115
4.4.3. Kümülat Gabrolar 120
5. TARTIŞMA 127
5.1. Harmancık ve Orhaneli Ofiyolitlerinin Tektonik Ortamları 129
5.2. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Ofiyolitlerinin Kısmi Ergime Dereceleri 133
5.3. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Peridotitlerinde Yer Alan Kromititleri Oluşturan Ana Ergiyik Bileşimi 138
5.4. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Peridotitlerinin Sıcaklık Basınç Koşulları 144
5.5. Harmancık Bölgesi Kromititlerinin Oluşum Mekanizması 146
6. SONUÇLAR 155
KAYNAKLAR 159
ÖZGEÇMİŞ 195
EKLER 196

ÇUKUROVA ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

DOKTORA TEZİ

Harmancık - Orhaneli (Bursa) Bölgelerinde Gözlenen Ofiyolitik Kayaların Petrolojik Özellikleri

Evren ARSLAN

Danışman: Prof. Dr. Osman PARLAK

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

ÖZ

Kuzeybatı Türkiye'de Bursa ilinin güneyinde, İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) okyanusal baseninden türeyen Geç Kretase yaşlı Harmancık ve Orhaneli ofiyolitlerine ait mafik ve ultramafik kayaçlar yüzeylenmektedir. Harmancık (Bursa) bölgesinde manto tektonitlerine ait kayaçlar (Cpx-harzburjit, harzburjit ve dunit) ve bunları değişik yapısal seviyelerde kesen tekil diyabaz daykları görülmekte iken, Orhaneli bölgesinde ise az oranda manto tektonitlerine ait peridotitler ile yoğun olarak ultramafik ve mafik kümülat kayaçlar gözlenmektedir. Harmancık bölgesinde yoğun olarak podiform kromitit oluşumları ve az oranda bantlı kromititler, Orhaneli bölgesinde ise baskın olarak bantlı kromititler bulunmaktadır. Harmancık ofiyoliti peridotitleri abisal ve yay-önü karakter sunar, %10-20 oranında kısmi ergime kalıntıları olup 0.38-0.68 Cr# değerlerine sahiptirler. Orhaneli ofiyoliti peridotitleri ise yay-önü karakter sunar, %15-22 oranında kısmi ergime kalıntıları olup 0.47-0.86 Cr# değerlerine sahiptirler. Kromititler podiform kromit olarak sınıflanmaktadır. Harmancık bölgesi kromititlerinin Cr# değerleri 0.66-0.82 arasında, Orhaneli bölgesi kromititleri ise 0.76-0.92 Cr# değerlerine sahip olup >%30 kısmi ergime süreçleri ile oluşmuşlardır. Her iki bölgedeki kromititlerin boninitik özellikteki magmanın yan kayaç (harzburjit) ile etkileşimine bağlı olarak oluştuğu sonucuna varılmıştır.

Anahtar Kelimeler: Harmancık, Orhaneli, Ofiyolit, Kromit, Kısmi Ergime

UNIVERSITY OF ÇUKUROVA
INSTITUTE OF NATURAL AND APPLIED SCIENCES

PhD THESIS

Petrological Features of Ophiolitic Rocks Observed in Harmancık - Orhaneli (Bursa) Regions

Evren ARSLAN

Supervisor: Prof. Dr. Osman PARLAK

Department of Geological Engineering

ABSTRACT

Ultramafic to mafic rocks from the Late Cretaceous Harmancık and Orhaneli ophiolites, derived from the İzmir-Ankara-Erzincan (IAE) oceanic basin, crop out to the south of Bursa in NW Turkey. Harmancık (Bursa) region is characterized by mantle tectonites (Cpx-harzburgite, harzburgite and dunite) and associated isolated dikes intruding at different structural levels, whereas the Orhaneli area is represented mainly by ultramafic to mafic cumulated and mantle peridotites to a lesser extend. In the Harmancık region, there are intense podiform chromitite occurences and less banded chromitites, while in the Orhaneli region there are predominantly banded chromitites. Harmancık region peridotites, presenting abyssal to fore-arc character, were resulted from 10-20% partial melting residues with Cr# values of 0.38-0.68. Peridotites of the Orhaneli ophiolite, on the other hand present a fore-arc character and were resulted from 15-22% partial melting residues with Cr# values of 0.47-0.86. Chromitites are classified as podiform chromites. The Cr# values of the Harmancık region chromitites range from 0.66 to 0.82, while the Orhaneli region chromitites 0.76 to 0.92, suggesting that both chromitites formed by >30% partial melting processes. It was concluded that the chromitites in both regions were formed due to the interaction of the boninitic magma with the host rock (harzburgite).

Keywords: Harmancık, Orhaneli, Ophiolite, Chromite, Partial Melting

TEŞEKKÜR

Doktora tez çalışmalarımın her aşamasında yapıcı öneri ve eleştirileri ile beni yönlendiren danışman hocam Prof. Dr. Osman Parlak'a en içten teşekkürlerimi sunarım.

Gerek Doktora Tez izleme Komitesi (TİK)'nde yer alarak çalışmalarım ile ilgili bilimsel yönlendirme ve eleştirileri ile tezimin şekillenmesine önemli katkılar sağlayan ve gerekse tez savunma jürisinde bulunarak son ana kadar yapıcı önerileri ile destek olan Doç. Dr. Mustafa Akyıldız ve Prof. Dr. Utku Bağcı'ya teşekkür ederim. Tez savunma jürimde yer alarak yapıcı önerilerde bulunan Doç. Dr. Tamer Rızaoğlu ve Dr. Öğr. Üyesi Güzide Önal'a teşekkür ederim.

Tez çalışmalarım süresince Bölümümüz laboratuvar cihazlarının kullandırılmasına imkan sağlayan Jeoloji Mühendisliği Bölüm Başkanı Prof. Dr. Ulvi Can Ünlügenç, petrografik amaçlı ince-kesit yapımını gerçekleştiren Ayhan Zenginoğlu ve jeokimyasal analiz için numune hazırlanmasında yardımcı olan Ertuğrul Çanakçı'ya teşekkür ederim.

Tez arazimden derlediğim kayaç örneklerinin tüm kaya ana ve iz element analizlerinin gerçekleştirilmesinde katkılar sunan Dr. Yong Xu (China University of Geosciences, Wuhan) ve Dr. Hong Jun (China Geological Survey, Xi'an Center)'a teşekkürü bir borç bilirim.

Tez arazimden derlediğim kayaç örneklerinden seçilen parlak kesitler üzerinde mineral kimyası analizlerini Hannover Üniversitesi (Almanya) Minerolojik Bölümünde gerçekleştiren Dr. Chao Zang ve Çin Yerbilimleri Üniversitesi Wuhan'da gerçekleştiren Dr. Junpeng Wang'a içtenlikle teşekkür ederim.

Petrografik analizler ve laboratuar çalışmalarımda yardımlarını esirgemeyen Arş. Gör. Emrah Şimşek'e teşekkür ederim. Tez çalışmalarım süresince beni her zaman teşvik eden ve her türlü yardımı esirgemeyen sınıf arkadaşlarım Arş. Gör. Dr. Emre Pınarcı ve Jeoloji Yük. Müh. Mustafa Belen'e şükranlarımı sunuyorum.

Arazi çalışmalarıma her zaman destek olan Jeoloji Yük. Müh. Barış Til'e, Maden Mühendisi Ali Çor'a, CVK Holding İşverenleri Mahmut Çevik, Halil Çevik, Aziz Çevik, Emre Çevik ve Barış Çevik'e, CVK Holding Genel Müdürleri Hüseyin Çınar ve Seydan İclek'e, Hayri Ögelman Madencilik İşletme Müdürü Jeoloji Yük. Müh. Arif Oğuzhan Maviş'e, CVK Madencilik İşletme Müdürü Ferhat Uğurlu ile Tesis Müdürü Ferhat Kaya'ya, Kardan Madencilik İşverenleri Özcan Korkmaz, Umut Girgin ve İlyas Gulap'a teşekkür ederim.

Ayrıca tüm hayatım boyunca desteklerini benden esirgemeyen babam Musa Arslan, annem Duriye Arslan ve ağabeyim Etem Arslan'a sonsuz teşekkürlerimi ve şükranlarımı sunarım.

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 3.1. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitlerinden derlenen örneklerin kayaç türü, WGS 84 Datumu (EPSG 4326) koordinat ve lokasyon bilgileri 28
Çizelge 3.2. ME-ICP06 analiz metodunun deteksiyon limitleri 31
Çizelge 3.3. ME-XRF26S analiz metodunun deteksiyon limitleri 31
Çizelge 3.4. ME-MS61L analiz metodunun deteksiyon limitleri 32
Çizelge 4.1. Harmancık (Bursa) ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait kayaçların CIPW norm hesaplamalarına bağlı modal minerolojik bileşimleri 36
Çizelge 4.2. Orhaneli (Bursa) ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait kayaçların CIPW norm hesaplamalarına bağlı modal minerolojik bileşimleri 44
Çizelge 4.3. Orhaneli (Bursa) ofiyolitinde yer alan kümülat kayaçların CIPW norm hesaplamalarına bağlı modal minerolojik bileşimleri 44
Çizelge 4.4. Harmancık (Bursa) bölgesinde 2004-2021 yılları arasında yapılan üretimlerin yıllık bazda dağılımı 56
Çizelge 4.5. Harmancık civarında yüzeylenen ultramafik kayaçlar ile Orhaneli civarında ultrmafik ve mafik kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası içerikleri 71
Çizelge 4.6. Çalışma alanlarında yüzeyleyen ultramafik kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri 77
Çizelge 4.7. Harmancık ofiyolitinde manto peridotitlerinde gözlenen olivinlerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri 83
Çizelge 4.8. Orhaneli civarında yüzeyleyen manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen olivinlerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri 83
Çizelge 4.9. Harmancık ofiyolitinde manto peridotitlerinde gözlenen krom spinellerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri 91
Çizelge 4.10. Orhaneli ofiyolitinde manto peridotitlerinde gözlenen krom spinellerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri 95
Çizelge 4.11. Çalışma alanlarında yüzeyleyen manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen amfibollerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri 101
Çizelge 4.12. Orhaneli (Bursa) ofiyolitinde gözlenen gabrolara ait plajiyoklasların mineral kimyası içerikleri 103
Çizelge 4.13. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitinde manto peridotitlerinin karşılaştırmalı tüm kaya ana bileşik içerikleri Çizelge 4.14'de verilmiştir 105
Çizelge 4.14. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait manto tektonitlerindeki kromititlerin ana ve iz element içerikleri 115

Çizelge 5.1. Verimli okyanus ortası sırtı bazaltı manto (FMM) değerlerinin farklı kısmi ergime derecelerine göre kalıntı mantodaki iz element içeriklerinin hesaplanması 134
Çizelge 5.2. Çalışma alanlarında yer alan kromitlerin oluştuğu ergiyiğe ait hesaplanan ortalama Al_2O_3,TiO_2 ve FeO/MgO değerleri..... 140
Çizelge 5.3. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin sıcaklık, basınç ve derinlik değerleri..... 146
Çizelge 5.4. Harmancık bölgesi manto tektonitlerinde gözlenen harzburjitler içerisindeki ortopiroksen ve kromitlerin Al_2O_3, Cr_2O_3 ve Cr# değerleri 148

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Türkiye ve çevresindeki Neotetis ofiyolitlerinin dağılımı ve U-Pb tarihlendirmeleri 7
Şekil 1.2. Bursa-Kütahya arasındaki bölgede yüzeyleyen birimlerin jeoloji haritası 8
Şekil 1.3. Tavşanlı Zonunda batısındaki tektono-stratigrafik/magmatik birimlerin dikme kesiti..... 13
Şekil 1.4. Tavşanlı Zonu'da gözlenen birimlerin ilişkisini gösterir jeolojik enine kesit..... 14
Şekil 3.1. ICP-MS Yöntemi ile tayin edilebilen elementler ve deteksiyon Limitleri 30
Şekil 4.1. Harmancık güneyinin (Kozluca Köyü) detay jeoloji haritası ve kromit mostralarının lokasyonları 34
Şekil 4.2. Harmancık kuzeybatısı Miran bölgesi detay jeoloji haritası ve yer altı galerilerinin durumu 35
Şekil 4.3. Harmancık (Bursa) batısında gözlenen dunit-harzburjit ardalanması..... 35
Şekil 4.4. Harmancık Peridotitlerinde yer alan manto kayaçlarının CIPW normative değerlerine göre Ol-Opx-Cpx üçgen diyagramında sınıflandırılması..... 37
Şekil 4.5. Asarlık Tepe civarında yüzeylenen harzburjitlerin arazi görünümü..... 38
Şekil 4.6. Harmancık bölgesi tektonitlerinde yer alan harzburjitlerin ince kesit görünümleri..... 38
Şekil 4.7. Tavşantepesi batısında gözlenen Dunit-Harzburjit sınırı ve dunitlerin arazi görünümleri..... 39
Şekil 4.8. Harmancık bölgesi tektonitlerinde yer alan dunitlerin ince kesit görünümü 39
Şekil 4.9. Diyabaz dayklarının arazideki görünümü 40
Şekil 4.10. Harmancık bölgesi tektonitlerini kesen diyabaz dayklarının ince kesit görünümü 41
Şekil 4.11. Harmancık Tektonitleri İçerisinde gözlenen kromititlerin arazi görünümü 42
Şekil 4.12. Harmancık bölgesi tektonitlerinde yer alan kromititlerin ince kesit görünümü 42
Şekil 4.13. Orhaneli (Bursa) bölgesinde yüzeylenen ofiyolitlerin detay jeoloji haritası 43
Şekil 4.14. Orhaneli bölgesi peridotitlerinde yer alan manto kayaçlarının CIPW normative değerlerine göre Ol-Opx-Cpx üçgen diyagramında sınıflandırılması..... 45
Şekil 4.15. Orhaneli ofiyolitinde yer alan gabroyik kayaçların CIPW normatif modal minerolojik bileşimlerine Pl-Ol-Prx üçgen diyagramında sınıflandırılması..... 45
Şekil 4.16. Ömeraltı köyünün güneydoğusunda gözlenen harzburjitlerin arazi görünümü..... 46
Şekil 4.17. Harzburjitlerin ince kesit görünümü 47
Şekil 4.18. Göynükbelen köyünün güney batısında yer alan açık ocak içerisinde gözlenen kümülat dunit ve kromitit bantları 47
Şekil 4.19. Kümülat dunitlerin ince kesit görünümü 48

Şekil 4.20. Topuk köyü kuzeyinde gözlenen tabakalı gabroların arazi görünümü 49
Şekil 4.21. Gabroların ince kesit görünümleri 49
Şekil 4.22. Orhaneli bölgesi kümülatları içerisinde gözlenen bantlı kromititlerin arazi görünümü 50
Şekil 4.23. Orhaneli bölgesinde kümülatlarının içerisinde yer alan bantlı kromititlerin ince kesit görünümü 50
Şekil 4.24. Olivinli Klinopiroksenitlerin arazi görünümü 51
Şekil 4.25. Olivinli Klinopiroksenitlerin görünümü 51
Şekil 4.26. Asarlık Tepenin kuzey batısında yer alan dunitlerin içerisinde yan kayaç magma etkileşimi sonucu oluşan kromit ve kalıntı harzburjitler 52
Şekil 4.27. Harmancık bölgesinde yer alan kromit mostra ve ocaklarının MTA 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde görünümü 53
Şekil 4.28. Tavşan Tepe civarında gözlenen mostraların doğrultu ve eğim yönlerini gösterir detay jeoloji haritası 54
Şekil 4.29. Harmancık bölgesi güneyinde yer alan kromitit mostralarının konumlarını gösteren gül diyagramları 54
Şekil 4.30. Harmancık bölgesi kuzeyinde yer alan kromitit mostralarının konumlarını gösteren gül diyagramları 55
Şekil 4.31. Paşa Ocak ve çevresinin 1/5000 ölçekli detay jeoloji haritası 56
Şekil 4.32. Paşa Ocakta bulunan cevherlerin geometrilerini gösterir üç boyutlu harita 57
Şekil 4.33. Paşa Ocakta tespit edilen kromititlerin sondaj karotlarının görünümü 57
Şekil 4.34. Swanapol Ocağının yerüstü detay jeoloji haritası 58
Şekil 4.35. Swanapol Ocağındaki üretim aynalarında dunit-krom dokanak ilişkileri 58
Şekil 4.36. Swanapol ocağı yeraltı detay jeoloji haritası 59
Şekil 4.37. Swanapol ocağı içerisindeki kromititlerin geometrilerini gösterir üç boyutlu jeoloji haritası 59
Şekil 4.38. Hudut-3 ocağının yeraltı detay jeoloji haritaları 60
Şekil 4.39. Hudut-3 aynalarında dunit-kromitit dokanak ilişkileri 61
Şekil 4.40. Hudut-3 ocağı içerisindeki kromititlerin geometrilerini gösterir üç boyutlu harita 61
Şekil 4.41. Baraj ocağı ve çevresinin yerüstü detay jeoloji haritası 62
Şekil 4.42. Baraj Ocağı içerisindeki galerilerde görülen üretim aynalarında dunit-kromitit dokanak ilişkileri 62
Şekil 4.43. Baraj ocağı içerisindeki kromitit kütlelerinin geometrilerini gösterir üç boyutlu harita 63
Şekil 4.44. Leopar Ocağı ve çevresinin detay jeoloji haritası 63
Şekil 4.45. Leopar ocak giriş bölgesinde cevherleşmenin uzaktan ve yakından görünümü 64

Şekil 4.46. Leopar ocağı içerisindeki boru tipi kromitit merceğinin geometrisini gösterir üç boyutlu harita 64
Şekil 4.47. Osmanlı ocağı çevresinin detay jeoloji haritası 65
Şekil 4.48. Osmanlı ocağı içerisinde cevher-yan kayaç-fay ilişkilerinin görünümü 65
Şekil 4.49. Barış ocak ve çevresinin detay jeoloji haritası 66
Şekil 4.50. Barış ocak girişinde gözlenen bantlı kromititlerin görünümü 66
Şekil 4.51. Erk ocak ve çevresinin detay jeoloji haritası 67
Şekil 4.52. Erk ocak çevresinde gözlenen kromititlerin yakından görünümü 67
Şekil 4.53. Çin ocak ve çevresinin detay jeoloji haritası 68
Şekil 4.54. Çin ocak galeri girişi (üst) ve kromitit-dunit dokanak ilişkisinin görünümü 68
Şekil 4.55. Yankoviç ocağı ve çevresinin detay jeoloji haritası 69
Şekil 4.56. Yankoviç ocağının genel görünümü 69
Şekil 4.57. Harmancık (HT2A) ve Orhaneli (KM8) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen klinopiroksenlerin çekirdek ve kenar zonları arasındaki kimyasal değişimler 70
Şekil 4.58. Orhaneli ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 72
Şekil 4.59. Orhaneli ofiyolitlerinin manto tektonitlerine ait klinopiroksenleri sınıflama diyagramı 73
Şekil 4.60. Orhaneli ofiyolitine ait olivinli klinopiroksenitlerde gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 73
Şekil 4.61. Orhaneli ofiyolitlerinin olivinli klinopiroksenitlerine ait klinopiroksenleri sınıflama diyagramı 74
Şekil 4.62. Orhaneli ofiyolitine ait gabrolarda gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 74
Şekil 4.63. Orhaneli ofiyolitine ait gabrolardaki klinopiroksenleri sınıflama diyagramı 75
Şekil 4.64. Orhaneli ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 76
Şekil 4.65. Harmancık ofiyolitlerinin manto tektonitlerine ait klinopiroksenleri sınıflama diyagramı 76
Şekil 4.66. Harmancık (HT 4B) ve Orhaneli (KM8) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen ortopiroksenlerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler 77
Şekil 4.67. Harmancık ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen ortopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 79

Şekil 4.68. Harmancık ofiyolitin gözlenen peridotitlere ait ortopiroksenleri sınıflama diyagramı 80
Şekil 4.69. Orhaneli ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen ortopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 80
Şekil 4.70. Orhaneli ofiyolitin gözlenen peridotitlere ait ortopiroksenleri sınıflama diyagramı 81
Şekil 4.71. Orhaneli ofiyolitine ait mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 81
Şekil 4.72. Orhaneli ofiyolitin gözlenen mafik kümülatlara ait ortopiroksenleri sınıflama diyagramı 82
Şekil 4.73. Harmancık (HT 3A) ve Orhaneli (KM2) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen olivinlerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler 82
Şekil 4.74. Harmancık ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 84
Şekil 4.75. Harmancık ofiyolitine ait dunitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 85
Şekil 4.76. Harmancık ofiyolitine ait kromititlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 86
Şekil 4.77. Orhaneli ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 87
Şekil 4.78. Orhaneli ofiyolitine ait kümülat dunitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 88
Şekil 4.79. Orhaneli ofiyolitine ait kümülat olivin klinoklinopiroksenitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 89
Şekil 4.80. Harmancık (HT 3A) ve Orhaneli (KM 22A) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen krom spinellerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler 90
Şekil 4.81. Harmancık ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 92
Şekil 4.82. Harmancık ofiyolitine ait dunitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 93
Şekil 4.83. Harmancık ofiyolitine ait kromititlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 94
Şekil 4.84. Orhaneli ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 96

Şekil 4.85. Orhaneli ofiyolitine ait kümülat dunitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 97
Şekil 4.86. Orhaneli ofiyolitininin kümülat kesimlerinde bulunan kromititlerde krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 98
Şekil 4.87. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesindeki manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen kromit minerallerinin Cr# ve Mg# değerlerine göre sınıflandırılması 99
Şekil 4.88. Harmancık (HT-2A) ve Orhaneli (KM12-KM19) bölgelerinden örnek olarak seçilen ultramafik ve mafik kayaç örneğinde gözlenen amfibollerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler 101
Şekil 4.89. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitlerine ait ultramafik-mafik kayaçlardaki amfibolleri sınıflama diyagramı 102
Şekil 4.90. Orhaneli (Bursa) bölgesi ofiyolitine ait gabrolardaki plajiyoklasları sınıflandırma diyagramı 104
Şekil 4.91. Harmancık ofiyolitine ait harzburjitlerin %MgO içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 106
Şekil 4.92 Orhaneli ofiyolitine ait harzburjitlerin %MgO içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı 107
Şekil 4.93. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli ofiyolitinde yer alan harzburjitlerin ana element içeriklerinin TOM (tüketilmiş okyanusal manto) değerleri ile karşılaştırılması 108
Şekil 4.94. Orhaneli Ofiyolitinin manto peridotitlerinin (harzburjit) %MgO içeriklerinin iz elementler ile korelasyonu 108
Şekil 4.95. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin Al_2O_3 – CaO içeriğine göre sınıflandırılması 109
Şekil 4.96. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin Al_2O_3 – CaO içeriğine göre sınıflandırılması 110
Şekil 4.97. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin ana oksit içeriklerinin hesaplanan susuz bileşimlere dayandırılan tektonik ortam sınıflaması 111
Şekil 4.98. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı 112
Şekil 4. 99. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı 112
Şekil 4.100. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı 114

Şekil 4.101. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı 114
Şekil 4.102. Harmancık bölgesi ofiyolitlerindeki kromititlerin Cr# karşı ana-iz element korelasyonları 116
Şekil 4.103. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı 117
Şekil 4.104. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı 118
Şekil 4.105. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş genişletilmiş örümcek diyagramı 119
Şekil 4.106. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş genişletilmiş örümcek diyagramı 119
Şekil 4.107. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların total alkali - silika diyagramında sınıflandırılması 120
Şekil 4.108. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların AFM diyagramında sınıflandırılması 120
Şekil 4.109. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların ana element oksit içeriklerinin MgO'e göre değişimi. 121
Şekil 4.110. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların TiO2 - MnO- P2O5 üçgen diyagramında sınıflandırılması 122
Şekil 4.111. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların V - Ti ikili diyagramında sınıflandırılması 123
Şekil 4.112. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların Y – La - Nb üçgen diyagramında sınıflandırılması 123
Şekil 4.113. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların AFM diyagramında sınıflandırılması. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların AFM diyagramında sınıflandırılması 124
Şekil 4.114. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabrolarının kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı 125
Şekil 4.115. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabrolarının ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı 126
Şekil 5.1. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait ultramafik kayaçlarda gözlenen piroksen minerallerinin Cr_2O_3, Al_2O_3 ve TiO_2 içeriklerinin Mg# numarasına karşı değişim diyagramı 130
Şekil 5.2.(a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait ultramafik kayaçlardaki krom spinellerin TiO_2-Al_2O_3 diyagramındaki konumları 131

Şekil 5.3.(a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait ultramafik kayaçlardaki krom spinellerin tektonik ortamları ve kısmi ergime derecelerini gösterir Cr# - Mg# diyagramı.....132
Şekil 5.4. Harmancık (a) ve Orhaneli (b) ofiyolitlerine ait peridotitlerde gözlenen krom spinellerinin Al-Cr-Fe+3 katyonlarına göre sınıflandırılması 133
Şekil 5.5. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait peridotit kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösterir diyagram 135
Şekil 5.6. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotit kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösterir diyagram 136
Şekil 5.7. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait harzburjitik kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösteren Ni/Yb – Yb diyagramı 137
Şekil 5.8. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait harzburjitik kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösteren Ni/Yb – Yb diyagramı 138
Şekil 5.9. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde yer alan kromititler içerisindeki krom spinellerin hesaplanan Al_2O_3 içeriklerine göre ana magma bileşimleri 139
Şekil 5.10. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde yer alan kromititler içerisindeki krom spinellerin TiO_2 içeriklerine göre ana magma bileşimlerinin sınıflandırılması 140
Şekil 5.11. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait manto peridotitlerindeki kromititlerin krom spinel minerallerinin Cr# - %Cr/Fe oranlarına göre manto stratigrafisindeki konumları 141
Şekil 5.12. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait kromititlerde bulunan krom spinellerin ilksel magmalarının FeO/MgO - Al_2O_3 içeriklerine göre sınıflandırılması 142
Şekil 5.13. Orhaneli ve Harmancık bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerdeki krom spinellerin ana magmalarının türedikleri tektonik ortamları gösterir diyagram. 143
Şekil 5.14. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde yeralan ultramafik kayaçların sıcaklık hesaplamalarında kullanılan mineral çiftlerine ait geri saçılmış elektron görüntüleri 145
Şekil 5.15. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait manto tektonitleri içerisinde yer alan harzburjitlerin tüketilme derecesi ile kromitit oluşumuna uygunluğu arasındaki ilişki 148
Şekil 5.16. Neotetis okyanusun açılması esnasında litosferik mantonun (abisal peridotitlerin) %15-20 arası kısmi ergimeye uğraması.....150

Şekil 5.17. Neotetis okyanusun kapanması esnasında esnasında litosferik mantonun %25 arası kısmi ergimeye uğrayarak yay önü peridotitlerinin oluşumu.....151
Şekil 5.18. Dalma-batma zonunda oluşan bonititik magmanın ortaç harzburjitleri (Cr#=0.46) ergitmesi sonucu Harmancık kromitlerinin oluşumu.....152
Şekil 5.19. Harmancık peridotitlerinde kromit toplama ve kromit çökelme alanları.....153

1. GİRİŞ

Orojenik kuşaklarda yaygın olarak gözlenen magmatik-metamorfik kayaç grupları, ofiyolitler olarak tanımlanmakta olup okyanusal kabuk ve üst manto peridotitlerinin kalıntıları olarak değerlendirilmesi plaka tektoniğindeki gelişmelere bağlı olarak ortaya çıkmıştır (Gass, 1968; Dewey ve Bird, 1970; Moores, 1970; Coleman, 1971; Moores ve Vine, 1971). Ofiyolitler üzerine gerçekleştirilen öncel çalışmalar, bu kaya topluluğunun okyanus ortası sırtlarda oluştuklarını ileri sürmekteydi (Gass, 1968; Moores ve Vine, 1971; Coleman, 1977). Ancak, daha sonra ofiyolitik kayalar üzerine özellikle jeokimyasal verilere dayalı çalışmalarda okyanus içi yitim ile ilişkili bir ortamda (yay-önü, yay veya yay-gerisi) oluştukları ortaya konmuş ve Güneybatı Pasifik bölgesindeki güncel yay-önü ortamlara benzerlikleri araştırıcılar tarafından vurgulanararak çeşitli modeller önerilmiştir (Casey ve Dewey, 1984; Hawkins ve ark., 1984; Leich, 1984; Pearce ve ark., 1984; Stern ve Bloomer, 1992).

Ofiyolitler içyapıları ve yerleşme biçimleri bakımından Kordilleran (Cordilleran) ve Tetis (Tethyan) tipi olmak üzere iki grupta incelenmiştir (Moores, 1982). Yığışım tipi orojenik kuşaklarda gözlenen Kordilleran tipi ofiyolit kompleksleri, yapısal olarak yitim-yığışım kompleksleri üzerinde yer alırlar ve okyanusal malzemenin devamlı yitimine bağlı büyüme ve/veya sırt-hendek etkileşimleri yoluyla aktif kıta kenarlarına tektonik olarak aktarılırlar. Cordilleran tipi ofiyolitler genel olarak yoğun deformasyona maruz kalmış heterojen bir okyanusal temel üzerinde ve boyunca gelişerek, ada yayı toleyiti (IAT) ile kalkalkalen türü magmalardan türeyen, piroklastik kayaçlar ve felsik farklılaşma ürünleri içeren tam bir ada yayı istiflerini bünyesinde barındıran polijenetik özellik sunmaktadırlar (Dilek, 2005). Uzun süreli farklı yitim yönleri ve kinematik süreçlere maruz kalmaları nedeniyle, oblik yitim etkisinde orojene paralel yırtılma fayları etkisiyle farklı yaş ve kimyasal içeriğe sahip iç içe geçmiş kayaları Kordilleran tipi ofiyolitlerde bir arada görmek mümkündür. Kordilleran tipi ofiyolitlerde levha daykları pek gelişmemiştir ve harzburjitik manto tektonitleri çok yaygın görülmemektedir. Bu tip ofiyolitler genellikle yüksek basınç (YB) metamorfizmasına maruz kalmış yığışım kompleksleri ile ilişkilidirler (Wakabayashi ve Dilek, 2000). Kordilleran tipi ofiyolitleri en iyi temsil örnekler Coast Range (Kaliforniya) ofiyolitleri ve Karayip çevresindeki Guatemala, Küba ve Venezuela bölgesindeki ofiyolitik komplekslerdir. Coast Range (Kaliforniya) ofiyolitleri yay-yaygerisi tektonik ortamda oluşmuştur (Shervais, 1990; Dickinson ve ark., 1996; Coleman, 2000; Beccaluva ve ark., 2004). Karayip bölgesindeki ofiyolitler, büyük okyanusal platolara ait litolojiler dahil olmak üzere parçalanmış mafik-ultramafik kaya topluluklarından oluşur ve polijenetik geçmişe sahip yitimle büyüyen (yığışım prizması) kalınlaşmış okyanus kabuğu parçaları ile temsil edilirler (Kerr ve ark., 1999; Giunta ve ark., 2002a, b).

Tetis tipi ofiyolitler ise yapısal olarak yitim, yitim gerilemesi ve yay-hendek sisteminin kıta kenarı ile çarpışmasına bağlı olarak pasif kıta kenarları üzerine yerleşmişlerdir (Robertson, 2002,

2004; Dilek ve Thy, 2009; Robertson ve ark., 2012; Parlak, 2016; Parlak ve ark., 2009). Doğu Akdeniz bölgesinde yer alan Mesozoyik yaşlı Tetis tipi ofiyolitler Penrose tipi (Anonim, 1972) ofiyolit istiflerinin tüm bileşenlerini içerirler. Doğu Akdeniz bölgesinde Balkanlar (Mirdita, Pindos, Vourinos, Othris), Türkiye (Kızıldağ, Kömürhan, İspendere, Mersin, Pozantı-Karsantı, Alihoca), Kıbrıs (Troodos), Suriye (Baer-Bassit), İran (Khoy, Neyriz, Kermanşah) ve Umman (Semail)'a kadar uzanan kuşakta yer alan Tetis ofiyolitleri üzerine bir çok çalışma yapılmış olup, okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştukları konusunda fikir birliği oluşmuştur (Şekil 1.1) (Alabaster ve ark., 1982; Pearce ve ark., 1984; Parlak ve ark., 1996, 2000, 2002, 2009; Yalınız ve ark., 1996; Bağcı ve ark., 2005, 2008; Dilek ve ark.,1999; Dilek ve Flower, 2003; Flower ve Dilek, 2003; Dilek ve Thy, 2009; Robertson, 2002, 2004; Robertson ve ark., 2006, 2007). Tetis tipi ofiyolitlerinin tabanında tektonik olarak ince bir metamorfik dilim ve melanj birimi gözlenmektedir (Juteau, 1980; Spray, 1984; Jamieson, 1986; Hacker ve ark., 1996; Parlak ve ark., 1995, 2006, 2019; Dilek ve ark., 1999; Çelik ve Delaloye, 2003; Robertson, 2004). Bu metamorfik dilim, okyanus içi yitimin başlaması ve okyanusal litosferin kıta üzerine yerleşmesi olaylarının başlangıcını işaret etmesi nedeniyle tektonik açıdan oldukça önemlidir (Wakabayashi ve Dilek, 2000; Parlak ve ark., 2019). Tetis tipi ofiyolitlerin tabanında gözlenen yitimle ilişkili yığışım prizmaları başlıca; (a) okyanusal litosfere ait serpantinit, gabro, bazalt türü kayalar, (b) pelajik sedimanter kayalar, (c) hendekte biriken kırıntılı (türbiditik) sedimanter kayalar ve (d) pasif kıta kenarının ıraksak ve yakınsak litolojilerini içermektedir. Gerek metamorfik dilimlere ve gerekse yığışım prizmalarına ait kayalar yitim zonlarında yüksek basınç metamorfizmalarına da maruz kalmışlardır (Plunder ve ark., 2016; Pourteau ve ark., 2010; Robertson ve ark., 2022).

Okyanus ortası sırtların altında yükselen astenosferik manto, basınç ferahlamasına (adiyabatik dekompresyon) bağlı kısmi erime ile bazaltik magma oluşturarak okyanusal kabuk oluşumuna katkı sunar. Bu nedenle, okyanusal litosfer mantosu, okyanus kabuğunun oluşumu ile ergime sonrası kalıntı mantoyu temsil eder. Ofiyolitler, bir kaya birlikteliği olup okyanusal litosfer kesiti (manto peridotitleri, ultramafik-mafik kümülatlar, izotrop gabro, levha daykları ve yastık debili bazaltlar) ile birebir benzerlik sunarlar. Ofiyolitlerin oluştuğu tektonik ortam geleneksel olarak kabuksal kayaçların (örn., bazalt, levha daykları, gabro) jeokimyasına dayandırılmaktadır (Pearce ve ark., 1984; Parlak ve ark., 1996, 2000, 2004, 2020; Dilek ve Furnes, 2014). Ofiyolitlerle ilişkili manto peridotitlerinin bileşimsel olarak farklılıklar sunması nedeniyle, bu kayaçların jeokimyasına dayandırılan tektonik ortam analizinde güvenle kullanılıp kullanılamayacağı hala tartışmalı bir durumdur (Yang ve ark., 2021). Ofiyolitlerdeki manto peridotitleri genellikle, (a) değişken ergime dereceleri, (b) daha önceden mantoda var olan heterojenlik ve (c) ergiyik-kayaç etkileşimi gibi süreçlerin bir kombinasyonuna bağlı olarak büyük bileşimsel farklılıklar gösterirler. Sonuç olarak, bazı ofiyolitlerdeki kabuk ve manto bölümleri basit bir ergiyik-kalıntı ilişkisini temsil etmeyebilir ve tek başına kabuk bölümlerinin analizleri muhtemelen ofiyoliti dizisinin doğasını tam olarak anlamak için yeterli olmayabilir (Snow ve ark., 2000; Ahmed ve ark., 2006;

González-Jiménez ve ark., 2012, 2013). Ofiyolitlerin manto kesimlerinde gözlenen ve başlıca kromitlerden oluşan podiform kromititler, ofiyolitik peridotitlerin oluşum ortamları hakkında önemli bilgiler içermektedirler. Ayrıca, kromit diğer manto minerallerine kıyasla alterasyona nispeten dirençli olduğundan, podiform kromititler okyanusal litosfer oluşumunun ilksel özelliklerinin kaydını muhafaza edebilirler (Dick ve Bullen, 1984). Ayrıca, çoğu abisal ve yay-önü peridotitlerinin önemli ölçüde alterasyona uğradığını unutmamak gerekir (Warren, 2016; Ishii ve ark., 1992; Parkinson ve Pearce, 1998; Okamura ve ark., 2006). Bu nedenle, peridotitlerin oluşum ortamının fizikokimyasal koşullarını yansıtan kısmi ergime ve kayaç-ergiyik etkileşimi gibi magmatik prosesleri anlamada krom spinel [Cr# = 100 × Cr/(Cr + Al); Mg# = 100 × Mg/(Mg + Fe^{2+}) ve TiO_2] ve klinopiroksenler (Mg#, Al_2O_3 ve TiO_2) oldukça hassastır (Dick ve Bullen, 1984; Arai ve Yurimoto, 1994; Zhou ve ark., 1994; Seyler ve ark., 2001, 2018). Bu nedenle, krom spinel ve klinopiroksen bileşimleri, ofiyolitik peridotitlerin tektonik ortamını ve petrojenezini belirlemek için hassas temsilciler olarak yaygın kabul görmektedirler.

Kromititler, genellikle mafik-ultramafik kayaçlarla ilişkili olup Cr ve Al'ca zengin spinelden (kromit) oluşan kayalardır. Kromititlerin ilişkili olduğu kayalara örnek verecek olursak; tabakalı sokulumlar (stratiform kromitit; örn., Jackson ve Thayer, 1972; Mondal ve Mathez, 2007; Latypov ve ark., 2017), anortositik kompleksler (örn., Rollinson ve ark., 2010), Ural-Alaskan tipi kompleksler (örn., Garuti ve ark., 2003; Han ve ark., 2021) ve ofiyolitlerin manto bölümü (örn., Thayer, 1964; Leblanc ve Nicolas, 1992; González-Jiménez ve ark., 2014a, b; Arai ve Miura, 2016; Arai, 2021). Ofiyolitik kütlelerin manto bölümü ile ilişkili olanlar geometrilerine bağlı olarak literatürde "podiform" (Thayer, 1963) veya ofiyolitik (Leblanc ve Nicolas, 1992) kromititler adı aldında gruplandırılırlar. Ofiyolitlerdeki kromitit gövdeleri, dunitik zarflarla yakından ilişkili damarlar, bantlar, schlieren veya konduit (boru) şekilli (Cassard ve ark., 1981) geometriler de sergileyebilir. Dunitik kayalar, okyanus ortası sırtlarda veya daha yaygın olarak okyanus içi yitim zonu üstü ortamlarında bazaltik ergiyikler ile tüketilmiş peridotitler (harzburjitler) arasındaki metasomatik reaksiyonla oluşmaktadır (González-Jiménez ve ark., 2014a; Arai ve Miura, 2016). Ofiyolitik kromititlerin oluşumu, son kırk yıldır tartışılan bir konu olup, kromit kristallenme mekanizması ve jeodinamik ortam ilişkisi arasında karşı karşıya gelen çeşitli fikirleri barındırmaktadır. Kromitin kristalleşme mekanizması üç geniş kategoride gruplandırılabilir. Birinci model; (1) üst manto veya kabuk-manto sınırına yakın magma odalarındaki veya kanallarındaki bazaltik ergiyiklerin fraksiyonel kristalleşmeye maruz kalmasını içerir (Dickey, 1975; Greenbaum, 1977; Lago ve ark., 1982; Leblanc ve Ceuleneer, 1992; Leblanc ve Nicolas, 1992). Bu modelin başka biçimleri veya türleri ise, ergiyik-kaya reaksiyonu (Zhou ve ark., 1994; Edwards ve ark., 2000) veya önceden var olan mafik kayaçların özümsenmesi gibi harici bir işlemle ergiyiğin bileşimini değiştirmeyi içermektedir (Bédard ve Hébert, 1998; Proenza ve ark., 1999a; Arai ve ark., 2004; Borisova ve ark., 2012; González-Jiménez ve ark., 2013). İkinci modelde; (2) dunit kanalları boyunca ergiyiklerin homojen veya heterojen karışımı söz konusudur (Arai ve Yurimoto, 1994;

Zhou ve ark., 1994, 2001; Arai ve Abe, 1995; Arai, 1997; Proenza ve ark., 1999a; Gervilla ve ark., 2005; González-Jiménez ve ark., 2011a; Shi ve ark., 2012). Üçüncü model ise, (3) oksijen fugasitesi etkisi ile evrimleşen sulu silikat ergiyiklerinin küçük fraksiyonlarından uçucular bakımından zengin sıvı fazların ayrılmasına dayanır (Gervilla ve ark., 2002; González-Jiménez ve ark., 2011b; Melcher ve ark., 1997; Proenza ve ark., 1999a).

Ofiyolitlere bağlı kromititler kimyasal bileşimleri açısından yüksek-Cr [Cr#=Cr/(Cr+Al) > 0.7]'lu ve yüksek-Al (Cr# <0.5)'lu kromititler olarak sınıflandırılırlar. Son yıllarda gerçekleştirilen çalışmalarda bazı araştırıcılar ofiyolitik kromititleri Cr# değerlerine göre ortaç (Cr# 0.5-0.7) olan üçüncü bir gruba ayırmaktadır (Uysal ve ark., 2016, 2018; Liu ve ark., 2019). Yüksek-Cr# kromititler, genellikle TiO_2 bakımından fakirdir (ağırlıkça <%0.25; Leblanc ve Nicolas, 1992) ve platin grubu elementler (PGE: Os, Ir, Ru, Rh, Pt, Pd) açısından zengindir. Yüksek-Al'lu kromititler ise, TiO_2 içeriği bakımından zengin (ağırlıkça %0.5'e kadar) ancak platin grubu elementler bakımından tüketilmişlerdir (Proenza ve ark., 1999a; González-Jiménez ve ark., 2014b). Yüksek-Cr# kromititlerden elde edilen kromit, boninitik lavlarla denge halinde olanlara benzer bir jeokimyasal özellik sunar ve bu nedenle, erken evredeki okyanus içi yitim zonlarının yay-önü ortamlarında oluşan boninitik ergiyiklerden itibaren oluştuğu şeklinde yorumlanır (Arai, 1992; Pagé ve Barnes, 2009). Buna karşın, yüksek-Al içeren kromititler ise, okyanus ortası sırt bazaltlarına (MORB) veya yay gerisi havza bazaltlarına (BABB) benzer bir bazaltik ergiyiklerden itibaren oluşurlar (Zhou ve ark., 1994; Graham ve ark., 1996; Melcher ve ark., 1997; Proenza ve ark., 1999a; González-Jiménez ve ark., 2011a). Ortaç-Cr# kromititler ise genel olarak yüksek-Cr# çeşitleri ile birliktelik sunmakta ve aşamalı olarak fraksiyonlanmaya uğrayan yay ergiyiklerinden itibaren oluştukları ifade edilmektedir (Uysal ve ark., 2016). Özetle, ofiyolitik kromitlerin oluşumuna yönelik geleneksel modeller, bunların üst mantodaki sığ derinliklerde (<50 km), deniz tabanı yayılmasına maruz kalan okyanusal litosferde, nispeten yüksek oksijen fugasitesinde (Frost ve McCammon, 2008) ve derin süreçler olmaksızın kristalleşmelerini önermektedir. Bu modellere göre, kromitler genellikle bir yay-önü ortamında yitim zonu üstü mantoda veya yay-gerisi veya okyanus ortası sırt ortamlarındaki litosferik mantoda oluşurlar.

Son yıllarda ofiyolitik kromititler üzerinde gerçekleştirilen birçok ayrıntılı araştırmalarda, kromititler ile peridotitlerle ilişkili ultra-yüksek basınç (örn., elmas, koezit, stişovit, TiO_2-II) ve/veya süper indirgeme göstergeleri olarak kabul edilenler (örn., moisanit, nitritler, nabit elementler, alaşımlar) de dahil olmak üzere, benzeri görülmemiş bir mineral grubunun keşfedilmesine olanak sağlamıştır (Bai ve ark., 1993; Robinson ve ark., 2004; Yang ve ark., 2007, 2015; Das ve ark., 2017). Kromititler içerisinde keşfedilen olağandışı mineraller nedeniyle, ofiyolitik kromititlerin oluşumu ve evriminde ultra-yüksek basınç ve süper indirgeme koşullarını içeren yeni modeller önerilmektedir. Yeni modeller genel olarak iki kategoriye ayrılabilir (Rollinson, 2016). Birinci modelde; üst manto-alt manto geçiş bölgesinin yakınında (< 420 km) ultra-yüksek basınç ortamında kromitin kristallentiğini varsayılmaktadır (Yang ve ark., 2014, 2015;

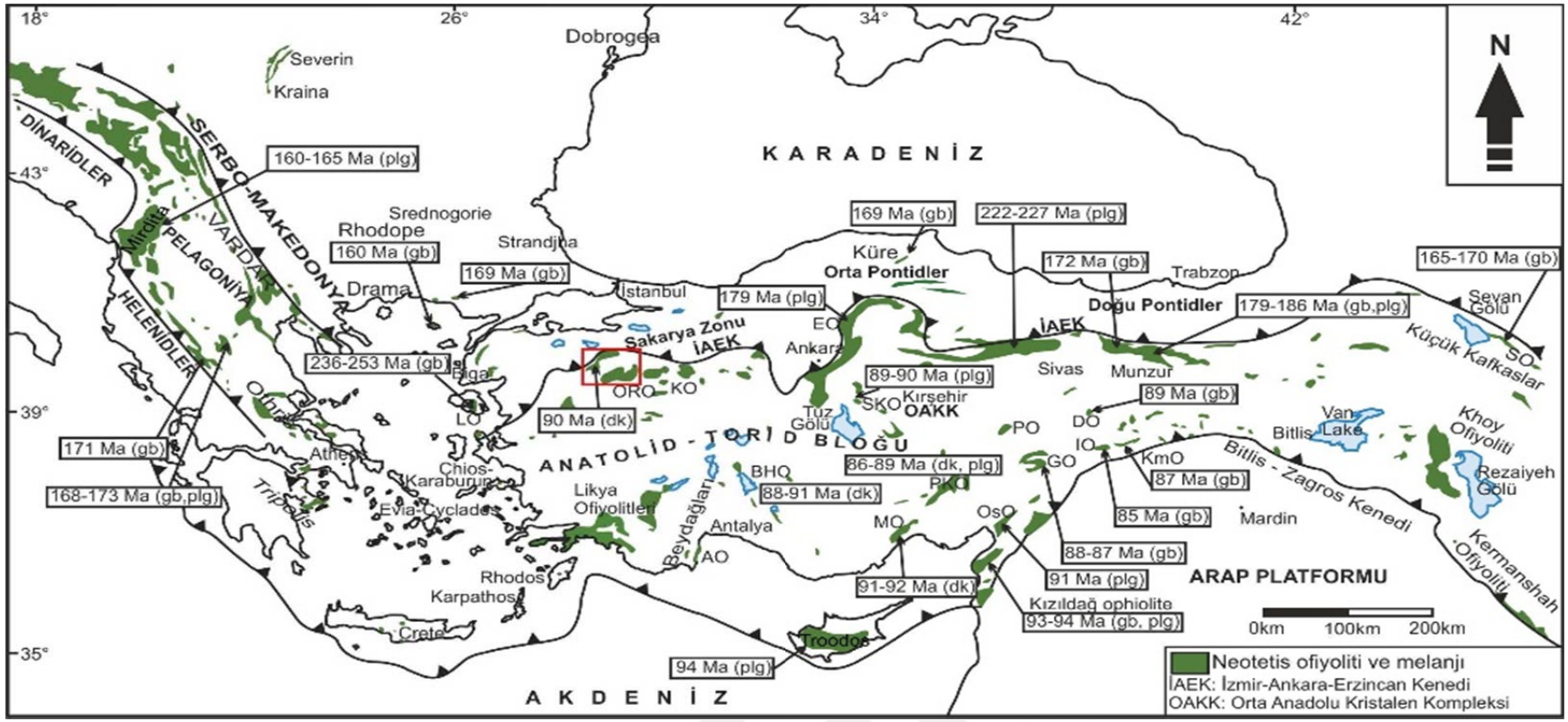
Xiong ve ark., 2015; Robinson ve ark., 2015). Sonrasında ise oluşan kromit, derin bir manto sorgucu (Yang ve ark., 2015) veya bir yitim levhasının yırtılması veya levha gerilemesinden kaynaklanan astenosferik mantonun yükselişi (Robinson ve ark., 2015) aracılığıyla sığ seviyelere taşınmaktadır. Zhou ve ark. (2014) ilk modele benzer şekilde bir model önermiştir. Burada kromit taneleri, yırtılan bir dalan levhadan kaynaklı kirlenme nedeniyle mantonun derinliklerinde oluşur ve yükselen astenosferik ergiyiklerle taşınan ultra-yüksek basınç ve/veya süper indirgeyici ortam mineralleri ile ilişkilendirilir. Kromitler daha sonra sığ litosferik mantoya yerleşirler. İkinci modelde ise; üst mantonun sığ derinliklerinde kromitin oluştuğu ve ardından ultra-yüksek basınç ortamlarına taşınarak evrimleşmesi şeklinde kabul edilmektedir (Arai, 2010, 2013; McGowan ve ark., 2015; Griffin ve ark., 2016; Arai ve Miura, 2016; González-Jiménez ve ark., 2017). Bu modele göre okyanus ortası sırtlarda veya yitim üstü zonlarda üst mantoda oluşan kromitler, daha sonra yitim süreçleriyle derin zonlara doğru taşınmıştır. Bu yollarla kromit, ultra-yüksek basınçlı ve süper indirgeyici mineral fazlarının bulunduğu manto geçiş bölgesine yakın derinliklere ulaşabilir. Dalan levhanın mantoya aşağı doğru penetrasyonu ve sonrasındaki gerilemesi, geçiş bölgesinden hızlı bir manto yükselmesine olanak sağlayabilecek, bu da kromitin sığ seviyelere doğru yükselmesine neden olabilecektir (Afonso ve Zlotnik, 2011; Moresi ve ark., 2014; McGowan ve ark., 2015; Griffin ve ark., 2016).

Doktora tezi kapsamında kuzeybatı Türkiye'de Bursa ilinin güneyinde, İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Kuşağı (İAEKK) ile ilişkili Harmancık ve Orhaneli ofiyolitleri çalışma alanları olarak belirlenmiştir (Şekil 1.2). Orhaneli (Bursa) bölgesinde yer alan ofiyolitik kayalar genel olarak ultramafik ve mafik kümülat kayalarla temsil edilmekte olup az oranda manto tektonitlerine ait peridotitler gözlenmektedir (Sarıfakıoğlu ve ark., 2009). Harmancık (Bursa) bölgesinde ise daha ziyade manto tektonitlerine ait kayalar (harzbujit ve dunit) ve bunları kesen tekil diyabaz daykları gözlenmektedir. Orhaneli bölgesinde baskın olarak bantlı kromitit ve Harrmancık bölgesinde ise hem bantlı hem de podiform yapıdaki kromitit oluşumları oldukça yaygındır. Her iki bölgede de kromit üretimi uzun yıllardan beri gerçekleştirilmekte ve bölge insanı için önemli bir isdihdam alanı oluşturmaktadır. Sözü edilen bölgelerdeki ofiyolitler ve ilişkili kayalarda gerçekleştirilen çalışmalar başlıca; (a) Orhaneli bölgesindeki kümülatların jeokimyası (Sarıfakıoğlu ve ark., 2009), (b) Orhaneli ve Harmancık bölgesindeki tekil daykların ve metamorfik dilim kayalarının jeokronolojisi ve petrojenezi (Xin ve ark., 2022), (c) Harmancık bölgesindeki peridotitlerin maruz kaldığı kısmi ergime ve metasomatizma süreçleri (Uysal ve ark., 2014, 2017), (d) Harmancık ve Orhaneli bölgesindeki kromitit-dunit kayalarının oluşumu, kromititlerde gözlenen platin grubu minerallerin (PGM) kökeni (Uysal ve ark., 2015; Chen ve ark., 2020), (e) Harmancık ve Orhaneli bölgesi kromititlerinin mantonun derin kesimlerine ait ultra yüksek basınç ortamında oluşan mineral inklüzyonlarını içermeleri (Akbulut ve ark., 2018) ve (f) Harmancık bölgesi peridotitleri içerisinde yer alan kromitit ve manyezit oluşumlarının post-magmatik hidrotermal süreçlere maruz kalması ile ilgili olaylar üzerinedir (Liu ve ark., 2023).

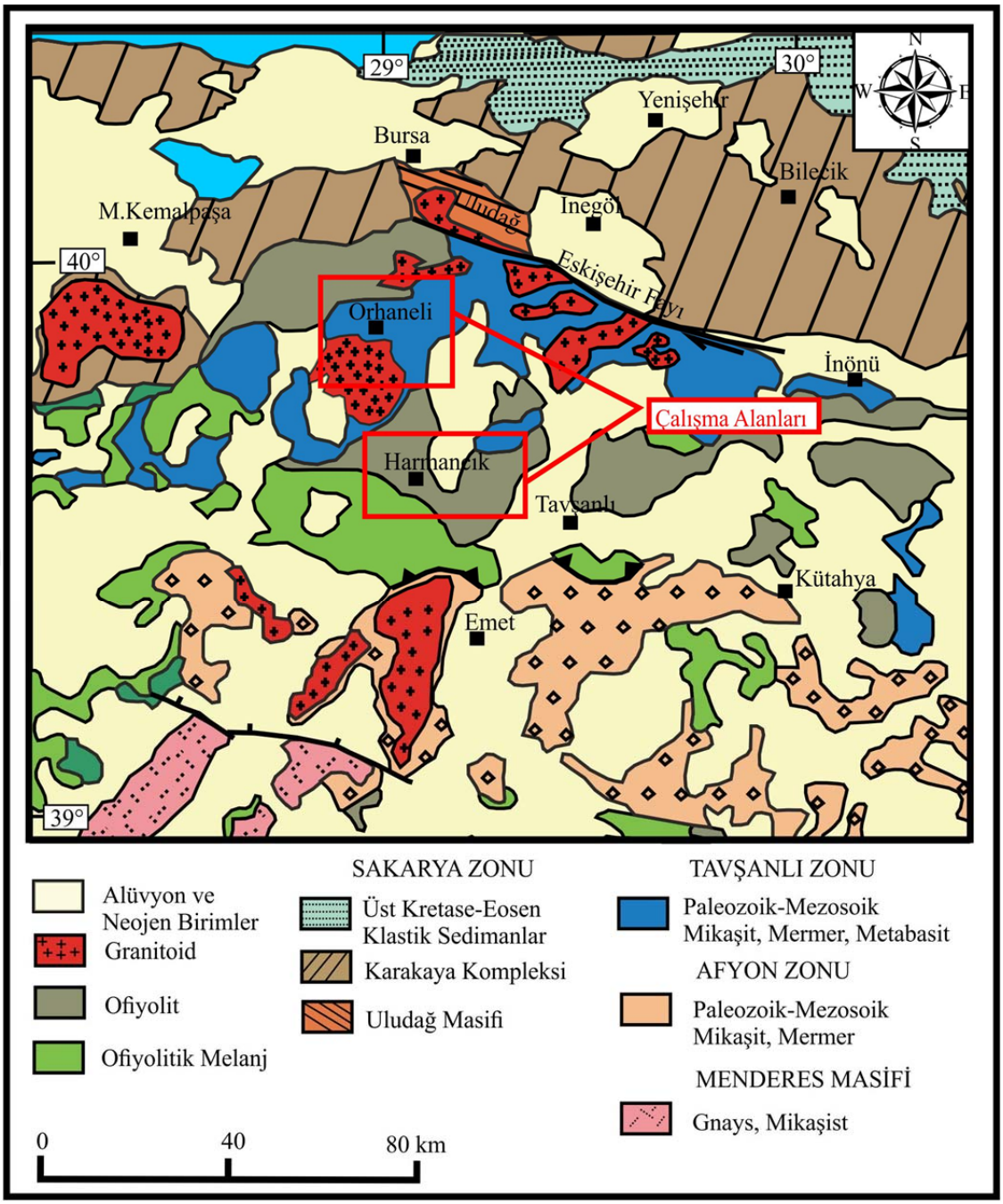
Daha önce yayınlanmış makaleler incelendiğinde, bölgedeki ofiyolitik kayalarda şimdiye kadar gerçekleştirilen çalışmaların genel olarak çok küçük alanlarda örnekleme yapılmak suretiyle daha ziyade esas olarak aletsel analiz yöntemlerinin (tüm kaya ana-iz element analizleri, mineral kimyası vb.) yoğun olarak kullanılmasına yönelik olduğu anlaşılmaktadır. Üst manto peridotitlerinde gözlenen kromitit oluşumlarında "kromitit-dunit-harzburjit" üçlüsünün arazi ilişkilerinin ortaya çıkarılması, bu kayaların yapısal olarak ofiyolit istifindeki yerinin (manto-kabuk geçişi veya derin manto ortamı) belirlenmesi aşamalarından sonra sistematik olarak örneklenmesi ve değerlendirilmesi daha sağlıklı sonuçlara ulaşılması açısından oldukça önemlidir.

Bu tez kapsamında Orhaneli ve Harmancık bölgesindeki manto peridotitleri ve kümülat kayalarda bütünleşik bir çalışma amaçlanmış olup (a) aktif olarak madencilik faaliyetlerinin yürütüldüğü her iki bölgedeki ocakların büyük bir kısmından örnekleme yapılmış, (b) cevher-yan kayaç ilişkisi belirlenerek cevher konumları ortaya konmuş, (c) her bir ocaktaki cevher damarları üç boyutlu olarak modellenmiş, (d) detaylı olarak gerçekleştirilen minerolojik-petrografik incelemeler sonrasında, (e) analiz edilecek örneklerin seçimi ile örnek hazırlama safhasına geçilerek, yurtdışı laboratuvar imkanları ile veriler elde edilmiştir.

Elde edilen tüm arazi ve laborauvar verileri birlikte değerlendirilerek, Orhaneli ve Harmancık bölgelerindeki (a) manto ve kümülat kayaların kökensel ilişkileri, (b) ofiyolitlerin oluşum süreci ve tektonik ortamı, (c) kısmi ergime süreçleri ve dereceleri, (d) kromitit oluşumuna neden olan ergiyiklerin kökeni, (e) manto peridotitleri içerisinde bulunan değişik boyutlarda kromitit yataklarının hangi koşullar altında oluştuğu ve boyutlarını belirleyen faktörlerin ortaya çıkarılması konularına açıklık getirilmeye çalışılmıştır.



Şekil 1.1. Türkiye ve çevresindeki Neotetis ofiyolitlerinin dağılımı ve U-Pb tarihlendirmeleri. Çalışma alanı kırmızı çerçeve ile işaretlenmiştir. Yaş verileri; Dilek ve Thy (2006, 2009), Dilek ve ark. (2008), Liati ve ark., (2004), Mukasa ve Ludden (1987), Konstantinou ve ark., (2007), Parlak ve ark. (2013), Karaoğlan ve ark. (2012, 2013a, b), Koglin (2008), Koglin ve ark. (2009), Topuz ve ark. (2012), Sarıfakıoğlu ve ark., (2012), Robertson ve ark. (2013), Van Hinsbergen ve ark. (2016), Alparslan ve Dilek (2018). Kısaltmalar; LO: Lesvos Ofiyoliti, AO: Antalya Ofiyoliti, BHO: Beyşehir-Hoyran Ofiyoliti, ORO: Orhaneli Ofiyoliti, KO: Kınık Ofiyoliti, EO: Eldivan Ofiyoliti, MO: Mersin Ofiyoliti, PKO: Pozantı-Karsantı Ofiyoliti; OsO: Osmaniye Ofiyoliti, GO: Göksun Ofiyoliti, PO: Pınarbaşı Ofiyoliti, IO: Ispendere Ofiyoliti, DO: Divriği Ofiyoliti, KmO: Kömürhan Ofiyoliti, SO: Sevan Ofiyoliti, SKO: Sarıkaraman Ofiyoliti; plg: plajiyogranit, gb: gabro, dk: dayk, tnl: tonalit, rhy: riyolit (Harita, Dilek ve Flower, 2003; Çelik ve ark., 2011'den sadeleştirilmiştir.)



Şekil 1.2. Bursa-Kütahya arasındaki bölgede yüzeyleyen birimlerin jeoloji haritası (Okay (2004)'ten sadeleştirilmiştir)

1.1. Doğu Akdeniz Neotetis Ofiyolitleri

Alp-Himalaya orojenik kuşağı boyunca gözlenen Mesozoyik yaşlı Neotetis ofiyolitleri, batıda Orta-Geç Jura yaşlı Dinarid, Arnavutluk ve Helenid kuşaktaki ofiyolitler ile doğudaki Geç Kretase yaşlı Türkiye, Troodos (Kıbrıs), Baer-Bassit (Suriye), Khoy-Kermanşah-Neyriz (İran) ve Semail (Umman) ofiyolitlerini içermektedir. Balkanlarda gözlenen Orta-Geç Jura yaşlı ofiyolitlere ait kabuksal kayalar, okyanus ortası sırt ortamı ile okyanus içi yitim zonu üzerindeki tektonik ortamın jeokimyasal kayıtlarını sunmaktadırlar (Şekil 1.1) (Bebien ve ark., 1998; Bortolotti ve ark., 2002; Robertson, 2002; Robertson ve ark., 2012; Robertson and Shallo, 2000; Hoeck ve ark., 2002;

Dilek and Flower, 2003; Saccani ve ark., 2004; Dilek ve ark., 2005, 2008; Tremblay ve ark., 2009). Bununla birlikte Türkiye'den Umman'a kadar uzanan doğudaki Geç Kretase ofiyolitlerine ait kabuksal kayalar ise okyanus içi yitim zonu karakterize edilmektedirler (Pearce ve ark., 1984; Hebert and Laurent, 1990; Lytwyn and Casey, 1993; Yalınız ve ark., 1996; Collins and Robertson, 1998; Dilek ve ark., 1999; Floyd ve ark., 2000; Parlak ve ark., 1996, 2000, 2002, 2004, 2009, 2012; Al-Riyami ve ark., 2002; Robertson, 2002; Robertson ve ark., 2006, 2007, 2022; Flower and Dilek, 2003; Dilek and Thy, 2009; Dilek and Furnes, 2009).

Kuzey Türkiye'de, İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağındaki ofiyolitler her zaman tabandan tavana tam bir okyanusal litosfer istifi göstermemelerine rağmen, kabuksal kayaçları okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşan ofiyolitlerin jeokimyasal özelliklerini gösterirler (Şekil 1.1). Bu ofiyolitler, Batı Anadolu'da yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfizmasına uğrayan ve pasif kıta kenarı konumunda olan Torid-Anatolid platformuna Kampaniyen'de yerleşmişlerdir (Okay, 1989; Yılmaz ve ark., 1997; Göncüoğlu ve ark., 2000; Robertson, 2002; Robertson ve ark., 2009). Niğde-Kırşehir metamorfik masifinin üzerinde ve Ankara melanjı içerisinde İzmir-Ankara-Erzincan okyanusu veya İç Toros okyanusundan türeyen düzensiz ve eksikli yitim zonu üstünde oluşan ofiyolitler bulunmaktadır. Bu ofiyolitlerle ilişkili Orta Turoniyen-Erken Santoniyen yaşlı asidik volkanikler, volkanoklastik sedimanlar ve intruzifler ise okyanus içi yay gelişiminin önemli göstergeleridir (Yalınız ve ark., 1996; Yalınız and Göncüoğlu, 1998). Sözü edilen bölgede yapılan çalışmalarda Triyas, Jura ve Geç Kretase yaşlı izotopik yaş tarihlendirmeleri çeşitli araştırıcılar tarafından yayımlanmıştır (Dilek ve Thy, 2006; Çelik ve ark., 2011, 2013, 2016, 2019; Von Hinsbergen ve ark., 2016; Xin et al., 2022). İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağının batıdaki Vardar zonunun devamı olduğu konusunda ilgili yorumlar yapılmaktadır (Dilek ve Thy, 2006; Çelik ve ark., 2011). Kuzeydoğu Anadolu'da ise daha geniş yüzlekler sunan Jura yaşlı ofiyolit ve ofiyolitli melanj kütlelerine rastlanmaktadır (Rice ve ark., 2006, 2009; Sarıfakıoğlu ve ark., 2009; Parlak ve ark., 2012; Topuz ve ark., 2012; Robertson ve ark., 2013). Bu kütleler iyi korunmuş ofiyolitik istifler, melanj birimleri ve lokal ölçekte mavi şist mostralarını barındırmaktadırlar. Bu bölgedeki ofiyolitlerin Geç Kretase-Erken Tersiyer döneminde güneyde Toros pasif kıta kenarı üzerine, kuzeyde ise pontid aktif kıta kenarı üzerine yerleşmesi ile ilgili çeşitli çalışmalar bulunmaktadır (Okay and Şahintürk, 1997; Yılmaz ve ark., 1997; Rice ve ark., 2006, 2009). Bu ofiyolitik birimler Kampaniyen-Mastrihtiyen yaşlı sedimanter birimler tarafından örtülmüşlerdir ve daha sonraki tektonik hareketlerle ofiyolitik kayaçlar tarafından tektonik olarak üzerlenmişlerdir (Okay ve Şahintürk, 1997; Rice ve ark., 2006, 2009).

Toros kuşağı üzerinde yer alan ofiyolitler batıda Likya napları ile başlamakta doğuda ise Divriği ofiyoliti ile son bulmaktadır (Şekil 1.1). Bu ofiyolitler Likya napları (Köyceğiz ve Yeşilova), Tekirova (Antalya), Beyşehir-Hoyran napları, Mersin, Pozantı-Karsantı (Aladağ), Pınarbaşı (Kayseri) ve Divriği (Sivas) ile temsil edilirler ve Toros karbonat platformunun kuzey ya da güney kenarına Geç Kretase'de yerleşmişlerdir (Juteau, 1980). Toros dağ kuşağı üzerindeki

ofiyolitler İzmir-Ankara-Erzincan, İç Toros ve Güney Neotetis okyanuslarından türemişlerdir. Sözü edilen ofiyolit istifleri tabandan tavana doğru ofiyolitik melanj, metamorfik dilim ve ofiyolit tektonostratigrafisini tüm Toros kuşağı boyunca gösterirler. Gerçekleştirilen jeokimyasal ve jeokronolojik çalışmalar, Toros dağ kuşağı ofiyolitlerinin okyanus içi yitim zonu üzerinde Geç Kretase döneminde oluştuğunu işaret etmektedir (Collins ve Robertson, 1998; Parlak ve ark., 1996, 2000, 2002, 2006, 2019; Parlak ve Delaloye, 1999; Robertson, 2002; Andrew ve Robertson, 2002; Vergili ve Parlak, 2005; Çelik ve Delaloye, 2003; Çelik ve Chiaradia, 2008; Çelik, 2007; Plunder ve ark., 2016; Çörtük ve ark., 2016, 2022).

Güneydoğu Anadolu'da kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu Türkiye, Kıbrıs ve Suriye'yi içine alan kuzey ve güney olmak üzere iki farklı ofiyolit kuşağının olduğu belirtilmektedir (Şekil 1.1). (Robertson 2002; Robertson ve ark., 2012; Parlak ve ark., 2009). Güney kuşak içerisinde Troodos (Kıbrıs), Baer–Bassit (Suriye), Antalya (Tekirova ve Gödene), Hatay, Amanos ve Koçali ofiyolitleri gözlenmektedir. Bu ofiyolitler Geç Kretase'de Güney Neotetis okyanusunda Bitlis-Pütürge masifi ve Arap platformu arasında gelişen bir okyanusal basenden türemişlerdir (Parlak ve ark., 2009; Robertson ve ark., 2012). Bölgesel karşılaştırma yapıldığında; Kızıldağ ofiyolitinin Baer-Bassit ve Troodos ofiyoliti ile benzer petrolojik ve jeokimyasal özellikler sunduğu birçok çalışmada belirtilmektedir. (Robertson, 1986a,b; Al-Riyami ve Robertson, 2002; Al-Riyami ve ark., 2002; Al-Riyami ve ark., 2002; Robertson, 2002; Karaoğlan ve ark., 2012, 2013; Şimşek ve ark., 2023). Kuzeyde yer alan ofiyolit kuşağı ise, Toros platformu ile Bitlis-Pütürge masifi arasında yer alan ve Berit okyanusu olarak isimlendirilen okyanusal basenden türeyen Göksun, İspendere, Kömürhan, Guleman ve Killan ofiyolitlerini kapsamaktadır (Parlak ve ark., 2004; Rızaoğlu ve ark., 2006; Robertson ve ark., 2012). Bu kuşaktaki ofiyolitler metamorfik Malatya-Keban platformu tarafından tektonik olarak üzerlenmekte ve Geç Kretase yaşlı granitoyidler tarafından kesilmektedir (Parlak 2006; Rızaoğlu ve ark., 2009; Karaoğlan ve ark., 2013). Sonuç olarak, kuzey kuşakta yer alan ofiyolitlerin Güney Neotetis okyanusunun kuzey kenarı (Malatya–Keban Platformu) ile Bitlis-Pütürge metamorfikleri arasında yer alan bir okyanusal basende (Berit okyanusu) ve güney kuşak ofiyolitlerinin ise Güney Neotetis okyanusunun güney kenarı boyunca Arap platformu ile Bitlis-Pütürge metamorfikleri arasındaki bir okyanusal basende Geç Kretase'de oluştuklarını işaret etmektedir (Robertson ve ark., 2006, 2007; Parlak ve ark., 2009, 2012). Hem güney kuşak hem de kuzey kuşağa ait ofiyolitlere ait kabuksal kayalarda gerçekleştirilen jeokimyasal çalışmalar ile ofiyolitlerin okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştukları ortaya konmuştur (Parlak ve ark., 2004; Bağcı ve ark., 2005, 2008; Rızaoğlu ve ark., 2006).

1.2. Bölgesel Jeoloji

Türkiye anakarası jeolojik olarak ana üç tektonik birimden oluşmaktadır. Bunlar; Pontidler, Torid-Anatolidler ve Arap platformudur (Ketin, 1966). Bu tektonik birimler Mesozoyik döneminde okyanusal basenlerle ayrılmış, günümüzde ise bu okyanusal basenlerin kapanması ile oluşmuş

kenet kuşakları tarafından çepeçevre sarılmaktadırlar. Türkiye'nin kuzeyinde Alpin-Himalaya orojenik kuşağının en önemli bileşenlerinden biri olan İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kened kuşağı, Torid-Anatolid platformunu Pontidlerden ayırmakta olup batıda Balkan yarımadasındaki Vardar kenedi ve doğuda Küçük Kafkaslardaki Sevan-Akera kenedi ile tektonik olarak bağlantılıdır (Şekil 1.1) (Okay, 2008). Pontidler bir bütün olarak kompozit (karmaşık) bir yapıda olan olup Sakarya, İstanbul ve Rodop-Istıranca tektonik birimlerini içermektedir. Pontidler, Karadeniz baseninin Geç Kretase döneminde İzmir-Ankara-Erzincan okyanusal litosferinin kuzeye olan yitimine bağlı olarak açılmasından önce Avrasya'nın güney kenarına eklenmiştir (Okay, 2008; Okay ve ark., 2013; Hippolyte ve ark., 2016). Pontidler Lavrasya süperkıtasının bir parçası olarak değerlendirilmektedir (Okay, 2008). Torid-Anatolid platformu ise Prekambriyen-Paleozoyik kıtasal temel üzerinde gelişmiş Mesozoyik yaşlı platform karbonatlarından oluşan bir levha olup Triyas'tan itibaren Gondwana'nın kuzey kenarından koparak uzaklaşmıştır (Barrier ve ark., 2008; Speranza ve ark., 2012). İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) okyanusunun Geç Kretase-Paleosen yitimine bağlı olarak gelişen Alpin dönemi metamorfizma, ofiyolit-melanj yerleşimi ve deformasyon olaylarından Anatolid-Torid platformunun kuzey ucu oldukça fazla etkilenmiştir (Okay, 2011; Okay ve ark., 1998, 2008). Kuzeybatı Anadolu'da Anatolid-Torid bloğunda üç ana bölgesel metamorfizma zonu görülmektedir (Okay, 2008). Bunlar; kuzeyde Kretase yaşlı mavişist kuşağı ile temsil edilen Tavşanlı Zonu, daha güneyde daha düşük metamorfiklerin gözlendiği Afyon Zonu ve en güneyde ise Eosen dönemi Barrow-tipi metamorfizma etkisinde kalan Menderes Masifi'dir. Yine, İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenedi ile Menderes Masifi arasında kalan bölgede genel olarak Triyas-Kretase yaşlı kireçtaşı blokları içeren Üst Kretase-Paleosen yaşlı kaotik özellikteki Bornova Fliş Zonu da gözlenmektedir. Metamorfik zonların güneyinde yer alan Toridler ise nap tektoniğinin hakim olduğu Paleozoyik-Mesozoyik yaşlı karbonat ve kırıntılı sedimanter birimleri içermektedir (Gutnic ve ark., 1979; Özgül, 1976, 1984). Torid-Anatolid bloğu farklı metamorfik, yapısal ve stratigrafik özelliklere sahip olmasına rağmen, bu bölgelerin hepsinde ortak olan ve Torid-Anatolid bloğunu tek bir paleocoğrafik birlik olarak ayıran bazı stratigrafik unsurlar bulunmaktadır (Okay, 2008).

1.3. Çalışma Alanının Jeolojisi

Bursa ili güneyinden başlayarak yaklaşık KB-GD uzanımlı olarak gözlenen yüksek basınç-düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfizmasına maruz kalmış Torid-Anatolid platformunun kuzey kenarına ait birimler; Tavşanlı Zonu (Okay, 1980), ve Sünnüce Dağı (Göncüoğlu ve ark., 2000), Yunak (Yeniyol, 1982), Koçyaka (Özgül ve Göncüoğlu, 1999), ve Bolkardağı (Pourteau ve ark., 2010)'ndan meydana gelmektedir.

Tez konusu kapsamında çalışılan Orhaneli ve Harmancık ofiyolitleri Tavşanlı Zonu içerisinde kalmaktadır (Şekil 1.2). Tavşanlı Zonu içerisinde başlıca dört tektonostratigrafik birim ayırtlanmıştır (Okay, 1984). Bu birimler yaşlıdan gence doğru: (a) Kıtasal kökenli kayalardan

oluşan Orhaneli Grubu, (b) ofiyolitli melanj, (c) ofiyolit ve metamorfik dilim, (d) Eosen yaşlı sedimanter kayaçlar ve Eosen granitoyidleridir (Şekil 1.2 ve 1.3).

1.3.1. Orhaneli Grubu

Orhaneli Grubu genellikle metasedimanter kayaçlardan oluşmakta olup tabandan tavana doğru Kocasu Formasyonu, İnönü Mermeri ve Devlez Formasyonu olmak üzere 3 formasyondan meydana gelmektedir (Şekil 1.3 ve 1.4) (Okay, 1985). Orhaneli Grubu'nun tabanı gözlenmemekle birlikte, taban kısmını teşkil edebilecek ve tektonik dilim olarak gözlenebilen Orta Ordovisyen (467 My) yaşlı Kapanca metagranitoyidi Orhaneli (Bursa) güneyinde küçük bir alanda tespit edilmiştir (Okay et al., 2008). Orta Ordovisiyen yaşlı bu metagranitoyid, Torid-Anatolid bloğunun kuzeyindeki alanların riftleşmesine bağlı olarak gelişip kristalen temeli oluşturduğu ileri sürülmüştür (Okay et al., 2008).

Kocasu Formasyonu

Kocasu formasyonu büyük oranda kuvars mikaşistlerden oluşmuş düzenli bir istif sunan metamorfik birimdir (Okay, 2004). Orhaneli Grubu'nun tabanında minimum 800 metre kalınlığa sahip olan Kocasu formasyonu mikaşist ve kuvarsça zengin gnaysik dokulu mikaşistlerin ardalanmasından oluşmaktadır (Okay, 2004, 2011). Bunun yanısıra kuvars çakılları içeren metakonglomeraların da az oranda mikaşistler içerisinde gözlendiği belirtilmektedir. Mikaşistler içerisinde kalınlıkları 0.5 m ile 3 m arasında kalınlıklara sahip meta-aplitik dayk ve sillerden de bahsedilmektedir (Okay ve Kelley, 1994). Kocasu formasyonunu oluşturan metamorfik birimlerin kökensel kayalarının kumtaşı-şeyl ardalanmasından oluştuğu ifade edilmektedir. Kocasu formasyonu üst seviyelerinde dereceli olarak İnönü Mermeri'ne geçiş göstermekte olup geçiş zonundaki mikaşistler içerisinde mermer düzeyleri ile karakteristiktir (Okay, 2004, 2011).

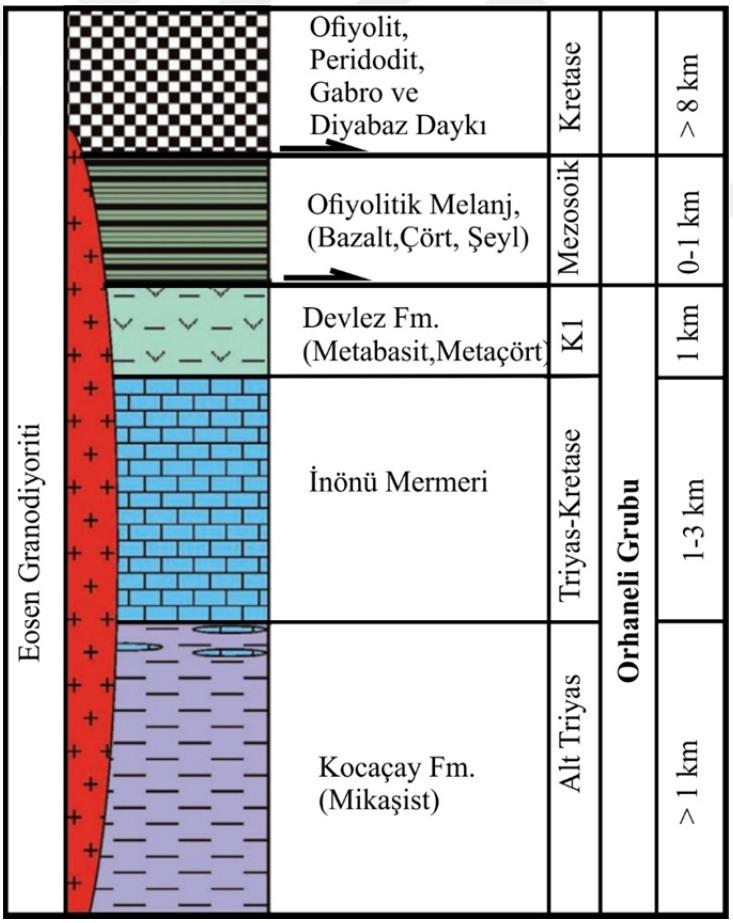
İnönü Mermeri

İlk kez Servais (1982) tarafından adlandırılmış olan İnönü Mermeri esas olarak beyaz, açık gri, bej, masif, yer yer çört katmanlı karbonatlardan oluşmaktadır. Kilometrelerce yapısal kalınlığa sahip mermer serisi, Kocasu Formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Servais, 1982). İnönü Mermeri Tavşanlı Zonu'nun batısında geniş bir yayılıma sahiptir (Konak, 2002). İnönü mermerini oluşturan kalsit kristallerinin uzamış paralel dizilimi ile iyi bir lineasyon göstermesi bariz özelliklerinden biridir (Okay, 2011). Yüksek basınç -düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfizması sırasında kalsitin yüksek basınç polimorfu olan aragonite dönüşmesi sözkonusudur (Okay, 2011). İnönü Mermeri'nin, Torosların Mesozoyik karbonat platformunu oluşturan kalın sığ denizel bir karbonat istifinin metamorfizma geçirmiş şeklini temsil etmekte olduğu belirtilmekte ve Kaya ve ark. (2001)'nın İnönü Mermeri'nin alt seviyelerinden Geç Triyas (Geç Noriyen) yaşını veren

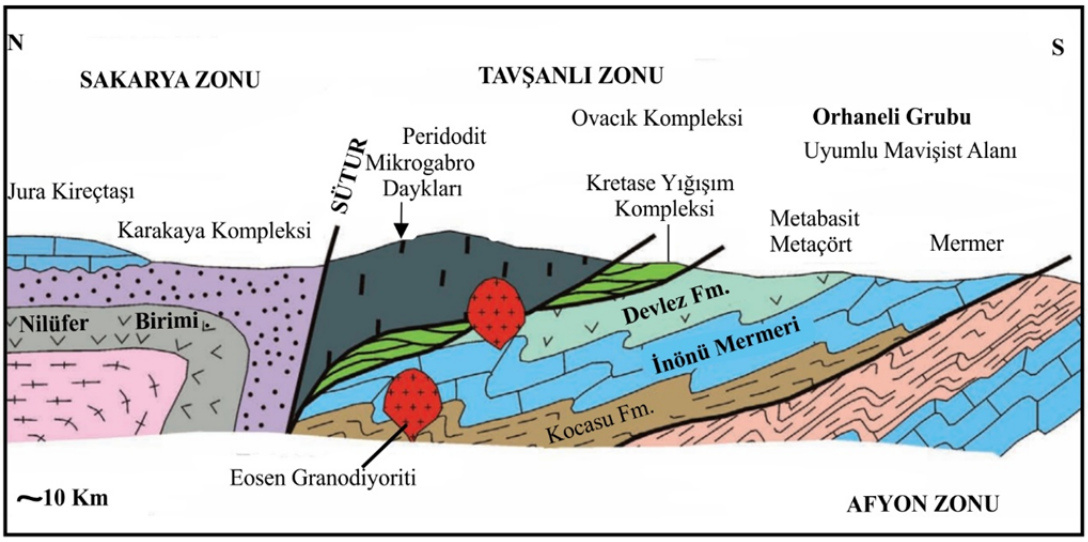
konodontları tanımladığı ifade edilmektedir. Bu nedenle, Torosların Mesozoyik karbonat platformu ile olan stratigrafik benzerliği gözönüne alındığında, İnönü Mermeri'nin üst kesimlerinin Kretase'ye kadar uzanmasının olasılığından bahsedilmektedir (Okay, 2011).

Devlez Formasyonu

Devlez formasyonu, esas olarak metabazik kökenli kayalar ile metaçört ve fillattan oluşan bir birim olup İnönü Mermeri üzerine uyumlu olarak gelmektedir (Okay, 1981, 2004). Devlez formasyonunun büyük bir bölümünü (>%80) metabazitler ve bunun yanısıra denizaltı lavları, çörtler, piroklastik kayaları ve tüfler oluşturmaktadır. Sözü edilen kayalar metamorfizma nedeniyle ilksel özelliklerini kaybederek metamorfik doku geliştirmişler ve YB-DS mineral parajenezlerine sahip olmuşlardır. Meta-çörtlerde de YB-DS metamorfizma izleri gözlenmektedir (Okay, 1980). Devlez Formasyonu'nun yapısal kalınlığının Tavşanlı (Kütahya) kuzeydoğusunda yaklaşık bir kilometre olduğu ifade edilmekte ve kuvvetli bir foliasyon ile genellikle sodik amfibol tanelerinin paralel dizilimi ile tanımlanan kuvvetli bir lineasyona sahip olduğu belirtilmektedir (Okay, 2011).



Şekil 1.3. Tavşanlı Zonunda batısındaki tektono-stratigrafik/magmatik birimlerin dikme kesiti (Okay, 2004'den sadeleştirilmiştir)



Şekil 1.4. Tavşanlı Zonu'da gözlenen birimlerin ilişkisini gösterir jeolojik enine kesit (Okay, 2004'ten alınmıştır)

Ofiyolitli Melanj

Orhaneli-Harmancık (Bursa) bölgesinde Tavşanlı Zonu'nu tektonik olarak üzerleyen ofiyolitli melanj birimi gözlenmektedir (Şekil 1.2). Ovacık Kompleksi olarak adlandırılan ve geniş alanlarda mostra veren ofiyolitli melanj başlıca bazaltik volkanikler, radyolaryalı çört, pelajik kireçtaşı, şeyl ve farklı büyüklüklerde kireçtaşı bloklarından meydana gelmektedir (Kaya, 1972a, b). Melanj içerisinde daha az oranlarda serpantinit, talk, kumtaşı ve tabakalı manganez kayaları da yer almaktadır. Ovacık Kompleksi içerisinde dominant kaya türü olan bazaltlar (≥%60) spilitleşmiş olup genellikle piroklastik kayalar veya aglomeralar şeklinde bulunurlar. Volkaniklerde yer yer düşük dereceli yüksek basınç (YB) metamorfizmasının izleri gözlennebilmektedir (Okay, 2011; Plunder ve ark., 2015; Sherlock ve ark., 1999; Topuz ve ark., 2006). İnce-orta katmanlı radyolaryalı çörtler siyah şeyllerle arakatkılı olup seyrek olarak bazaltlar ile stratigrafik dokanak ilişkisine sahiptirler (Okay, 2011). Kireçtaşları, bazaltlar içinde boyları 2 cm ile birkaç yüz metre arasında değişen olistolitler veya bazaltlar ile ardalanmalı pelajik ince tabakalı kireçtaşları şeklinde bulunurlar. Ovacık Kompleksi olarak tanımlanan melanj birimi ile deneştirilecek kayalar Tavşanlı Zonu dışında, Afyon Zonu'nda, Menderes Masifi'nde ve Toroslar'da yaygın mostralar vermektedir. Ovacık Kompleksi genelde melanj olarak bilinmesine karşılık tanınabilen bir matriksten yoksundur ve yoğun deformasyon geçirmiş değişik kaya türlerinin tektonik dokanaklar boyunca yanyana gelmesinden oluştuğu şeklinde değerlendirilmektedir (Okay, 2011). Ovacık Kompleksi litolojisi, içyapısı ve gösterdiği metamorfizması ile Tetis okyanusunun dalma-batması sırasında oluşmuş bir eklenir prizmayı temsil etmektedir. Ovacık Kompleksi içindeki çörtlerden yapılan radyolarya yaşlandırmaları ile Geç Triyas (Geç Karniyen, Geç Noriyen), Jura, Erken Kretase (Berriaziyen-Havteriviyen) ve Geç Kretase (Senomaniyen, Turoniyen) yaşları elde edilmiştir (Bragin ve Tekin, 1996; Tekin ve ark., 2002; Göncüoğlu ve ark., 2006). Bu yaşlar

Anadolit-Torid bloğu kuzeyindeki Neotetis okyanusunun asgari Geç Triyas yaşında olduğuna ve yaşının Geç Kretase'ye kadar uzandığına işaret etmektedir. Ankara civarındaki ofiyolitli melanjda yer alan bir plajiyogranitten elde edilen 179 ± 15 Ma zirkon U-Pb yaşı da okyanus kabuğunun Erken Jura'da da var olduğunu desteklemektedir (Dilek ve Thy, 2006). Ovacık Kompleksi içindeki bazaltik kayaların jeokimyası, okyanus adası tipi alkali bazalt ve okyanus ortası tipi bazalt varlığına işaret etmektedir (Tankut ve ark., 1998; Rojay ve ark., 2004; Göncüoğlu ve ark., 2006; Gökten ve Floyd, 2007).

Ofiyolitik Birimler

Bursa güneyinde İzmir-Ankara-Erzincan (İAE) kenedinin batısında ofiyolitik kayalar gözlenmektedir (Şekil 1.2). Bu ofiyolit kütleleri Orhaneli ve Harmancık olarak adlandırılmakta olup 1250 km^2'lik bir alanda yayılım sunmaktadır. Orhaneli ofiyolit kütlesi Bursa ilinin 20 km güneyinde ve yaklaşık 50 km x 15 km ebatındadır. Harmancık kütlesi ise Orhaneli'nin daha güneyinde olup 300 km^2'lik bir alanda yayılım sunmaktadır (Şekil 1.2).

Ofiyolitik kayaçlar bölgede Ovacık Kompleksi (Ofiyolitli Melanj)'nin üzerine veya doğrudan Orhaneli Grubu üzerine, tektonik dokanaklarla gelmektedir. Tavşanlı Zonu içerisindeki ofiyolitik birimlerin büyük bir kısmı peridotitlerden (≥%90) meydaha gelmektedir (Lisenbee, 1972; Okay, 2011). Ofiyolitin geri kalan kısmı ise ultramafik (klinopiroksenit, verlit) ve mafik (gabro) kümülatlardan meydana gelmektedir. Dunitler içerisindeki bantlı veya podiform kromitit oluşumları bölgede oldukça yaygındır (Uysal ve ark., 2014, 2015; Chen et al., 2020). Manto tektonitleri içerisinde farklı yapısal seviyelerde tekil diyabaz dayklarının hem peridotitleri hem de dunit-kromitit oluşumlarını kestiği yaygın olarak görülmektedir. Daykların kalınlıkları birkaç metre olup uzanımları birkaç yüz metre takip edilebilmektedir. Peridotit-dayk dokanağının iyi görüldüğü mostralarda diyabaz dayklarının kenarlarında ince taneli pişme zonlarının geliştiği gözlenir; bu gözlem daykların soğuk peridotit kütlesi içine yerleştiklerini işaret etmektedir (Okay, 1981, 2011). Peridotitleri kesen diyabaz dayklarından zirkon U-Pb jeokronolojisi ile yaklaşık 90 My yaş elde edilmiştir (Xin ve ark., 2022). Tekil daykların jeokimyası, bu kayaçları oluşturan magmanın yitimle ilişkili bir ortamda oluştuğuna işaret etmektedir (Xin ve ark., 2022). Peridotitlerin tabanlarında ince bir ofiyolit tabanı metamorfikleri tanımlanmıştır (Okay ve ark., 1998; Monod ve ark., 1991; Plunder ve ark., 2016). Metamorfik dilim kayalarının granatlı amfibolitlerden oluştuğu ve YB-DS metamorfizmasının izlerini taşıdığı çeşitli yazarlar tarafından belirtilmektedir (Önen ve Hall, 2000, 2003; Okay, 2011; Plunder ve ark., 2016). Amfibolitik kayaların okyanus adası bazaltları, zenginleşmiş okyanus adası bazaltları ve okyanus ortası sırtı bazaltlarının okyanus içi yitim zonu metamorfizması ile oluştukları çeşitli çalışmalarda ifade edilmiştir (Önen ve Hall, 2000, 2003; Xin ve ark., 2022). Benzer özellikler Orta Toroslar'da Bolkardağ bölgesindeki ofiyolit-tabanı metamorfitlerinde de tanımlanmıştır (Dilek ve Whitney, 1997). Ofiyolit tabanı amfibolitlerinde hornblend üzerinde yapılan Ar-Ar yaş tayinleri Burhan ofiyoliti tabanı metamorfitleri için 101.1 ±

3.8 Ma (Harris ve ark., 1994), Kütahya çevresindeki ofiyolitlerin taban metamorfitleri için de 93 ± 2 Ma (Önen, 2003) soğuma yaşları vermiştir. Xin ve ark. (2022), Orhaneli-Harmancık bölgesindeki amfibolitlerden ayıklanan zirkonlarda U-Pb yöntemi ile 96 My oluşum ve Ar-Ar yöntemi ile de 94 My soğuma yaşı elde etmişlerdir. Bu yaşlar Toroslar'da Likya, Beyşehir, Aladağ, Kızıltepe ve Mersin ofiyolit-tabanı metamorfitlerinden ele edilen ve 90-95 Ma arasında değişen Ar-Ar hornblend ve mika yaşları ile uyuşmaktadır (Dilek ve ark., 1999; Parlak ve Delaloye, 1999; Çelik ve ark., 2006; Parlak ve ark., 2019). Hem diyabaz dayklarının hem de içerisinde yer aldıkları ofiyolite ait peridotit kütlelerinin bölgede yaygın olarak gözlenen YB-DS metamorfizmasından etkilenmediği belirtilmektedir (Okay, 2011).

1.3.2. Alt Eosen Çökelleri ve Eosen Plütonları

Tavşanlı Zonu'nun doğu kesiminde gözlenen YB-DS metamorfik kayaçları, ofiyolitli melanj ve ofiyolitik birimler üzerinde Alt Eosen yaşlı denizel çökeller uyumsuzlukla yer almaktadır (Okay, 2011; Baş, 1986; Gözler ve ark., 1985; Göncüoğlu ve ark., 1992; Özgen-Erdem ve ark., 2007). Bu stratigrafik veriler Tavşanlı Zonu'nun Erken Eosen başlangıcında sığ bir deniz ile kaplı olduğunu göstermektedir.

Eosen döneminde sığ denizel ortamın yanı sıra bir dizi magmatik kütlenin Tavşanlı Zonu içinde Sivrihisar (Eskişehir), Topuk (Orhaneli, Bursa) bölgelerinde hem Orhaneli Grubu mavişistlerini hem de mavişistlerin üzerinde yer alan peridotitleri kestiği bilinmektedir Okay ve Satır, 2006; Okay ve ark., 1998). Tavşanlı Zonu'ndaki Eosen plütonlarının metaluminli, kalkalkalen bir magmadan türedikleri ifade edilmektedir (Harris ve ark., 1994; Altunkaynak, 2007; Karacık ve ark., 2008).

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Önceki çalışmalar iki ana başlık altında incelenecektir. Bu çalışmalar ofiyolitler ve kromititler üzerine yapılan çalışmalar ile bölgesel jeolojik çalışmalar şeklinde aşağıda sunulmaktadır.

2.1. Ofiyolitler ve Kromititler Üzerine Yapılan Çalışmalar

Wijkerslooth (1941), Dağardı (Simav-Kütahya) civarında bulunan krom yataklarını incelemiş ve bunların KB-GD istikametinde uzandığı, dunit ve serpantinitler içerisinde yer aldığı ve Genç Varistik yaşta olduğunu belirtmiştir.

Kovenko (1945), Bursa ilinin 42 km güneyinde yer alan Çatak ve Prasalı köylerindeki kromit yatakları üzerine bir çalışma gerçekleştirmiştir. Her iki bölgedeki kromit yataklarının damar tipi cevherleşmeye örnek olduklarını belirtmiştir. Ultramafik kayaların Paleozoyik yaşlı olduğunu ileri sürmüştür.

Borchert ve Uzkut (1966), Harmancık, Orhaneli ve Göynükbelen (Bursa) bölgelerinde yer alan krom yataklanmalarını incelemişlerdir. Bölgedeki cevherleşmenin rezervinin arttırılmasına yönelik sondaj ve yarma açma önerilerinde bulunmuşlardır.

Özkoçak (1969), Harmancık (Bursa)bölgesinde yapmış olduğu çalışmada peridotitlerin Anadolu-Torid platformu üzerine Geç Kretase döneminde yerleştiğini belirtmiştir.

Kaya (1972), Harmancık (Bursa) bölgesinde yer alan ofiyolit ve tabanındaki birimlerin Jura öncesi yaşta olduğunu öne sürmüştür.

Lisenbee (1971), Orhaneli (Bursa) Masifi'nin Geç Kretase'de soğuk bir kütle olarak yerleştiğini ileri sürmüştür.

Sayın ve Yıldız(1974),Orhaneli (Bursa) civarınıda kapsayacak şekilde nikel ve krom aramacılığına yönelik prospeksiyon çalışmaları yapmışlardır. Peridotitler üzerinde alterasyona bağlı olarak gelişmiş kızıl zonlardan aldıkları toprak örneklerinde %1 ve ayrıca Yapköy dereden alınan örneklerde ise %3.81 oranında nikel (Ni) bulunduğunu saptamışlardır.

Tankut (1980), Orhaneli (Bursa) bölgesindeki ultramafik kayaların düzgün katmanlı olduğunu ve buna paralel olarak ta katmanlı kromitlerin geliştiğini belirtmiştir. Ofiyolit masifinin genel olarak ultrabazik (klinoklinopiroksenit-verlit ve kromit) kaya ardalanmasından oluştuğunu ve az oranda da gabroyik kayalar gözlendiğini ortaya koymuştur.

Emre (1986), Orhaneli (Bursa) ofiyolitine ait kayaçların stratigrafisi ile kayaçların jeokimyasal ve minerolojik özelliklerini ortaya çıkartarak petrolojik yorumlamada bulunmuştur. Çalışmasında, Orhaneli ofiyolitinin okyanusal kabuğun kristallenmesi sırasında oluştuğu ve yükselimi sırasında normal dizilimini kaybettiğini belirtmiştir.

Manav (1986), Küplü Dağı (Bursa) civarında yüzeylenen ofiyolitik kayaçları inceleyerek; peridotit, ofiyolit ve ofiyolitik melanjı kesen dolerit dayk ve/veya dayk kümelerinin varlığını ortaya

koymuştur. Doleritik dayklarda gözlenen plajiyoklas ve klinopiroksen minerallerinin deformasyon veya ayrışma olayları neticesinde plajioklasların serisit ve albite dönüştüğü, klinopiroksenlerin ise uralitleştiğini belirtmiştir. Bu kayaların yitim zonu proseslerinin etkisi ile mantonun kısmi ergimesi sonucunda oluştuğunu ve ada yayı toleyitik magmasından türediklerini ortaya koymuştur. Ayrıca, peridotit türü kayaçlardan krom spinel analizi yapmış ve bunların yitim zonu üzerinde yer alan kalıntı mantoya ait olduklarını göstermiştir.

Gültaşlı (1996), Orhaneli (Bursa) kuzeyinde yaptığı çalışmada ideal ofiyolit dizisindeki levha dayklarının ve ofiyolitlere ait yastık bazaltların bulunmamasından dolayı söz konusu istifin eksik dizili bir ofiyolit olduğundan bahsetmiştir. Orhaneli ofiyolitik karmaşığı olarak adlandırdığı bu istifte: çok küçük dunit mercekleri içeren harzburjitler ve serpantinitlerden oluşan tektonitler ile verlit, dunit ve klinoklinopiroksenitlerden oluşan kümülatlar olmak üzere altı kaya türünü saptamıştır. Karmaşıkta bulunan tek mafik kayanın ise kümülat dokulu gabrolar olduğunu belirtmiştir. Dunitler içerisinde geliştiklerini belirttiği stratiform karakterdeki kromit yataklarının Orhaneli ofiyolitik karmaşığı içindeki lokasyonlarını haritalamıştır. İncelemelerinin ışığında ofiyolit karmaşığını oluşturan ultramafik-mafik kayaların, üst mantonun kısmı ergimesi ve kristal ayrımlaşması ile oluştuğundan bahsetmiştir.

Örgün (1998), Orhaneli (Bursa) ultrabazik kayaçları ile Göynükbelen granitoyid sokulumu arasındaki kontaklarda oluşan nikelli klorit zonlarını minerolojik, fiziksel ve kimyasal açıdan tanımlayarak yüksek nikel içerikli kloritlerin, klinoklor-pennit arası kimyasal özellik sunan bir tür klorit olduğundan bahsetmiştir.

Yousefi (1998), Dağardı (Harmancık-Bursa) kuzey kesiminde yer alan ofiyolitleri minerolojik ve petrografik olarak inceleyerek ofiyolitik melanj ve peridotitler içerisinde yer alan dolerit dayklarının geçirmiş olduğu ikincil olaylara bağlı gelişen minerolojik değişimleri incelemiştir. Daykların ada yayı toleyitik bazalt bileşimli olduğu ve mantonun kısmi ergimesi sonucundan oluştuklarını belirtmiştir. Peridotitlerden yapılan jeokimyasal analizler neticesinde bunları meydana getiren magmanın pirolit magması olduğunu belirtmiştir.

Uçurum ve diğ. (2000), Bursa, Eskişehir, Fethiye ve Köyceğiz bölgelerinde yeralan kromititlerin ve yan kayaçlarının Platin Grubu Elemenlerin (PGE) dağılımlarını ortaya koyan çalışmalarında; PGE, Au, Co ve Ni'in serpantinleşme sürecinde ve sonrasında gerek kromit ve gerekse yan kayaçlarda kılcal çatlaklar, küçük ölçekli faylar ile kırıklar boyunca sülfürlü minerallerin hezlevodit (NiS), pentlandit (FeNiS) ve bravoit (FeNiCoS) şeklinde kristallendiğini belirtmiştir. Yazarlar, Kavak, Harmancık, Sarıkaya ve Sazlı kromititlerinde Pt, Pd, Rh, Ir, Au, Co, Cu, Ni, V, Zn, Cr ve Fe değerlerini kondirite normalize ederek, Dalaman, Harmancık cevherleşmesinin Pt, Pd, Rh, Ir ve Au içeriği bakımından zenginleştiğini tespit etmişlerdir.

Ağrılı ve ark. (2001), Kütahya ve Tavşanlı bölgelerinde olivin aramaları yapmış ve prospeksiyon çalışmalarına ilişkin raporlarını sunmuşlardır. Çalışmalarında olivinlerin rezervleri,

kimyasal özellikleri, yataklanma özellikleri ve arama metodlarını ortaya koyarak, olivinin ekonomik kullanımına yönelik önerilerinden bahsetmişlerdir.

Bacak (2003), Tavşanlı (Kütahya) bölgesinde yer alan Dağardı güneyi ofiyolitlerinin minerolojik, petrografik ve petrojenetik özelliklerini incelemiştir. Bu veriler ışığında; ofiyolitik melanj, ultrabazik birim, Eğrigöz Graniti ve Egrigöz Metamorfiklerine ait kayaçları minerolojik,petrografik ve dokusal özelliklerine göre sınıflandırmasını yapmıştır. Ultrabazik birimlerin serpantinleşmiş harzburjit ve dunitler, serpantinitlerden oluştuğunu, mafik kayaçların ise dolerit ve diyabazlarla temsil ettiğini belirtmiştir. Ofiyolitik melanj içerisinde değişik türde şisti kayaçlar, bazik lavlar, diyabazlar ve kireçtaşı bloklarının bulunduğunu belirtmiştir.

Gültekin ve Örgün (2003), Orhaneli (Bursa) bölgesinde bulunan ultrabazik kayaçların olivin içerik ve dağılımlarını incelemişlerdir. Bölgede ekonomik olan olivin zonlarını tespit ederek üretilebilir kalitede olan olivin rezervi olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Örgün ve Gültekin (2003), Topuk-Göynükbelen (Bursa-Orhaneli) bölgesinde yer alan nikel oluşumlarını kökensel olarak incelemiş ve bölgeye ilişkin genel jeolojik ve petrografik çalışmalar gerçekleştirmişlerdir.

Örgün ve ark. (2004), Orhaneli (Bursa) bölgesindeki dunitleri minerolojik ve jeokimyasal olarak inceleyerek bu dünitlerin olivin açısından önemini vurgulamışlardır.

Çevik ve Örgün (2007), Orhaneli (Bursa) olivinleri olarak adlandırdıkları çalışmalarında; Orhaneli bölgesinde bulunan ultrabazik kayaçlardan özellikle dunitlerden elde edilen olivin minerallerinin minerolojik ve jeokimyasal özelliklerinden bahsetmişlerdir. Orhaneli bölgesindeki olivinlerin refrakter özellikleri, yüksek dayanımı ve değişik tane boyutuna sahip olmalarının sanayide kullanımı açısından önemli yer tuttuğunu belirtmişlerdir. Çalışılan olivinlerin, Norveç'te üretilen olivinler ile karşılaştırıp Orhaneli olivinlerinin dünya standartlarına uygun olduğunu ortaya çıkarmışlardır.

Sarıfakıoğlu ve ark. (2008), Orhaneli (Bursa) ofiyolitindeki ultramafik-mafik kümülatlar üzerinde tüm kaya ve mineral kimyası çalışmaları gerçekleştirerek, Orhaneli ofiyolitinin İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu boyunca gözlenen diğer Neotetis ofiyolitleri gibi Neotetis okyanusunun kuzey kolunda, okyanus içi dalma-batma zonu üzerinde yay önü tektonik ortamında oluştuğunu öne sürmüşlerdir.

Gültekin ve Örgün (2008), Bursa-Orhaneli Bölgesi Meryem kaldırımı sırtındaki nikel cevherleşmesine yönelik yaptıkları çalışma ile yaklaşık 1.2 milyon ton rezerv ve ortalama % 1.1 tenörlü Ni cevherleşmesinin bulunduğunu tespit etmişlerdir.

Kasapçıoğlu (2012), Batı Anadolu kromit yataklarını jeotektonik olarak incelediği Yüksek Lisans çalışmasında Kuzeybatı Anadolu Kromit Yataklarını temsilen Batı ile Doğu Orhaneli (Bursa) ve Kavak (Mihalıççık-Eskişehir) bölgesindeki kromit yataklarını değerlendirmiştir. Güneybatı Anadolu da bulunan yataklardan Gökarık (Tefenni – Burdur) kromit yatağının tektonit

harzburjitlerin üzerine gelen kümülat dunitlerde, Beyağaç (Denizli) kromit yatakları ise tektonit dunitler içerisinde gözlendiğini belirtmiştir.

Uysal ve ark. (2014), Harmancık (Bursa) bölgesi peridotitlerinde yapmış oldukları çalışmada, peridotit kayalarının tüketilmş lerzolit ve harzburjitleren oluştuğunu belirtmişlerdir. Jeokimyasal çalışmalar ile tüketilmiş lerzolitlerin okyanus ortası sırtı peridotitlerinin %10-16 kısmi ergimesinden kalan kalıntıları temsil ettiğini,harzburjitlerin ise dalma batma zonu ortamında tüketilmiş mantonun %4-11 oranında kısmi ergime kalıntıları olduğunu ortaya koymuşlardır.

Uysal ve ark. (2017), Orhaneli (Bursa) ofiyolitinde yapmış oldukları çalışmalarında; Orhaneli ofiyolitinin doğu kesimlerinde yer alan manto kısmını yüksek oranda dunitden az oranda klinopiroksen damarları içeren harzburjitlerden oluştuğunu ve harzburjitler içerisindeki aksesuar spinellerin düşük Cr oranına (Cr/Cr+Al) (#40-45), dunitlerin ise yüksek Cr oranına (Cr/Cr+Al) (#62-82) sahip olduğunu tespit etmişlerdir. Bu farklılığın ise sözü edilen kayaçların değişik oranda kısmi ergimeye uğramasının sonucu olduğunu belirtmişlerdir. Ayrıca, Orhaneli bölgesindeki peridotitlerin okyanus ortası sırtı ile okyanus içi yitim zonu üzerinde iki aşamalı ergime ile geliştiğini belirtmişlerdir.

Akbulut (2018), Orhaneli ve Harmancık (Bursa) bölgelerinde peridotitler içerisindeki magnezyo-kromitlerin barındırdığı mikro inklüzyonları incelediği çalışmasında; elmas, mozanit, koezit gibi olağan dışı ultra yüksek basınç (UHP) fazları ile karşılaşılmamasına rağmen, tespit etmiş oldukları bazı yönlenmiş diopsit lamel ve iğneciklerinin ilksel oluşumlarının ultra yüksek basınç (UHP) ortamı kanıtı olarak değerlendirmiştir. Orhaneli ve Harmancık kromititlerinin derin manto koşullarında oluşarak manto içerisinde yukarıya taşındıkları sonucuna varmıştır.

Chen ve ark. (2020) Harmancık ve Orhaneli (Bursa) ofiyolitlerinde gözlenen dunit ve kromitit oluşum proseslerini iz element ve Li izotoplarını kullanarak açıklamaya çalışmışlardır. Bu ofiyolitlerde gözlenen dunitlerin kümülüs proseslerle oluşmadığını ve kaya ergiyik etkileşimi sonucunda oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Olivinlerde ölçülen Li-izotop içerikleri, dunitlerin oluşumunu sağlayan oldukça tüketilmiş ergiyiklerin yan kayaç ile etkileşiminin Orhaneli bölgesinde tamamlanabildiği ve homojenleştiği, Harmancık bölgesinde ise bu etkileşimin tamamlanamadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Kromitlerin kimyasal bileşiminin yay ortamını işaret ettiğini belirtmişlerdir.

Xin ve ark. (2022), Bursa bölgesi ofiyolitlerinde yapmış oldukları çalışmalarında ofiyolitlerin tabanındaki metamorfik dilim kayaçları ile ofiyolitleri kesen tekil diyabaz dayklarında jeokronolojik ve jeokimyasal (tüm kayaç analizleri ve Nd-Pb izotopları) çalışmalar yaparak okyanus içi yitim ile magmatizma ve metamorfizma olaylarını zamansal-mekansal açıdan karşılaştırmışlardır. Metamorfik dilime ait amfibolilerden zirkon U-Pb yaşlandırması ile 96.4±1.9 My yaş elde etmişler ve bu kayaların zenginleşmiş okyanus ortası sırtı bazaltlarının (E-MORB) metamorfizması ile oluştuklarını belirtmişlerdir. Tekil dayklarda ise 89.8±0.9 My zirkon U-Pb kristallenme yaşı elde etmişler ve daykların jeokimyasal açıdan MORB tipi yay-önü bazaltlarına

benzediklerini belirtmişlerdir. Sonuç olarak, yazarlar ofiyolit oluşumudan önce okyanus içi yitimin başladığını ve sonrasında okyanusal kabuğun oluştuğunu ortaya koymuşlardır.

Liu ve ark. (2023)'ün Bursa güneyinde Harmancık bölgesindeki ofiyolitlerden derlediği nodüler kromititlerde başlıca kromit, manyezit ve kuvars dışında manyetit ve sülfit gibi çeşitli aksesuar minerallerin varlığını ifade etmiştir. Kromit taneleri içerisinde manyezit ve kuvars mineral kapanımları dahil olmak üzere kuvars + ferrian kromit ± klorit ± manyezit içeren çok fazlı mineral kapanımları da yaygın olarak gözlendiğini belirtmiştir. Yazarlar, hem sıradışı mineral matriksleri hem de çeşitli mineral kapanım topluluklarının varlığı nedeniyle, bu bölgede ofiyolit ve kromit oluşumundan sonra yoğun bir post-magmatik sıvı aktivitesini mevcudiyetini işaret etmektedirler.

2.2. Bölgesel Jeolojik Çalışmalar

Ketin (1947), Uludağ Masifinde yer alan metamorfikleri gnays ve amfibolit, şistti mermer, mika şist ve fillat, mermer ve yarı mermer olarak sınıflandırmış ve Permiyen öncesi yaşa sahip olduğunu belirtmiştir.

Holzer (1953), Beyce (Kütahya) civarının jeolojik etüdünü yaparak serpantinit ve granitin muhtemelen Üst Mesozoik yaşlı olduğunu belirtmiştir.

Tolun (1956), Bursa yöresinde gelişmiş volfram (tungsten) yataklarını konu alan çalışmasında skarn zonlarında molibden, şeelit, pirotin ve hedenberjit minerallerinin varlığını tespit etmiştir. Kozbudaklar (Bursa) köyünün kuzeydoğusunda ve güneyinde olmak üzere iki farklı zonda geliştiği tespit edilen şeelit cevherleşmesine ait rezervin 210.000 ton ve 28.000 ton olduğu, tenörünün ise %0.25 ve %0.36 WO3 olduğu tespit edilmiştir.

Kaaden ve ark. (1958), Orhaneli ve Mustafa Kemal Paşa civarlarında yaptıkları çalışmada bölgedeki granitin yaşını Hersiniyen, serpantinitlerin de Alt Paleozoyik'e ait olduğunu belirtmiştir.

Kalafatçıoğlu (1962), Tavşanlı-Dağardı (Kütahya) bölgesinin jeolojisi başlıklı çalışması kapsamında serpantinit ve kalkerlerin yaşlarını incelemiştir. Kalker ve fliş (karışık seri) fasiyesindeki Üst Kretase (Maastrihtiyen) esnasında ofiyolitik serinin intruzyon ve ekstruzyonları faaliyette bulunduğunu ve fliş içinde ve üstünde ofiolitik seriye ait diyabaz, volkanik breş, radiolarit ve serpantin görüldüğünü belirtmiştir.

Borchert (1963), Harmancık (Bursa) ilçesi Artıranlar köyü civarında mostra veren fillatlı kristalin şistlerin bölgesel-petrografik olarak Silüriyen ve Kambro-Silüriyen yaşlı olduklarını belirtmiştir.

Bürküt (1966), Uludağ Masifinin güneyindeki Keles-Orhaneli (Bursa) arasındaki plütonların Uludağ plütonuna benzerlik gösterdiğini ve birbirine benzeyen granodiyoritik bir magmadan türediğini ileri sürmüştür.

Özkoçak (1969), Orhaneli (Bursa) ve kuzeyinin tamamını araştırarak bu bölgede bulunan metamorfikleri alt ve üst metamorfik seri olarak ikiye ayırmış ve bu metamorfik serilerin de üzerinde uyumsuz olarak Permo-Karbonifer serisi ve Permiyen Çatal Tepe kalkerinin geldiğini ileri

sürmüştür. Üst Jura-Alt Kretase yaşlı bej renkli kalkerler ile Üst Kretase yaşlı dolerit ve Ultrabazik kayalarının da bunların üzerinde uyumsuz olarak bulunduğundan bahsetmiştir.

Lisenbee (1972), Orhaneli (Bursa)'nin kuzeyinde yürüttüğü çalışmada metamorfik birimleri kendi içerisinde gruplamış ve bu birimlerin Paleozoyik yaşında olabileceğini ileri sürmüştür. Erken Tersiyer döneminde metamorfik ve ultramafik kayaçların birkaç aşamada gerçekleşen granodiyorit sokulumu tarafından kesildiğini tespit etmiştir. Plütonik sokulumun çevre kayaçları kıvrımlanmaya uğrattığı ve kontakt metamorfizmaya sebep olduğunu ayrıca belirtmiştir.

Ataman (1972), Orhaneli (Bursa) Granitoyidi ismini vermiş olduğu granitoyitten almış olduğu dört örnek üzerinde Rb-Sr metoduyla jeokronolojik çalışmalar yapmış ve bu çalışmalar sonucunda Orhaneli Granitoyidi'nin yaşının 50 My olduğunu belirlemiştir. Ancak elde edilen bu yaşın bir intrüzyon olayının mı ya da Paleozoyik yaşlı bir kütlenin gençleşme yaşı mı olduğunu tam belirleyememiştir. Bununla birlikte, Orhaneli kütlesinin 50 My önce kesin olarak plütonizma, metamorfizma ve şiddetli tektonizma etkisi altında kaldığından bahsetmiştir.

Okay (1980), Kuzeybatı Anadolu'da yer alan Tavşanlı (Kütahya) bölgesinde bazik magmatik kayaçların, çört ve şeyllerin metamorfize halini temsil eden Glokofan-lavsonit mavişist fasiyeslerini incelemiş ve Lavsonit, ağırlıkça % 2.5 Fe_20_3'e kadar çok düzgün bir bileşime sahip olduğunu, sodik piroksenler tüm son ürünleri ile birlikte geniş bir bileşim aralığı gösterdiğini, kloritlerin Al/(Al+Fe+Mg) oranlarının düzenli olduğu fakat Fe/(Fe+Mg) oranlarının ise değişkenlik gösterdiği, metaçörtlerde yer alan granatların spessartince (>50) zengin iken metabasitlerin almandince zengin olduğunu belirtmiştir.

Okay (1981), Tavşanlı (Kütahya) bölgesinde yer alan Lavsonit zonunda sodik amfibolleri içeren bazik kayaçları haritalamış ve mavişistlerin içerisinde psödomorf olarak bulunan sodik piroksenlerin, basik metabazitlerin içerisindeki yer alan sodik amfibollerin üretiminde önemli rol oynadığını belirtmiştir.

Okay (1981), Kuzeybatı Anadolu'da bulunan ofiyolitlerin jeolojisi ile mavişist metamorfizmasını incelemiş ve ofiyolitli melanja özgü kayaların petrografik olarak incelendiklerinde başlangıç yüksek basınç/düşük sıcaklık (YB-DS) metamorfizması geçirdiklerini, ofiyolit kayalarının ise daha kuvvetli metamorfizması sonucu gerçek mavişistler oluştuğunu belirlemiştir.

Okay (1986), Kuzeybatı Anadolu'da Karakaya Kompleksi, Tavşanlı Zonu ve Afyon Zonunu üç büyük metamorfik birlik olarak tanımlamış ve Tavşanlı Zonuna ait kayaları Orhaneli Birliği olarak adlandırmıştır. Orhaneli Birimi'nin bölgesel metamorfizmaya uğraması sonucunda mavişist fasiyesi oluşturduğunu ve düzenli bir stratigrafik istif sunduğunu ortaya koymuştur. Bölgesel metamorfik kayaçların muhtemelen Paleozoyik ve Mesozoyik yaşlı olduğunu tespit etmiştir.

Kaya ve ark. (1989), Karakaya Formasyonu içinde yer alan bloklu tortul kayaları Dışkaya Formasyonu olarak adlandırmıştır. Birimin, okyanusal kökenli ve yığışım prizmasına ilişkin tektonik melanj olmasını açıklayacak kanıtlar olmadığını belirterek yamaç tabanında çökeldiğini ileri sürmüştür.

Örgün (1993), Topuk-Göynükbelen (Orhaneli-Bursa) yöresinde bulunan nikel oluşumlarının kökenini incelediği çalışmasında zenginleşmelerin kaynağının Göynükbelen granitoyidi ile ultramafik kayaçlar arasındaki minerolojik ve jeokimyasal reaksiyonlar olduğunu belirtmiştir. Sahadaki nikel oluşumlarının, Paleosen yaşlı sokulumdan kaynaklı hidrotermal çözeltilere bağlı olduğunu belirtmiş olup bu sokulumun ise kalk-alkali granitik bir magmanın ürünü olduğunu ve ayrıca göreceli olarak sodik karakterli kısımlardan meydana geldiğini gözlemlemiştir. Tektonik ayırdım diyagramında volkanik yay granitoidlerinin alanında bulunan granitik sokulum, primitif ada yayları ve kıtasal yaylardan, normal kıtasal yaylara kadar geniş bir yay olgunluğu göstermektedir. Harzburjit, dunit, piroksenli gabro, klinopiroksenit damarları, listvenit ve serpantinit oluşumlarını içeren ultramafik-mafik birimlerde değişen oranlarda serpantinleşmiş dunit ve harzburjitler baskın litolojiler olarak tespit edilmiştir.

Harris ve ark. (1994), Kuzeybatı Anadolu'da çarpışma sonrası magmatizması ve tektoniği başlıklı incelmelerinde; bir takım biyotit-hornblend granodiyoritin Eosen döneminde mavişist fasiyesindeki metapelitikler içerisine sokulum yaptığını ve bu post-tektonik granitoyidin sokulumu sonucunda yaklaşık 3 kbar basınç gösteren kordiyerit ve andalusitli termal zonun geliştiğinden bahsetmişlerdir. Orhaneli ve çevresinde Orhaneli, Topuk, Göynükelen, Gürgenyayla olarak adlandırılmış birbirleriyle köken ve yaş ilişkili dört granitoyidin bulunduğundan bahsetmişlerdir. 12X15 km^2 'lik alanı kaplayan elipsoidal bir pluton olan Topuk Garnitoyidi'nin Orhaneli Granitoyidin'den yaklaşık 4 My yaş daha genç olduğunu ve bu plütonun mavişist fasiyesinde bölgesel metamorfizmaya uğramış kuvars-mikaşist, grafitik mikaşist ve mermerleri üzerleyen metakuvarsit istife ve bu temel istifine bindirmiş olan Orhaneli Ofiyoliti'ne sokulum yapan orta taneli granodiyorit olduğundan bahsetmişlerdir.

Okay ve Kelley (1994), Türkiye'nin Kuzeybatısındaki jadeyit + glokofan ve klorit+glokofan şistlerin tektonik konumu, petrolojisi ve jeokronolojisi başlıklı çalışmalarında; volkano-sedimanter istif ve ofiyolitik melanj olarak değerlendirdikleri splitleşmiş bazik volkanik kayalar, piroklastikler, radyolaryalı çörtler, pelajik şeylli kireçtaşları ile serpantinitlerin birbiri üzerine itilmiş ofiyolitik tektonik dilimlerden oluşan kayalar olduğunu ve bu kayaları okyanusal kabuğun üst tabakasının yığışım prizmasını içeren Kretase yaşlı yığışım kompleksi olarak yorumlamışlardır. Mavişistler, peridotit dilimleri, volkanik ve volkano-sedimenter istiflerden oluşan bu topluluğu "Tavşanlı Zonu" olarak adlandırmışlardır. Orhaneli bölgesinden almış oldukları mavişist örneklerindeki fengit minerallerinden Ar-Ar yöntemiyle yaptıkları yaşlandırma çalışmalarında topluluğun Üst Kretase (88 ± 1 My) yaşlı olduğunu tespit etmişlerdir.

Örgün ve Aykol (1997), Topuk-Göynükbelen (Bursa) sokulumunun minerolojik ve kimyasal özelliklerini tanımlamışlardır. Kalkalkali bir magmatizmanın ürünü olan Topuk-Göynükbelen sokulumunun I-tipi bir sokulumu olduğunu belirtmişlerdir. Sokulumun ana element kimyasal bileşimine göre tonalit baskın olmak üzere, kuvarslı diyorit, granodiyorit ve adamellite doğru minerolojik bir farklılaşma sergilediğini belirtmişlerdir.

Sherlock ve ark. (1999), Tavşanlı Zonu mavişistlerinde yapmış oldukları jeokronolojik çalışmalar ileAr-Ar ve Rb-Sr metodlarını kullanarak Geç Kretase (yaklaşık 80 My) metamorfizma yaşları elde etmişlerdir.

Delaloye ve Bingöl (2000), Batı ve kuzeybatı Anadolu'da gözlenen intrüzif kayaçları minerolojik ve kimyasal kompozisyonunu anlamaya yönelik yapmış oldukları araştırmalar yapmışlardır. Bölgede gözlenen granitoyidleri izotopik yaşlandırmalara göre genç granitoyidler (Eosen-Miyosen) ve yaşlı granitoyidler (Kambriyen-Kretase) olmak üzere iki grup altında toplamışlardır. Jeokimyasal olarak kalk-alkalen ve volkanik yay graniti olarak temsil edilen granitoyidlerin İzmir-Ankara kenet zonu boyunca Anatolid-Torid bloğunun dalması sonucu oluştuğunu belirtmişlerdir. Genç granitoyidler içerisinde bulunan Topuk Plütonunun, kalk-alkalen karakterli volkanik yay graniti olduğu, biyotit, ortoklaz ve hornblent mineralleri üzerinde yapılan K-Ar yaşlandırması ile 41.2±1.2 My olduğu ortaya konmuştur.

Okay (2002), Orhaneli (Bursa) bölgesinde Tavşanlı zonuna ait mavişistler, metapelitik şistler ve mermerler üzerinde inceleme yaparak sodik metapelitler ve ilişkili metabazitlerde (jadeit + kloritoid + glokofan + lavsonit) birlikteliğinin daha önce kayıt edilmediğini, 24 ± 3 kbar ve 430 ±30 ºC metamorfik basınç ve sıcaklık değerinde mavişist fasiyesi üst koşullarında metamorfizmaya uğradığını ortaya koymuştur. Elde edilen P-T koşullarının 5 ºC km-1 jeotermi yani kıta kabuğunda kabul edilmiş en alt seviyelerden birine denk geldiği, yitim boyunca düşük jeoterm ve yakınsama ile yiten kıtasal slabın üst seviyelerinde düşük makaslama streslerinin geliştiğini belirtmiştir.

Okay ve Satır (2006), Bursa'nın güneyinde İzmir-Ankara Kenet Zonu boyunca plütonik, bölgesel ve kontakt metamorfik kayaçlarda yaptıkları izotopik tarihlendirmeler neticesinde; kalk-alkalen granitlerin 53-35 My izotopik yaşlara sahip olduğunu, mavişist metamorfik fasiyesi ile temsil edilen mikaşistlere sokulum yaptığını ve bunun sonucunda kontakt metamorfizma ürünlerinin geliştiğini tespit etmişlerdir. Kontakt metamorfik kayaçlardan alınan muskovit ve biyotit örnekleri üzerinden yaptıkları Rb-Sr yaş tayini ile sırasıyla 46±3 ve 35±1 My izotopik yaş tespitleri yapmışlardır. Bu sonuçların bölgede yayılım gösteren diğer intrüzif kayaçlarla uyumluluk gösterdiğini belirtmişlerdir. Kontakt metamorfizma koşullarını belirlemeye yönelik yapmış oldukları çalışmanın sonucu olarak ise metamorfizma koşullarını 2±1 kbar ve 575±50°C olarak ortaya koymuşlardır. Araştırmacılar Batı Türkiye'de Eosen granitik magmatizmasının ve bununla ilişkili DB/YS metamorfizmasının muhtemelen Vardar Kenedinin kuzey doğuya dalması ile oluştuğunu bildirmişlerdir.

Çevik (2006), Topuk Köyü ve Civarındaki (Orhaneli, Bursa) yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışması kapsamında litolojik birimlerin başlıca, yüksek basınç-düşük sıcaklık koşullarında metamorfizmaya maruz kalmış Paleozoyik- Mesozoyik yaşlı metamorfik kayalar, Üst Kretase-Paleosen yaşlı ultrabazik–bazik kayalar, Orta Eosen yaşlı Topuk granitoyidik sokulumu, Neojen yaşlı tortul birim olacak şekilde sıralamışlardır. Ultrabazik birimleri ise kendi içerisinde, dunitler, harzburjitler ve bu kayaçların farklı derecelerde serpantinleşmeleri ile oluşmuş serpantinitler olmak üzere üç gruba ayırmıştır. Mikroskop çalışmaları sonucu dunitlerin minerolojik bileşiminin % 90'dan daha fazla olivin, % 1-4 serpantin, % 1-3 opak mineraller (kromit, manyetit, pirit), % 1'den az piroksen ve % 1-2 oranında manyezit, talk, kalsit ve klorit gibi ikincil ayrışım ürünü minerallerden meydana geldiğini belirlemiştir.

Okay ve ark. (2008), Tavşanlı Zonu'nun batısında metagranitoyidin varlığını belirtmiş ve bu metagranitlerde zirkonlarda yaptırdıkları yaş tayinleri sonucunda granitin Ordovisiyen (467 ± 4.5 My) yaşlı olduğunu ve Tavşanlı Zonu'nun mermerleri ve mikaşistleri arasında yaklaşık 400 m kalınlığa sahip olduğunu ileri sürmüşlerdir. Kapanca tepesinin çevresinde yer alan metagranitoyidi Kapanca Metagranitoyidi olarak adlandırmışlardır.

Ertürk (2009), Göynükbelen granitoyidine ilişkin 1/10000 ölçekli jeoloji haritası hazırlamış ve birimlerin ayrıntılı sınırları belirlemiş ve granitoyid plütonu içindeki fasiyesler ile yan kayaç dokanak ilişkilerini detaylı şekilde ortaya koymuştur. Ayrıca Topuk Granitoyidini yay içi granit olarak sınıflamış ve kalk alkalen magmatizma özelliklerini sunduğunu belirtmiştir.

Okay ve ark. (2010), Tavşanlı zonu esas alınarak KB Anadolu'da gerçekleştirdikleri arazi çalışmasında gözlemledikleri tektonik birlikleri: Sakarya kıtasına ait Nilüfer Formasyonu, Orhanlar grovakı, kırıntılı sedimenter istif; Tavşanlı zonu'na ait metabazit ve metaçörtler, yığışım kompleksi, ofiyolit, diyabaz dayk ve granitoyidleri incelemişlerdir. Bu birliklerin sınır ilişkileri ile içerdikleri kaya gruplarının tanımlaması, metamorfizma koşulları, barındırdıkları mineral toplulukları ve deformasyon özelliklerini lokasyonları ile beraber belirtmişlerdir.

Okay (2011), Tavşanlı zonunu oluşturan tektonostratigrafik birimlerin tanımlanması, dokanak ilişkileri ile metamorfizma koşulları, yapısal özellikleri ve jeolojik evrimini tanımlamıştır. Anatolid-Torid Bloku'nun kuzey kesiminde bulunan Tavşanlı Zonu'nun, Kampaniyen'de okyanus içi dalma-batma zonuna girerek, Yüksek Basınç/Düşük Sıcaklık koşullarında metamorfizmaya maruz kaldığını, mavişistlerinin ise dalma-batma olayı sürerken, henüz kıta-kıta çarpışması olmadan, Maastrihtiyen ve Paleosen'de, tabanda bir bindirme fayı ile tavanda bir normal fay arasında tektonik dilim şeklinde yüzeye çıktığından bahsetmiştir.

Kavak (2011), Fuğlatepe ve Civarında (Bursa-Orhaneli) yapmış olduğu yüksek lisans tez çalışması kapsamında ultrabazikler içerisindeki dunitlerin % 41,04 - %41,82 SiO_2 serpantinleşmiş dunitlerin ise % 36,21 - % 39,35 arasında SiO_2, gabroyik dayklarda ise % 48,04 - % 51,72 arasında SiO_2 olduğunu ortaya koymuştur. Klinopiroksenit damarlarında ise SiO_2 içeriği % 49,01 olarak

gözlenmektedir. Ayrıca dunitlerin Al_2O_3 ve CaO değerlerinin düşük, buna karşılık klinopiroksenit damarı ve gabro dayklarının Al_2O_3 ve CaO değerlerinin daha yüksek olduğu belirtmiştir.

Özcan ve ark.(2012), Bursa ve Karadeniz sahil şeridi arasındaki bölgenin jeolojik evrimini incelemiştir. Bursa'dan kuzeye Karadeniz kıyısına kadar uzanan Erken Eosen yaşlı kalın bir fliş kaması oluşumunu ortaya koymuşlardır. Bu istifin tabanının önemli bir uyumsuzluk düzeyine karşılık geldiğini ve bu Alt Eosen yaşlı flişin, Pontidler ile Anatolid-Torid Bloğunun çarpışması sonucu oluşan retro-önülke havzasında çökeldiğini bildirmişledir.

Alkan (2015), Orhaneli (Bursa) ve dolayının Neojen stratigrafisi, neotektonik yapıları ve mineral yatakları ile ilişkisini incelediği çalışmasında, fay zonlarıyla ilişkili gelişen tansiyonel açılmalar boyunca magma yerleşimi gözlemlendiği, K-G yönelimli grabenlerde başlangıç çökelimi kaba klastikler olduğundan bahsetmiş ve her iki havzada yer alan volkanitlerin benzer petrografik özellik sunduğunu ve jeokimyasal verilerle de bu volkanitlerin kalkalkalen volkanik yay ve çarpışma esnası granitleri alanında yer alan riyolit türü kayaç olduğundan bahsetmiştir.

Kocatürk (2016), Uludağ'ın güneyinde gelişmiş granitoyidik intrüzyonlarla ilişkili cevherleşmeleri jeodinamik olarak incelemiş ve jeokimyasal analizler sonucunda nadir toprak elementleri, titanyum, nikel, altın ve gümüş zenginleşmelerine dair önemli anomaliler sunduğunu, titanyum değerinin tonda %1.5, nikel değerinin % 0.5, toplam nadir toprak elementi değeri zenginleşen örnekler için tonda 200 ile 500 gr arasında bulurken, altının tonda 2 gr ve gümüşün ise tonda 4 gr bulunduğu belirtmiştir. Nadir toprak elementlerinin zenginleşmesinin ise ofiyolit şist dokanağında gelişen metamorfizmaya bağlı geliştiği ortaya çıkarmış ve zenginleşmenin ilksel kaynağın ofiyolitik kayaçlar olabileceğini öne sürmüştür.

3. MATERYAL VE METOD

3.1. Materyal

Doktora tez çalışmasının materyalini Bursa ilinin Harmancık ve Orhaneli ilçelerinin civarında yüzeylenen ofiyolitik kayaçlar oluşturmaktadır. Harmancık bölgesinde üst manto peridotitlerine ait harzburjit, lerzolit, dunit ve dunitler içerisinde yer alan kromit cevherleşmeleri ile bunları değişik yapısal seviyelerde kesen diyabaz daykları ana litolojileri oluşturmaktadır. Orhaneli bölgesinde ise ana litolojileri kümülat kayaçlar (dunit, verlit ve gabro) oluşturmaktadır.

3.2. Metod

Doktora tez çalışması (a) büro, (b) arazi, (c) laboratuvar ve (d) tez yazımı çalışmaları olmak üzere 4 aşamada gerçekleştirilmiştir.

3.2.1. Büro Çalışmaları

Harmancık ve Orhaneli (Bursa) civarında yapılan önceki çalışmalar derlenerek bu bölgelerde yüzeylenen ofiyolitlerin petrografisi, jeokimyası, jeokronolojisi, tektonik ortamı ve evrimini konu alan önceki çalışmalar detaylı bir şekilde incelenmiştir. Ayrıca bölgede daha önce yapılan detay jeoloji haritaları ve kromit ocaklarına ait imalat haritaları derlenmiştir.

Büro çalışmalarında Microsoft Ffis programlarına (Word, Excel) ek olarak şekillerin hazırlanmasında Corel Draw X7, cevherlerin 3 boyutlu modellenmesinde Surpac 5.2, jeoloji haritalarının hazırlanmasında ise ARCGIS 10.1 ve NetCAD 5.0 programları kullanılmıştır.

3.2.2. Arazi Çalışmaları

Bölgedeki arazi çalışmaları kapsamında Harmancık ilçesinde I22d3, I22d4 1/25.000 ölçekli topoğrafik paftalarının çalışma alanı içerisinde kalan kısımlarının detay jeoloji haritası hazırlanarak 115 adet kromit mostrası haritalanmıştır. Ayrıca Harmancık ilçesinde I22d1ve I22a4 1/25.000 ölçekli topoğtafik paftalarının ise kromit mostraları ve yüzey detay jeoloji haritaları derlenerek yeraltı detay jeoloji haritaları hazırlanmıştır. Harmancık bölgesinde farklı kayaç gruplarından 24 adet örnekleme yapılmıştır. Ayrıca, Harmancık ilçesi Miran bölgesinde yer alan yeraltı kromit ocaklarının da yeraltı detay jeoloji haritası hazırlanmıştır. Orhaneli bölgesinde yapılan çalışmalar kapsamında ise Orhaneli ilçesi I21b1, I21b2, I22a1 1/25.000 ölçekli topoğrafik paftalarında yer alan ultramafik tektonit ve kümülat kayaçlarında 20 adet kayaç örneklemesi yapılmıştır.

Harmancık ve Orhaneli ofiyolitlerinde alınan örneklerin kayaç türü, WGS84 Datumu (EPSG 4326) koordinat ve lokasyon bilgileri Çizelge 3.1'de verilmiştir.

Çizelge 3.1. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitlerinden derlenen örneklerin kayaç türü, WGS 84 Datumu (EPSG 4326) koordinat ve lokasyon bilgileri

ÖRNEK ADI	KAYAÇ	ENLEM	BOYLAM	LOKASYON
KM1-A	Harzburjit	39°59'27.81"	28°46'37.01"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM2	Harzburjit	39°59'23.87"	28°46'18.94"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM3	Harzburjit	39°59'27.35"	28°46'37.29"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-4A	Harzburjit	39°59'25.23"	28°46'23.62"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-6	Dunit	39°55'51.04"	28°55'44.16"	Orhaneli
KM-7A	Harzburjit	40°0'12.83"	28°47'14.45"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-8A	Harzburjit	39°59'3.79"	28°44'39.01"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-9A	Harzburjit	39°59'36.49"	28°46'35.55"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-10	Harzburjit	39°59'22.18"	28°46'14.89"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-12	Verlit	39°58'58.73"	28°45'13.37"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-13	Harzburjit	39°58'58.94"	28°45'54.9"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-14A	Harzburjit	39°59'3.72"	28°44'41.16"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-15	Harzburjit	39°59'29.22"	28°46'44.38"	Orhaneli-Ömeraltı Köyü
KM-17	Harzburjit	39°59'2.53"	28°44'46.9"	Orhaneli-Topuk Köyü
KM-18	Gabro	40°1'26.22"	28°58'18.54"	Orhaneli-Topuk Köyü
KM-19	Gabro	40°1'22.44"	28°58'23.74"	Orhaneli-Topuk Köyü
KM-20	Gabro	40°1'25.9"	28°58'21.99"	Orhaneli-Topuk Köyü
KM-21	Dunit	40°0'11.28"	29°1'11.31"	Orhaneli-Göynükbelen Köyü
KM-22A	Kromit	40°0'38.7"	29°1'51.09"	Orhaneli-Göynükbelen Köyü
KM-22B	Dunit	40°0'38.7"	29°1'51.09"	Orhaneli-Göynükbelen Köyü
D1	Dunit	39°42'24.17"	29°6'24.82"	Harmancık -Swanapol Ocak
D2	Dunit	39°42'23.23"	29°6'20.51"	Harmancık -Swanapol Ocak
D3	Dunit	39°42'24.4"	29°6'29.52"	Harmancık-Hudut 3 Ocak
H-1	Harzburjit	39°42'24.03"	29°6'23.77"	Harmancık -Swanapol Ocak
H-2	Harzburjit	39°42'22.94"	29°6'20.35"	Harmancık -Swanapol Ocak
H-3	Harzburjit	39°42'10.48"	29°6'32.05"	Harmancık-Hudut 3 Ocak
HT-2A	Harzburjit	39°42'32.4"	29°5'32.79"	Harmancık-Mostra 134
HT-2C	Kromit	39°42'18.12"	29°6'2.43"	Harmancık -Swanapol Ocak
HT-3A	Kromit	39°42'25.43"	29°5'54.29"	Harmancık-Baraj Ocak
HT-4A	Kromit	39°42'5.73"	29°6'14.65"	Harmancık-Hudut 3 Ocak
HT-4B	Harzburjit	39°42'5.73"	29°6'14.65"	Harmancık-Hudut 3 Ocak
HT-5A	Kromit	39°35'29.19"	29°8'35.81"	Harmancık- Yankoviç Ocak
HT-5C	Kromit	39°35'29.19"	29°8'35.81"	Harmancık- Yankoviç Ocak

Çizelge 3.1'in Devamı

HT-6	Kromit	39°35'56.53"	29°8'18.46"	Harmancık- Çin Ocak
HT-7	Kromit	39°35'47.66"	29°13'18.06"	Harmancık- Erk Ocak
HT-9	Kromit	39°36'8.36"	29°7'13.5"	Harmancık- Paşa Ocak
HT-10A	Harzburjit	29°7'34.82"	29°7'34.82"	Harmancık- Kocayatak Ocak
HT-10C	Kromit	29°7'34.82"	29°7'34.82"	Harmancık- Kocayatak Ocak
HT12	Harzburjit	29°12'21.67"	29°12'21.67"	Harmancık-Osmalı Ocak
HT13	Harzburjit	29°12'38.72"	29°12'38.72"	Harmancık- Erk Ocak
HT14	Harzburjit	29°12'40.31"	29°12'40.31"	Harmancık Güneyi
HT15	Harzburjit	29°6'14.65"	29°6'14.65"	Harmancık-Hudut 3 Ocak
HT16	Harzburjit	29°5'54.29"	29°5'54.29"	Harmancık-Baraj Ocak
HT17	Harzburjit	29°6'2.43"	29°6'2.43"	Harmancık -Swanapol Ocak

3.2.3. Laboratuvar Çalışmaları

Laboratuvar çalışmaları petrografi, jeokimyasal analiz ve mineral kimyası analizleri olmak üzere 3 aşamada gerçekleştirilmiştir.

Minerolojik- Petrografik İncelemeler

Arazinden alınan numunelerin ince kesitleri Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü İnce Kesit Laboratuvarında hazır hale getirilmiştir. Hazırlanan ince kesitlerin polarizan mikroskop (Olympus) yardımıyla petrografik tanımlaması gerçekleştirilmiştir. Numunelerden öncelikle dikdörtgen çipler hazırlanmıştır. Hazırlanan bu çiplerin kayacın dokusal özelliklerini en iyi yansıtan bir yüzeyi; öncelikle sırası ile #220, #320, #400, #600, #800 ve #1000'lik inceltme tozlar kullanılarak cam levha üzerinde pürüzsüzleştirilmiştir. Daha sonra bu çipleretüv veya havalı kompresör yardımı ile kurutulup, Epoxy 2 Ton ve Epoxy Resin yapıştırıcı sıvıları kullanılarak 28X48 mm boyutlarındaki cam lamellere yapıştırılmıştır.

Cam lamellere yapıştırılan kayaç çipleri 6-8 saat kurumaya bırakılmıştır. Cam lamellere yapışmış olan örneklerin kaba inceltmesini yapmak için kesim makinesinde inceltme işlemi gerçekleştirilmiştir. Kesilen örnekler daha sonra vakumlu tutucu ile tutturularak su ve inceltici tozlar yardımı ile dikey yönde döner tablaya yaklaştırma kolu aracılığı ile yaklaştırılarak yaklaşık 30 mikrona kadar inceltilmiştir. Sonrasında polarizan mikroskopta örnek kalınlığı incelendikten sonra gerekli görüldüğü takdirde inceltme işlemi el ile tekrarlanarak işlem tamamlanır.

Jeokimyasal Analizler

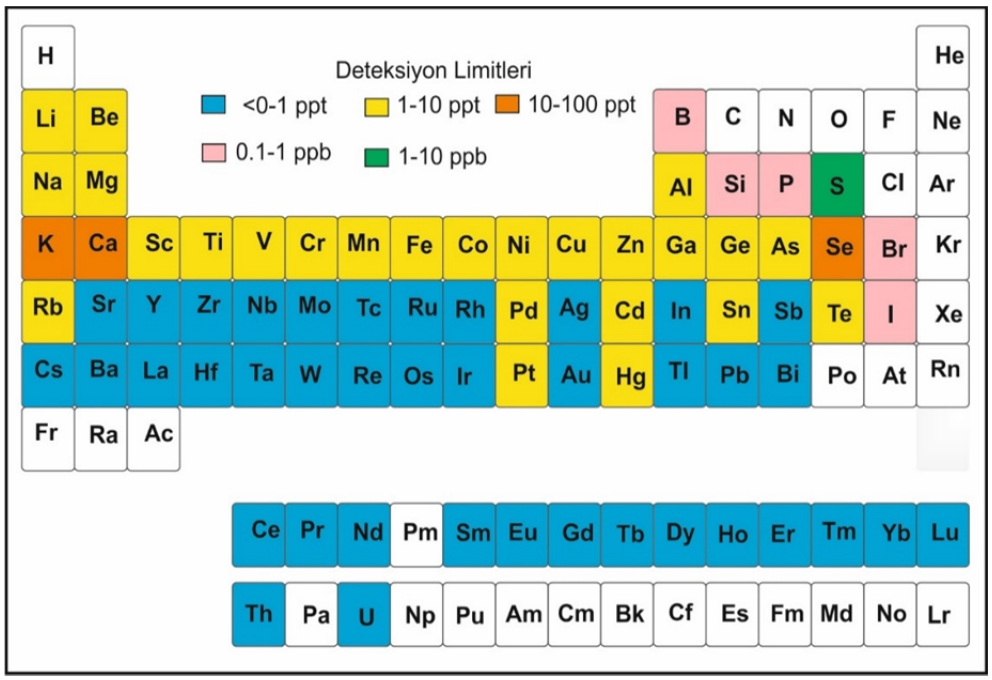
Tez kapsamında gerçekleştirilen jeokimyasal analizler tüm kayaç jeokimyası ve mineral kimyası çalışmalarını içermektedir.

Tüm Kayaç Jeokimyası

Harmancık ve Orhaneli (Bursa) ofiyolitine ait kayaçların jeokimyasal özelliklerini belirlemek, kökenleri ve oluştukları tektonik ortamı yorumlamak amacıyla 44 adet örnek üzerinde tüm kayaç ana oksit-iz ve nadir toprak elementleri analizleri gerçekleştirilmiştir.

Araziden derlenen örneklerin petrografik incelemeleri yapıldıktan sonra seçilen örnekler Çukurova Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Kırma-Öğütme Laboratuvarı ile Jeokimya Laboratuvarında analize hazır hale getirilmiştir. Kayaç örnekleri ilk önce ~ 300-400 gr olacak şekilde kesilerek çeneli kırıcıdan geçirilmiştir. Çeneli kırıcıdan geçirilen örnekler agat havanda 200 mesh tane boyutuna kadar öğütülmüş ve çeyrekleme yöntemiyle toz örnekler paketlenmiştir. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitine ait toplam 44 adet örneğin ana-iz ve nadir toprak element analizleri Applied Laboratory Systems (ALS) (Kanada) ve Çin Yer Bilimleri Üniversitesi' de yaptırılmıştır. Hazırlanan örneklerin ana element analizleri İndüktif Eşleşmiş Plazma, Kütle Spektrometre (ICP-MS) ve XRF yöntemleri analiz edilmiştir.

Endüktif eşleşmiş plazma-kütle spektrometrisi, örneklerin yüksek sıcaklıktaki bir plazmaya, genellikle argon, gönderilerek moleküler bağların kırıldığı ve atomların iyonlaştırıldığı bir analitik tekniktir. İyonlar örnekleme ve ikinci aşama süzme (skimmer) konileri ara yüzeyinden geçerek vakuma alınır ve burada birleştirilmiş mercek sistemi iyonları quadrupol kütle spektrometresine odaklar. Burada iyonlar kütlelerine ayrılıp taramalı elektron çoğaltıcısı ile analiz edilir. Örnek, genel olarak bir solüsyon halinde ve sisleştirici aracılığıyla cihaza gönderilir. ICP-MS çok hızlı bir şekilde farklı kütleleri ölçebildiği için, çoklu element ölçüm cihazı olarak düşünülebilir. Diğer bir alternatif örnekleme tekniği ise, lazer aşındırma (laser ablation) tekniğidir. ICP-MS metodu ile birçok element tayini yapılabilmektedir (Şekil 3.1).



Şekil 3.1. ICP-MS Yöntemi ile tayin edilebilen elementler ve deteksiyon Limitleri (Perkin-Elmer)

Atom X ışınları gibi yüksek enerjili bir radyasyonla uyarılırsa, bu yüksek enerji girişi yakın yörüngelerdeki elektronları daha yüksek enerji düzeyine çıkarır. Uyarılan elektronlar ilk enerji düzeylerine döndüklerinde kazanmış oldukları fazla enerjiyi dalga boyu 0,1-50 Å olan X ışınları (floresans) şeklinde geri verirler. Elementlerin verdiği bu ışımaların dalga boyu her element için farklı ve ayırtmandır. Işımanın dalga boyunun saptanmasıyla elementin cinsi (nitel), saptanan bu ışının yoğunluğunun ölçülmesiyle element konsantrasyonu (nicel) belirlenmektedir.

Çalışma alanından alınan numunelerin ana oksit değerleri ME-ICP06, kromit cevherleri ise ME-ICP06 ve ME-XRF26S, iz elementler ise ME-MS61L kodlu yöntemleri kullanılarak analiz edilmiştir. Analiz metodlarının deteksiyon limitleri Çizelge 3.2, Çizelge 3.3 ve Çizelge 3.4'te verilmiştir.

Çizelge 3.2. ME-ICP06 analiz metodunun deteksiyon limitleri

SiO_2	0.01-100	**Na_2O**	0.01-100	**P_2O_5**	0.01-100
Al_2O_3	0.01-100	**K_2O**	0.01-100	**SrO**	0.01-100
Fe_2O_3	0.01-100	**Cr_2O_3**	0.02-100	**BaO**	0.01-100
CaO	0.01-100	**TiO_2**	0.01-100	**LOI**	0.01-100
MgO	0.01-100	**MnO**	0.01-100		

Çizelge 3.3.ME-XRF26S analiz metodunun deteksiyon limitleri

SiO_2	0.05-100	**Na_2O**	0.01-10	**P_2O_5**	0.01-46
Al_2O_3	0.01-100	**K2O**	0.01-15	**SO_3**	0.01-34
Fe_2O_3	0.01-100	**Cr_2O_3**	0.01-60	**BaO**	0.01-66
CaO	0.01-60	**TiO_2**	0.01-30		
MgO	0.01-50	**MnO**	0.01-80		

Mineral Kimyası Analizleri

Harmancık ve Orhaneli ofiyolitine ait, harzburjit (24 örnek), kromit (10 örnek), dunit (6 örnek), gabro (3 örnek) ve verlit (1 örnek)'lerden toplamda 44 örnekte olivin, ortopiroksen, klinopiroksen, amfibol, plajiyoklas ve kromit mineralleri analiz edilmiştir. Mineral kimyası analizleri hem Çin Yer Bilimleri Üniversitesi (Wuhan) Doğa Bilimleri Bölümü'nde hem de Hannover (Almanya) Üniversitesi Minerolojik Enstitüsü'nde gerçekleştirilmiştir. Mineral kimyası yapılan örneklerinin her birinin analizden önce polarizan mikroskopu altında minerolojik ve dokusal özellikleri detaylı bir şekilde incelenmiştir. İncelemeden sonra her örnekte analizi yapılması düşünülen minerallerin fotoğrafları ve koordinatları kaydedilmiştir. Minerallerin kimyasal bileşimlerindeki değişimleri tespit edebilmek için bazı örnekler üzerinde profil hatları

belirlenmiştir. Örnekler karbonla kaplanmadan önce yüzeyleri alkolle temizlenmiş ve nemden etkilenmemesi için özel kaplarda muhafaza edilmiştir.

Çizelge 3. 4. ME-MS61L analiz metodunun deteksiyon limitleri

Ag	0.002-100	**Cu**	0.02-10,000	**Na**	0.001%-10%	**Sr**	0.02-10,000
Al	0.01%-50%	**Fe**	0.002%-50%	**Nb**	0.005-500	**Ta**	0.01-500
As	0.02-10,000	**Ga**	0.05-10,000	**Ni**	0.08-10,000	**Te**	0.005-500
Ba	1-10,000	**Ge**	0.05-500	**P**	0.001%-1%	**Th**	0.004-10,000
Be	0.02-1,000	**Hf**	0.004-500	**Pb**	0.01-10,000	**Ti**	0.001%-10%
Bi	0.002-10,000	**In**	0.005-500	**Rb**	0.02-10,000	**Tl**	0.002-10,000
Ca	0.01%-50%	**K**	0.01%-10%	**Re**	0.0004-50	**U**	0.01-10,000
Cd	0.005-1,000	**La**	0.005-10,000	**S**	0.01%-10%	**V**	0.1-10,000
Ce	0.01-500	**Li**	0.2-10,000	**Sb**	0.02-10,000	**W**	0.008-10,000
Co	0.005-10,000	**Mg**	0.01%-50%	**Sc**	0.01-10,000	**Y**	0.01-500
Cr	0.3-10,000	**Mn**	0.2-100,000	**Se**	0.006-1000	**Zn**	0.2-10,000
Cs	0.01-500	**Mo**	0.02-10,000	**Sn**	0.02-500	**Zr**	0.1-500

Çin yerbilimleri Üniversitesi (Wuhan)'ndeki mineral kimyası analizleri (EPMA) sırasında dört dalga boyu dağılımlı spektrometreye (WDS) sahip bir JEOL JXA-8230 elektron prob mikroanalizörü kullanılmıştır. Çalıştırma koşulları Wang ve ark. (2019) ve Ning ve ark. (2019) tarafından ayrıntılı olarak verilmiştir. Hannover Üniversitesinde mineral kimyası analizi için Cameca SX100 elektron prob mikroanalizörü kullanılmıştır. Çalıştırma koşulları Parlak ve ark. (2019)'da verilmektedir. Analizlerde 15 kV hızlandırıcı voltaj, 20 nA prob akımı ve 1 mikron ışın çapı kullanılmıştır. Kalma süreleri, element zirvelerinde 10 saniye ve zirvelere bitişik arka plan konumlarında bunun yarısı kadardır. Ham x-ışını yoğunlukları, bir ZAF (atom numarası, absorpsiyon, floresans) düzeltme yöntemi kullanılarak düzeltilmiştir. Bir dizi doğal ve sentetik SPI standartları kullanılmış ve analiz edilen minerallere göre değiştirilmiştir. Kullanılan standartlar sırasıyla; Sanidin (K), Pirop Granat (Fe, Al), Diyopsit (Ca, Mg), Jadeyit (Na), Rodonit (Mn), Olivin (Si), Rutil (Ti) ve Apatit (P)'tir.

4. ARAŞTIRMA BULGULARI

4.1. Arazi Gözlemleri, Petrografi ve Detay Jeoloji Haritası Çalışmaları

Harmancık ve Orhaneli (Bursa) civarında yüzeylenen ofiyolitik kayaçların petrolojisinin daha iyi anlaşılabilmesi açısından ofiyolit iç yapısını ortaya koyan detay jeoloji haritaları hem arazi çalışmaları hem de mevcut verilerin bir araya getirilmesi ile hazırlanmıştır.

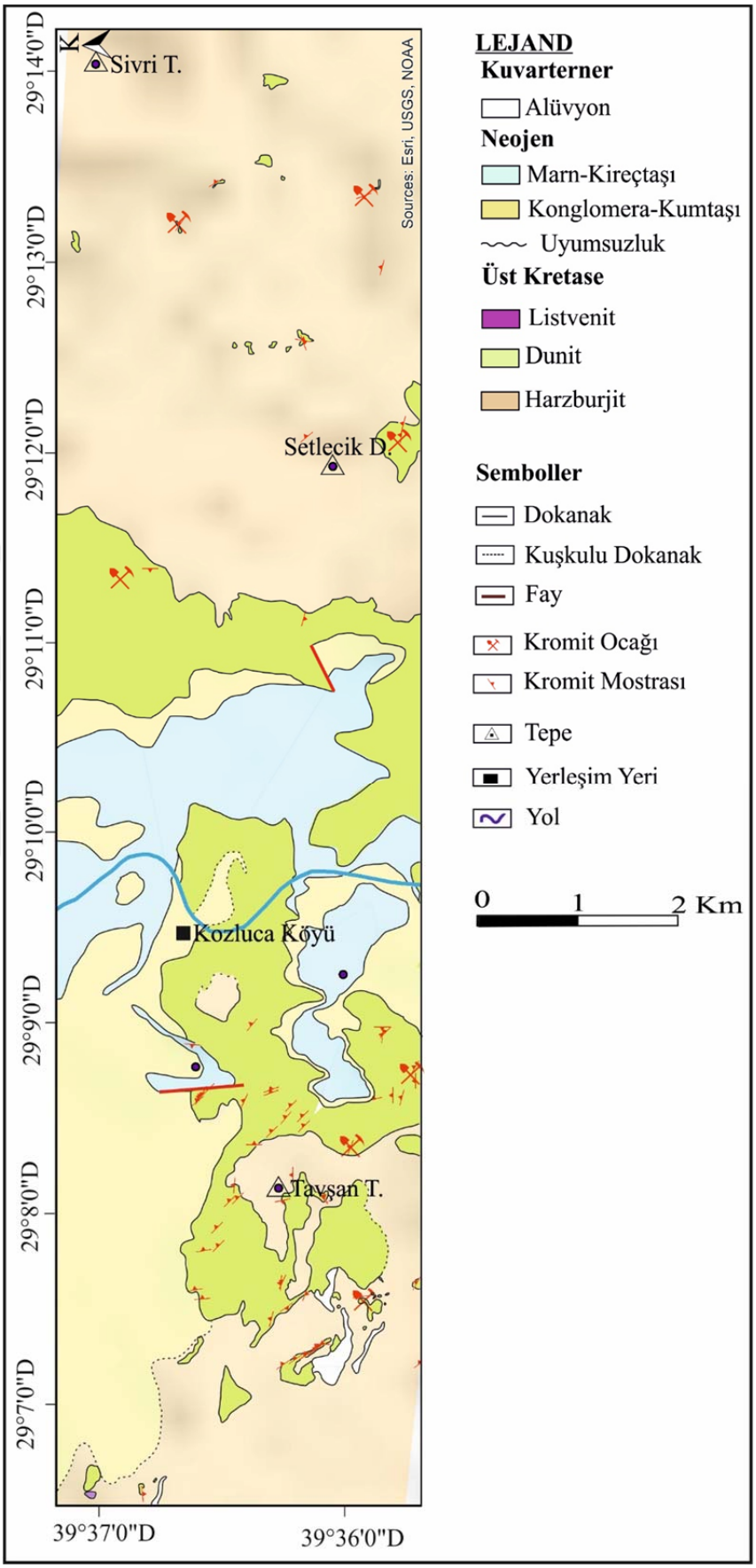
Bu kapsamda Harmancık (Bursa) ilçesinin güneyinde yer alan Kozluca Köyü çevresinde yüzeylenen manto tektonitlerinden oluşan 40 km^2'lik alanın ve Harmancık'ın kuzey batısında yer alan Miran bölgesindeki yer altı kromit ocaklarının detay jeoloji haritası hazırlanarak kromit cevherleşmelerinin geometrileri 3 boyutlu hale getirilmiştir (Şekil 4.1 ve 4.2).

4.1.1. Harmancık (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Manto Tektonitlerinin Jeolojisi

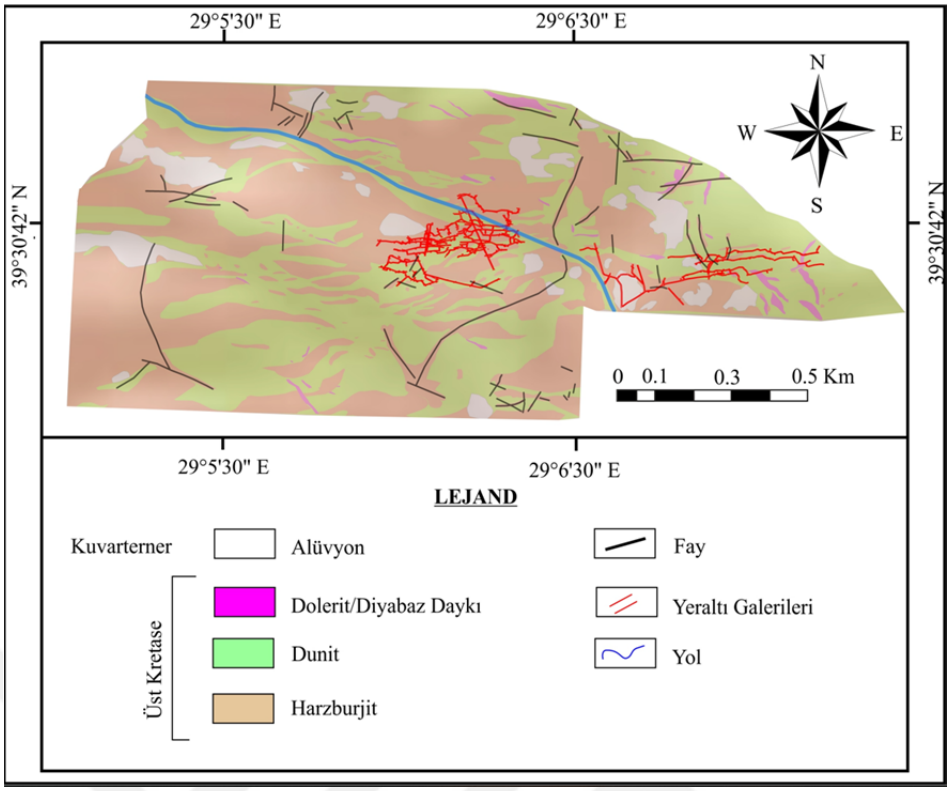
Harmancık ilçesinin güneyinde 40 km^2'lik alanın detay jeoloji haritası çıkartılmış ve bölgede yer alan 77 adet mostra haritalanmıştır. Çalışma alanında Geç Kretase yaşlı ofiyolitlerle ilişkili litolojiler yaşlıdan gence doğru ofiyolitik melanj, manto tektonitleri (harzburjit ve dunit), tektonitlerin ayrışmasına bağlı olarak gelişen listvenit oluşumları, tektonitleri kesen diyabaz dayklarında ibarettir. Neojen yaşlı konglomera, kumtaşı, marn ve kiltaşı birimleri ofiyolitler üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Ultrabazik kayaçlar çalışma alanının kuzeybatısında ofiyolitik melanjın üzerine tektonik olarak gelmektedir. Ofiyolitler içerisindeki manto tektonitlerini farklı yapısal seviyelerde kesen tekil diyabaz daykları doğrultuları boyunca birkaç metreden birkaç yüz metreye kadar izlenebilmektedir (Şekil 4.1). Bölgede manto tektonitleri içerisinde bir çok eski dönemden kalma kromit ocağı bulunmakta olup çoğu ocak terk edilmiş durumdadır.

Harmancık (Bursa) ilçesinin kuzey batısında bulunan Miran bölgesi manto tektonitlerinin (harzburjit, dunit ve diyabaz daykları) yoğun olarak gözlendiği bir alandır. Çalışma alanında 5 adet kromit ocağı bulunmaktadır. Ocakların tamamı yer altı işletmesi niteliğinde olup yüksek tenörlü (%40-56) kromit üretimi yapılmaktadır (Şekil 4.2).

Bölgede harzburjit ve dunitler büyük alanlar kaplamakta olup birbirleri ile ardalanmalı veya birbirlerinin içerisinde mercekler şeklinde izlenebilmektedir (Şekil 4.3). Dunitik zonlar yan kayaçlardan keskin dokanaklar ile ayrılmıştır. Bu durum çoğu ergiyiğin başlangıçtaki gözenekli akım göçünden, onu çevreleyen manto arasında denge oluşturmadan daha hızlı ergiyik taşınımına olanak sağlayan ergiyik dolu kırık veya tüpler boyunca gelişen kanallarda odaklanmış akıma dönüştüğü ve ofiyolitlerin manto kesiminde görülen keskin sınırlı uyumsuz dunit ayrışmalarının bu kanalların kalıntıları olduğunu ifade etmekte olup ofiyolitlerin manto kesimindeki keskin dunit sınırları oluşmasına sebep olmaktadır (Kelemen ve ark., 1999, Winter, 1993).



Şekil 4.1. Harmancık güneyinin (Kozluca Köyü) detay jeoloji haritası ve kromit mostralarının lokasyonları (Neojen birimlerin sınırları M.T.A 1/25000 ölçekli jeoloji haritasından alınmıştır.)



Şekil 4.2. Harmancık kuzeybatısı Miran bölgesi detay jeoloji haritası ve yer altı galerilerinin durumu (Özen,1985'ten alınmıştır.)



Şekil 4.3.Harmancık (Bursa) batısında gözlenen dunit-harzburjit ardalanması

4.1.2. Harmancık (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Manto Tektonitlerinin Petrografisi

Harmancık (Bursa) ofiyolitine ait manto tektonitlerinden derlenen numuneler üzerinde petrografi çalışmaları yapılmıştır. Bunun yanı sıra tüm kaya analizleri kullanılarak kayaçların modal minerolojik bileşimleri CIPW normları ile hesaplanmıştır. Harmancık ofiyolitinde gözlenen harzburjitler ortalama %64.60 Ol, % 28.4 Opx, % 1.1 Cpx ve % 0.58 Cr_2O_3 içerirken, dunitler %91.97 Ol, %0.86 Opx, %1.1 Cpx ve %0.58 Cr_2O_3 içermektedir. Harmancık ofiyolitinden alınan numunelerin modal bileşimleri Çizelge 4.1'de verilmiştir.

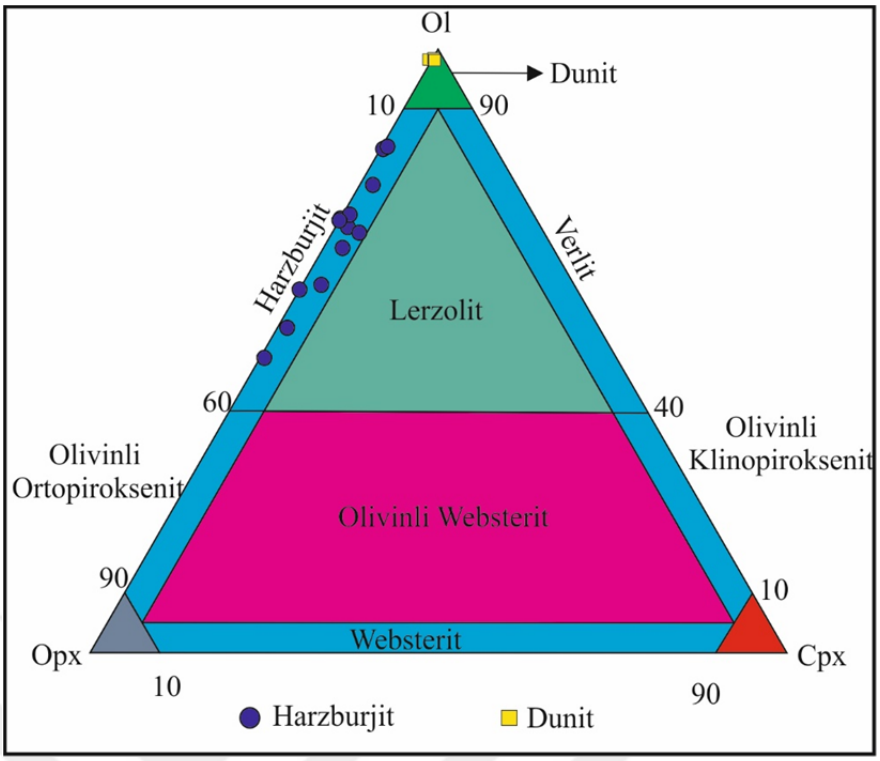
Harmancık peridotitleri içerisindeki kayaçlara ilişkin hesaplanan modal minerolojik bileşimler baz alınarak Streckeisen (1973) Ol-Opx-Cpx üçgen diyagramında sınıflandırılmaları yapılmıştır (Şekil 4.4).

Çizelge 4.1. Harmancık (Bursa) ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait kayaçların CIPW norm hesaplamalarına bağlı modal minerolojik bileşimleri

ÖRNEK	LOKASYON	KAYAÇ TÜRÜ	Ol	Opx	Cpx	Spl
H1	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	64.59	24.75	3.24	0.81
H2	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	68.58	25.44	0.64	0.63
H3	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	67.42	26.32	0.22	0.6
HT-2A	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	73.4	19.68	1.59	0.35
HT-4B	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	79.26	14.99	0.44	0.63
HT-5A	Harmancık Güneyi	Harzburjit	58.29	38.42	0	0.63
HT-10A	Harmancık Güneyi	Harzburjit	57.42	34.08	2.49	0.35
HT-12	Harmancık Güneyi	Harzburjit	50.5	41.52	1.12	0.62
HT-13	Harmancık Güneyi	Harzburjit	68.61	27.12	0	0.56
HT-14	Harmancık Güneyi	Harzburjit	46.55	47.91	0	0.69
HT-15	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	79.37	15.36	0.26	0.72
HT-16	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	64.58	25.54	1.61	0.6
HT-17	Harmancık Kuzeyi	Harzburjit	61.27	27.58	2.31	0.56
D1	Harmancık Kuzeyi	Dunit	96.58	0.69	0.05	0.52
D2	Harmancık Kuzeyi	Dunit	87.36	0.97	0	8.39
D3	Harmancık Kuzeyi	Dunit	87.06	0	0	4.33

Harzburjit

Tektonitler içerisinde harzburjitler, büyük alanlar kaplamakta ve dunitlere nazaran daha dik topoğrafya sunmaktadırlar. Arazide ayrışmış yüzeyi kahverengi, taze kırık yüzeyi ise koyu yeşil olarak gözlenmektedir (Şekil 4.5).



Şekil 4.4. Harmancık Peridotitlerinde yer alan manto kayaçlarının CIPW normative değerlerine göre Ol-Opx-Cpx üçgen diyagramında sınıflandırılması (Streckeisen,1973)

Kayaç Adı: Harzburjit

Doku: Taneli ve elek

İçindeki Mineraller

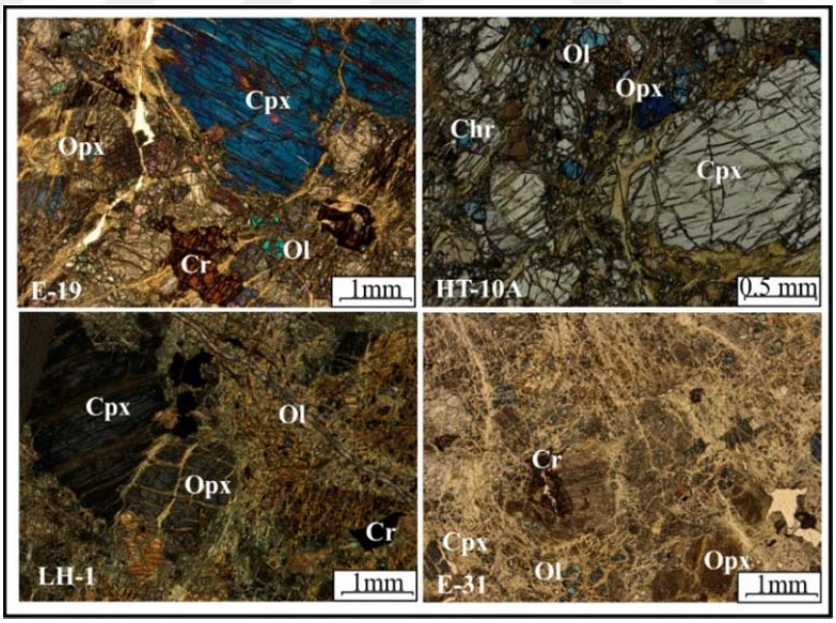
Olivin: Bol çatlaklı görünüme sahip olup %80 oranında serpantinleşmiş olarak gözlenmektedirler. Kesit içerisinde olivinler Harmancık'ın kuzey kısımlarında %65-75 modal minerolojik oranda gözlenirken, güney kısımlarında %50-60 modal minerolojik oranda gözlenmektedir. Tek nikolde renksiz ve çift nikolde canlı girişim renkleri göstermekte olup bol kırıklı ve çatlaklı bir görünüme sahiptirler.

Piroksen: Ortopiroksen ve klinopiroksenler kesit içerisinde %20-30 modal minerolojik oranda gözlenmektedir. Piroksenlerde serpantinleşmeye bağlı olarak bastitleşme gelişmiştir. Ortopiroksenler, Harmancık'ın kuzey kısımlarında %20-25 oranında yer kaplarken güney kısımlarında %30-40 oranında yer kaplamaktadır. Klinopiroksenler, Harmancık bölgesi kuzey kısımlarında %0.5-2 oranında yer kaplarken güney kısımlarında ise %0-2.5 oranında yer kaplamaktadır.

Kromit: Yarı özşekilli veya özşekilsiz olarak gözlenmektedir. Bol çatlaklı kataklastik bir yapı sunmaktadır. Çift nikolde kahverengi ve siyah renklerde görünmektedir. İnce kesitlerde ortalama %0.5 modal minerolojik oranda yer kaplamaktadır (Şekil 4.6).



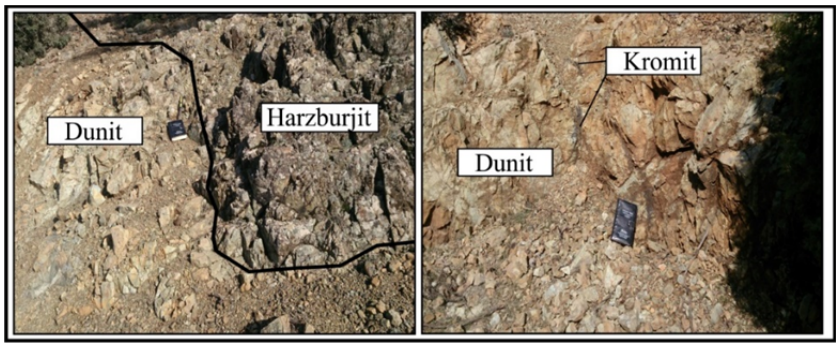
Şekil 4.5.Asarlık Tepe civarında yüzeylenen harzburjitlerin arazi görünümü



Şekil 4.6. Harmancık bölgesi tektonitlerinde yer alan harzburjitlerin ince kesit görünümleri (Ol: Olivin, Cpx: Klinopiroksen, Opx: Ortopiroksen, Chr: Kromit)

Dunit

Dunitler çalışma alanında harzburjitlere oranla daha düz bir topoğrafya sunmaktadır. Arazide sarımsı ayrışma renkleri sunması ve düz topoğrafyaları ile diğer yan kayaçlardan kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Taze kırık yüzeyleri yeşilimsi siyah renk sunmaktadır (Şekil 4.7).



Şekil 4.7.Tavşantepesi batısında gözlenen Dunit-Harzburjit sınırı ve dunitlerin arazi görünümleri

Kayaç Adı: Dunit

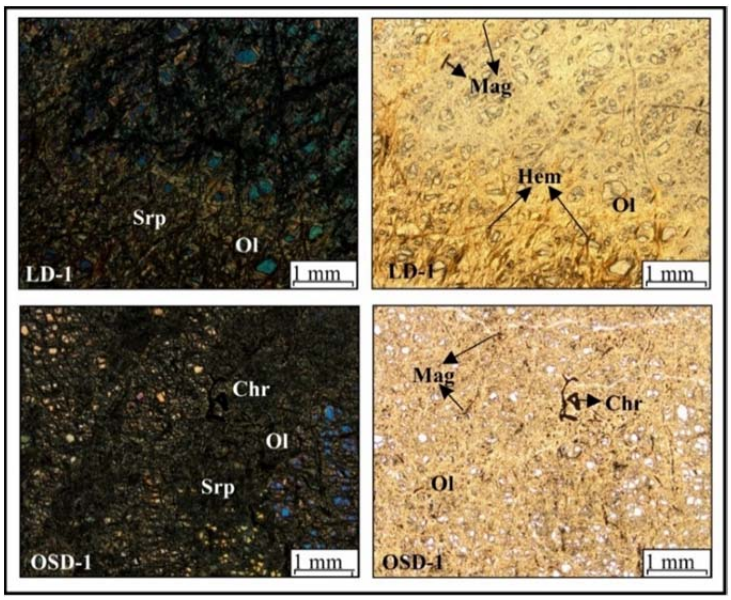
Doku: Elek Dokusu

İçindeki Mineraller:

Olivin: Bol çatlaklı görünüme sahip olup %80 modal minerolojik orandadır ve çoğunlukla serpantinleşmiş olarak gözlenmektedirler. Tek nikolde renksiz ve çift nikolde canlı girişim renkleri göstermektedirler. Çatlaklar boyunca hematitleşme ve manyetitleşme sık olarak görülmektedir.

Piroksenler: Piroksenlerin modal minerolojik oranı %10'un altında gözlenmekte olup çoğunlukla bastitleşmişlerdir.

Kromit: Yarı özşekilli veya özşekilsiz olarak gözlenmektedir. %3-5 modal minerolojik orana sahiptirler. Bol çatlaklı kataklastik bir yapı sunmaktadır. Çift nikolde kahverengi ve siyah renklerde görünmektedir (Şekil 4.8).



Şekil 4.8. Harmancık bölgesi tektonitlerinde yer alan dunitlerin ince kesit görünümü (Ol: Olivin, Srp: Serpantin, Chr: Kromit, Mag: Manyetit, Hem: Hematit).(LD: Leopar Ocak, OSD-1: Osmanlı Ocak)

Tekil Diyabaz Daykı

Diyabaz daykları arazide birkaç metre kalınlıkta olup yer yer birkaç yüz metre uzunluğunda görülmektedir. Başlıca Kozluca köyünün doğusunda, Göktaş Tepenin kuzey kesimi ile Kozluca köyünün batısında Tavşan Tepesinin kuzey kesimlerinde yoğun bir şekilde gözlenmektedir (Şekil 4.1). Arazide sert, dayanımlı yapıları ve ince-uzun (1/10) devamlılıkları nedeniyle kolaylıkla diğer birimlerden ayrılabilmektedir. Ayrışmış yüzeyleri kahverengi-gri, taze kırık yüzeyleri ise gri renklidir (Şekil 4.9).

Kayaç Adı: Diyabaz

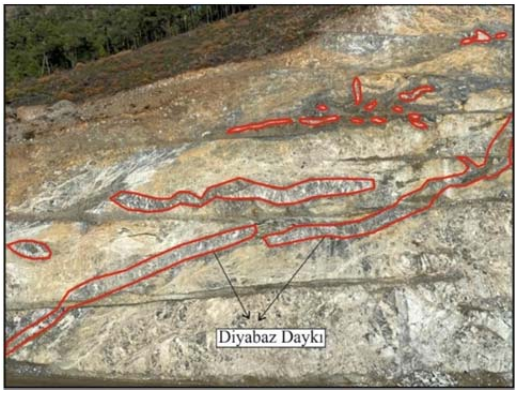
Doku: Subofitik doku

İçindeki Mineraller:

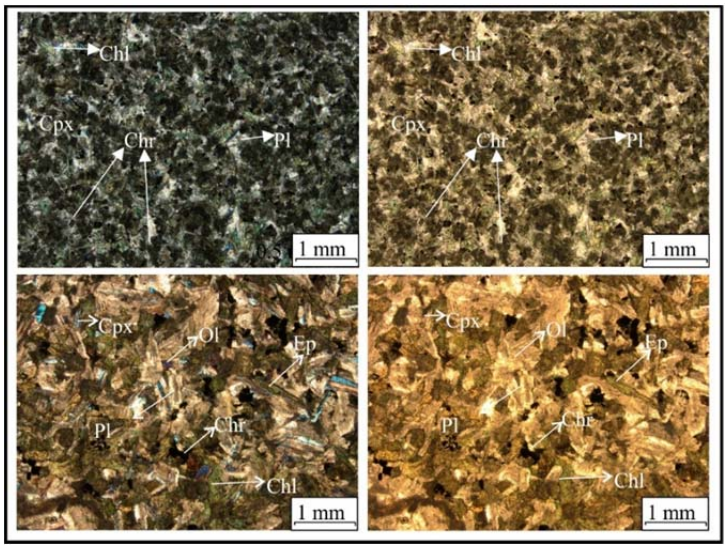
Plajiyoklas: Kayaçta %40'ın üzerinde modal minerolojik oranda izlenmektedir. Genellikle alterasyona uğramış olup albitleşme, epidotlaşma ve kalsitleşme yoğun olarak gözlenmektedir. Çift Nikol ve tek nikolde beyaz renkte girişim rengi sunmaktadır (Şekil 4.10).

Olivin: Bol çatlaklı görünüme sahip olup kesit içerisinde %20 modal minerolojik oranda gözlenmektedir. Tek nikolde renksiz ve çift nikolde canlı girişim renkleri göstermektedirler.

Klinopiroksenler: Klinopiroksenler %30 modal minerolojik oranda gözlenmekte olup kırmızı ve mavi girişim renkleri sunmakta ve göreceli olarak yüksek röliyefe sahiptirler. İkincil olarak kloritleşme yaygındır (Şekil 4.10).



Şekil 4.9.Diyabaz dayklarının arazideki görünümü



Şekil 4.10. Harmancık bölgesi tektonitlerini kesen diyabaz dayklarının ince kesit görünümü (Ol: Olivin, Cpx: Klinopiroksen, Chl: Klorit, Epd: Epidot, Chr: Kromit)

Kromitit

Kromititler Harmancık bölgesi tektonitleri içerisinde saçınımlı, bantlı, nodüler ve masif yapı sunmakta olup serpantinize dunitler içerisinde yer almaktadır (Şekil 4.11).

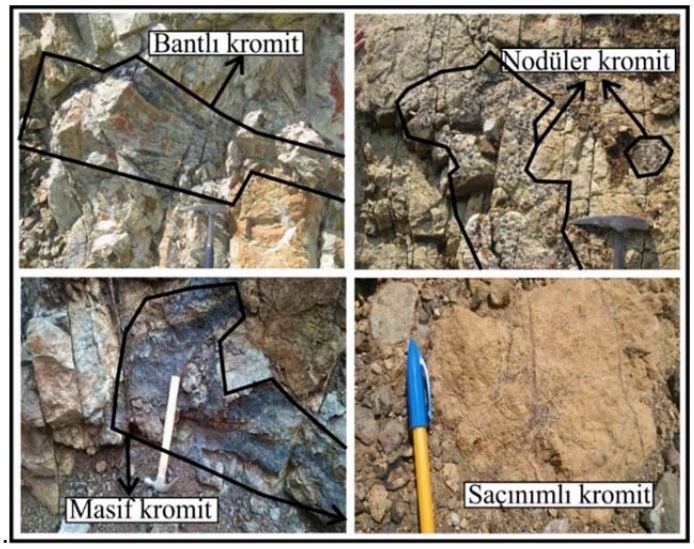
Kayaç Adı: Kromitit

Doku: Kataklastik, Taneli

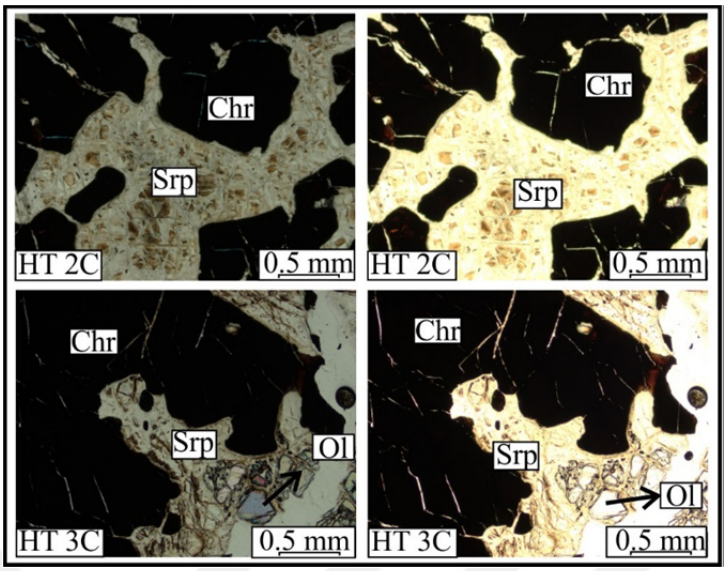
İçerisindeki Mineraller:

Olivin: Kromititler içerisinde yer alan olivinler %80-90 oranında serpantinleşmiş olup bol çatlaklı yapıda gözlenmektedir (Şekil 4.12).

Kromit: Kromitler tek ve çift nikolde siyah ve kahverengi renkler sunmakta olup geçirdikleri tektonizmalardan dolayı kataklastik doku sunmaktadırlar. Ayrıca çek-ayır yapıları da sunmaktadırlar. Kromititler kesit içerisinde özşekilsiz veya yarı özşekilli görünmektedirler (Şekil 4.12)



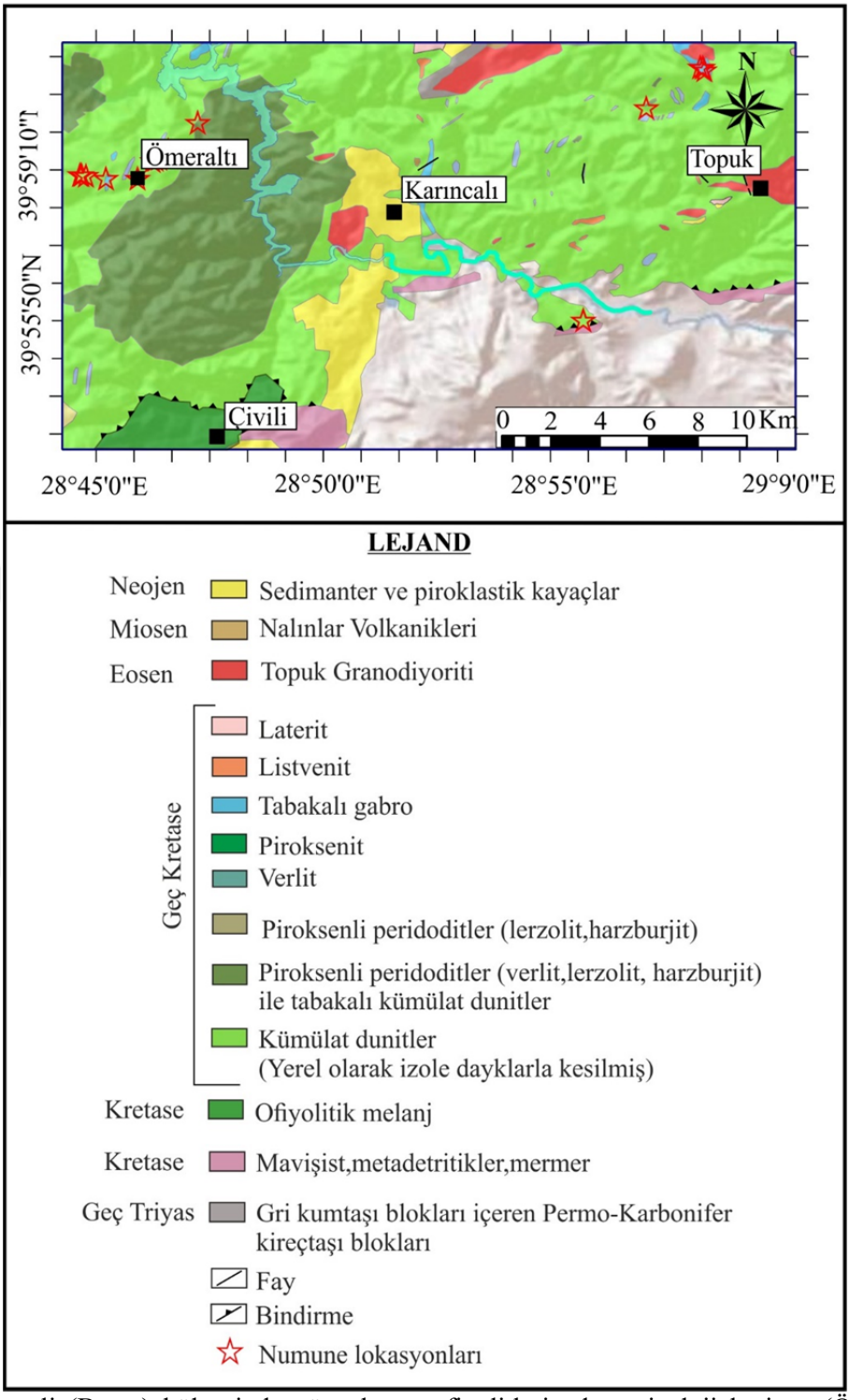
Şekil 4.11.Harmancık Tektonitleri İçerisinde gözlenen kromititlerin arazi görünümü



Şekil 4.12. Harmancık bölgesi tektonitlerinde yer alan kromititlerin ince kesit görünümü (Ol: Olivin, Chr: Kromit, Srp: Serpantin)

4.1.3. Orhaneli (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Manto Tektonitleri ve Kümülat Kayaçların Jeolojisi

Orhaneli (Bursa) bölgesinde ultramafik ve mafik kümülatlar büyük alanlar kaplamaktadır. Ömeraltı köyü ve Karıncalı kasabası dolayları manto peridotitlerine ait kayaçlardan oluşurken Orhaneli ilçesi civarında ise kümülat kayaçlar yoğun olarak gözlenmektedir (Şekil 4.13).



Şekil 4.13. Orhaneli (Bursa) bölgesinde yüzeylenen ofiyolitlerin detay jeoloji haritası (Özen ve ark., 2004'ten sadeleştirilerek alınmıştır)

4.1.4. Orhaneli (Bursa) Bölgesinde Yüzeylenen Ofiyolitik Kayaçların Petrografisi

Orhaneli bölgesi ofiyolitik kayaçlarından derlenen manto tektonitleri ve kümülat örnekleri üzerinde petrografi çalışmaları yapılmıştır. Ayrıca, kayaçların modal minerolojik bileşimleri CIPW norm hesaplaması ile tespit edilmiştir. Orhaneli ofiyolitinde gözlenen harzburjitler ortalama %76.5 Ol, % 17.86 Opx, % 1.1 Cpx ve % 0.56 Cr_2O_3'ten oluşmaktadır. Dunitik kayaçlar ise % 92.3 Ol, %

1.41 Opx, % 1.31 Cpx ve % 1.46 Cr_2O_3,'ten meydana gelmektedir. Mafik bileşimli gabrolar ise %43.06 Plj, %29.26 Cpx, %19.3 Ol, %1.87 Opx, ve %0.07 Spl minerallerinden oluşmaktadır. Hesaplanan modal bileşimler Çizelge 4.2 ve Çizelge 4.3' de verilmiştir.

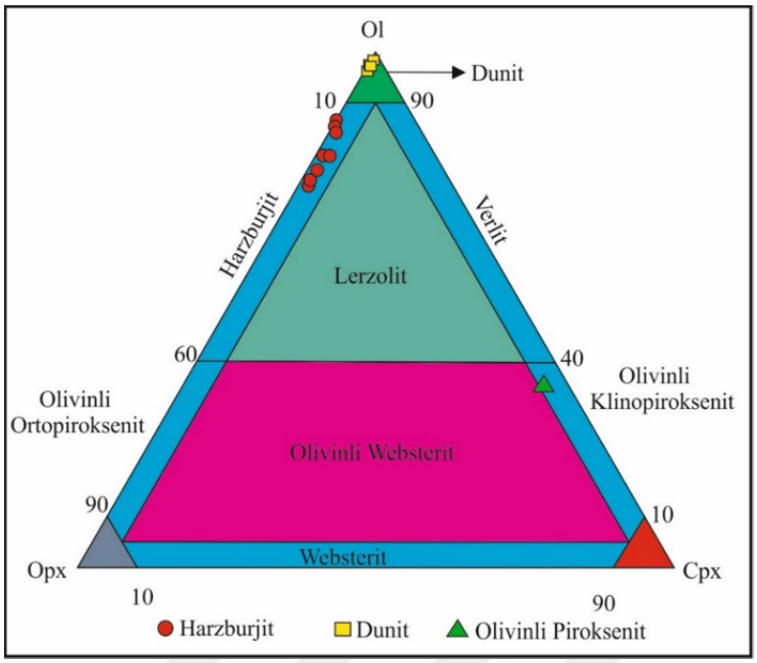
Çizelge 4.2. Orhaneli (Bursa) ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait kayaçların CIPW norm hesaplamalarına bağlı modal minerolojik bileşimleri

ÖRNEK	KAYAÇ TÜRÜ	Ol	Opx	Cpx	Spl
KM1-A	Harzburjit	73.31	19.98	1.53	0.96
KM2	Harzburjit	75.13	17.28	1.2	0.43
KM3	Harzburjit	82.13	12.47	0.14	1.25
KM-4A	Harzburjit	80.57	13.93	1.02	0.63
KM-7A	Harzburjit	82.09	14.36	0.45	0.43
KM-8A	Harzburjit	74.72	20.53	1.13	0.43
KM-9A	Harzburjit	76.6	17.47	1.63	0.44
KM-10	Harzburjit	76.38	19.13	0	0.31
KM-12	Olivinli Klinopiroksenit	31.17	5.31	54.57	0.25
KM-14	Harzburjit	73.24	21.02	1.33	0.38
KM-15	Harzburjit	76.31	17.31	2.21	0.49
KM-17	Harzburjit	70.55	23.03	1.88	0.37
KM-13	Harzburjit	69.14	27.92	0	0
KM-6	Dunit	95.2	1.44	0.15	0.8
KM-21	Dunit	92.5	1.9	0.3	0.56
KM-22B	Dunit	90.5	0	4.8	0.75

Çizelge 4.3. Orhaneli (Bursa) ofiyolitinde yer alan kümülat kayaçların CIPW norm hesaplamalarına bağlı modal minerolojik bileşimleri

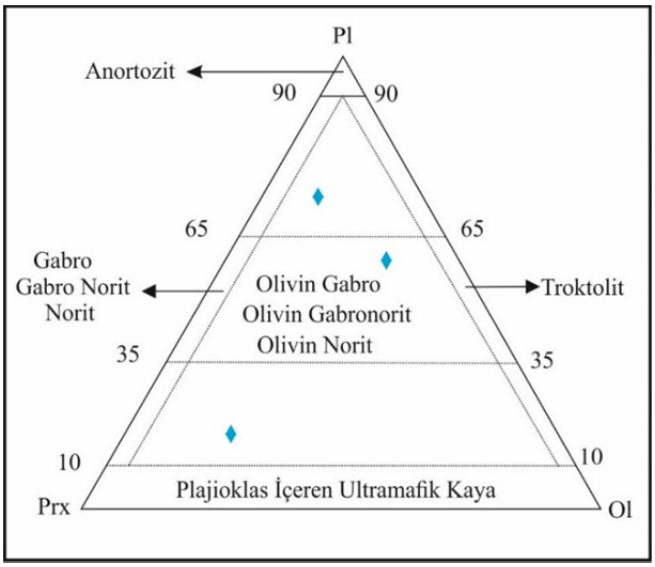
ÖRNEK	KAYAÇ TÜRÜ	Ol	Opx	Cpx	Plj	Spl
KM-18	Gabro	20.33	0	61.41	15.61	0.12
KM-19	Gabro	27.62	0	13.07	49.56	0.07
KM-20	Gabro	10	5.62	13.31	64.03	0.03

Orhaneli peridotitleri içerisindeki kayaçlara ilişkin hesaplanan modal minerolojik bileşimler baz alınarak Streckeisen (1973) Ol-Opx-Cpx üçgen diyagramında sınıflandırılmaları yapılmıştır (Şekil 4.14).



Şekil 4.14. Orhaneli bölgesi peridotitlerinde yer alan manto kayaçlarının CIPW normative değerlerine göre Ol-Opx-Cpx üçgen diyagramında sınıflandırılması (Streckeisen, 1973)

Orhaneli (Bursa) bölgesinde gözlenen ofiyolitik kayaçlardan mafik bileşimli gabroların modal minerolojik bileşimlerine göre Streckeisen (1976) Ol-Prx-Plj üçgen diyagramında sınıflandırması yapılmış olup çoğunlukla olivinli gabro, olivinli gabronorit, olivinli norit alanında yer almaktadır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Orhaneli ofiyolitinde yer alan gabroyik kayaçların CIPW normatif modal minerolojik bileşimlerine Pl-Ol-Prx üçgen diyagramında sınıflandırılması (Streckeisen,1976)

Harzburjit

Ömeraltı köyü ile Karıncalı kasabası dolaylarında yoğun olarak gözlenmekte olan harzburjitik kayaçlar dik bir topoğrafya sunmaktadırlar. Arazide ayrışmış yüzeyleri koyu kahverengi, taze kırık yüzeyleri ise koyu yeşil renklidir (Şekil 4.16).

Kayaç Adı: Harzburjit

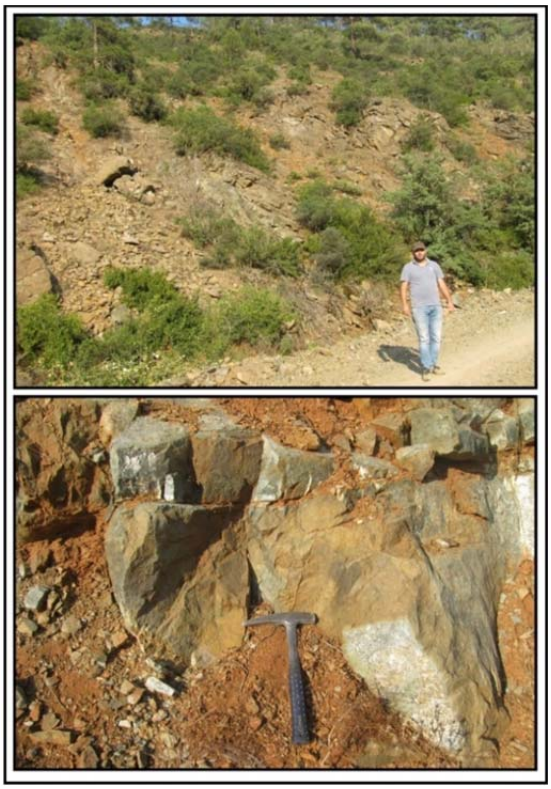
Doku: Taneli ve elek

İçindeki Mineraller:

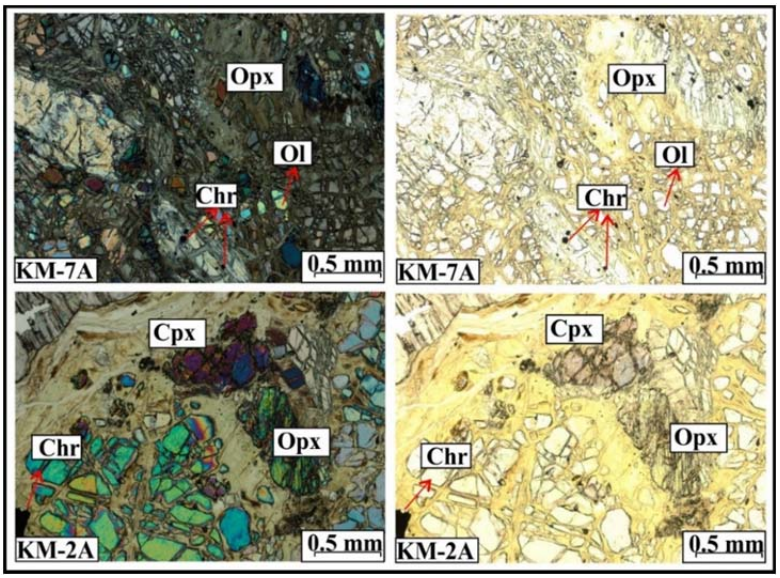
Olivin: Olivinler Harmancık tektonitlerinde yer alan olivinlere nazaran daha az çatlaklı ve daha az oranda serpantinleşmiş şekilde gözlenmektedir (~ %60). Kesit içerisinde %70-80 modal minerolojik orana sahiptir. Tek nikolde renksiz ve çift nikolde canlı girişim renkleri göstermektedirler (Şekil 4.17).

Piroksenler: Ortopiroksen ve klinopiroksenler kesit içerisinde %35-40 modal minerolojik oranda görülmektedir. Piroksenlerde serpantinleşmeye bağlı olarak bastitleşme gelişmiş olup her iki piroksen türü de tek nikolde renksiz ve çift nikolde canlı girişim renkleri göstermektedirler. Ortopiroksenler, %20-25 oranında yer kaplarken klinopiroksenler ise %0-2.5 civarında yer kaplamaktadır (Şekil 4.17).

Kromit: Yarı özşekilli veya özşekilsiz olarak gözlenmektedir. Bol çatlaklı kataklastik bir yapı sunmaktadır. Çift nikolde kahverengi ve siyah renklerde görünmektedir. Kesitlerde ortalama %0.5 modal minerolojik oranında yer kaplamaktadır (Şekil 4.17).



Şekil 4.16.Ömeraltı köyünün güneydoğusunda gözlenen harzburjitlerin arazi görünümü



Şekil 4.17. Harzburjitlerin ince kesit görünümü (Opx: Ortopiroksen, Cpx: Klinopiroksen, Ol: Olivin, Chr: Kromit)

Kümülat Dunit

Kümülat dunitler çalışma alanında geniş bir alan kaplamakta olup harzburjitlere oranla daha düz bir topoğrafya sunmaktadırlar. Arazide sarımsı ayrışma renkleri sunması ve düz topoğrafyaları ile yan kayaçlardan kolaylıkla ayrılmaktadırlar. Taze kırık yüzeyleri açık-koyu yeşil renk sunmaktadır (Şekil 4.18).

Kayaç Adı: Dunit

Doku: Adkümülat

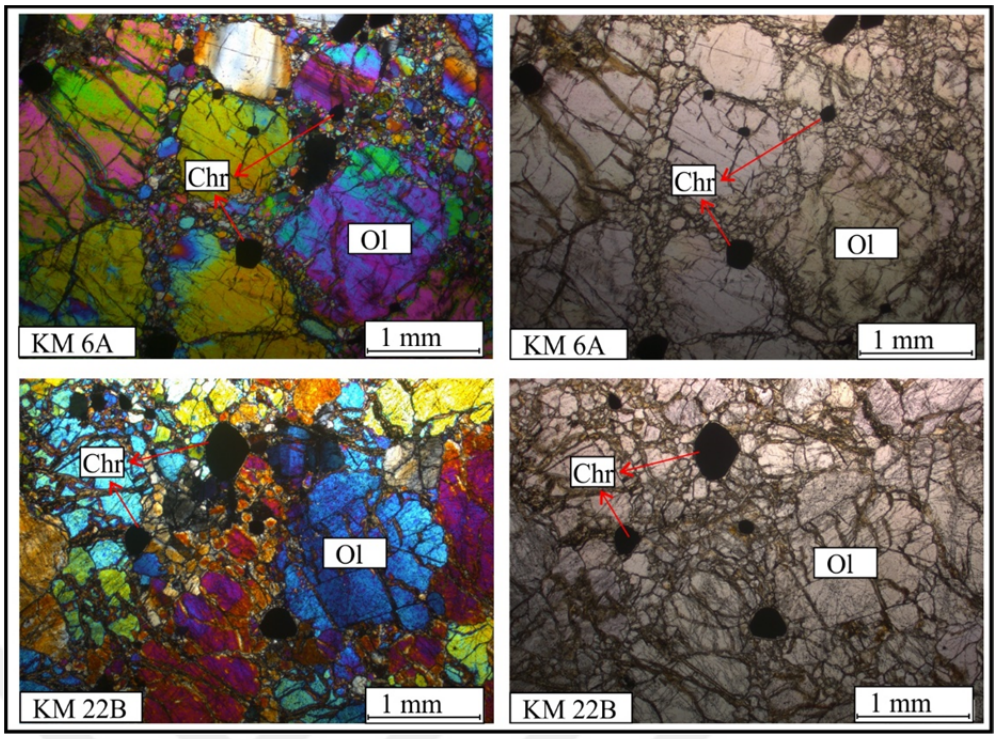
İçindeki Mineraller:

Olivin: Kayaç içerisinde %90'dan fazla modal minerolojik oranda bulunan olivinler taze ve yuvarlaklaşmış olarak gözlenmekte olup kesit içerisinde farklı tane boyutlarına sahiptirler. Çift nikolde canlı girişim renklerine sahipken tek nikolde renksiz gözlenmektedirler (Şekil 4.19).

Kromit: Yarı özşekilli veya özşekilli olarak %1-5 modal minerolojik oranda gözlenmektedir. Çift nikolde kahverengi ve siyah renklerde görünmektedir (Şekil 4.19)



Şekil 4.18. Göynükbelen köyünün güney batısında yer alan açık ocak içerisinde gözlenen kümülat dunit ve kromitit bantları



Şekil 4.19. Kümülat dunitlerin ince kesit görünümü Chr:Kromit, Ol:Olivin)

Gabro

Gabrolar Topuk köyünün kuzeyinde yoğun bir şekilde gözlenmekte olup gabro ve olivinli gabro olarak iki tür halinde bulunmaktadır (Şekil 4.20).

Kayaç Adı: Olivinli Gabro

Doku; Heteradkümülat

Olivin: Kayaç içerisinde olivinli gabrolarda %20 civarında modal minerolojik oranda, tabakalı gabrolarda ise %10 modal minerolojik oranda bulunmakta olup yuvarlaklaşmış şekilde gözlenmektedirler. Kesit içerisinde olivinler 0.2 mm-0.5 mm arası tane boyları arasında olup çift nikolde canlı girişim renkleri sunmakta ve tek nikolde renksizdirler (Şekil 4.21.

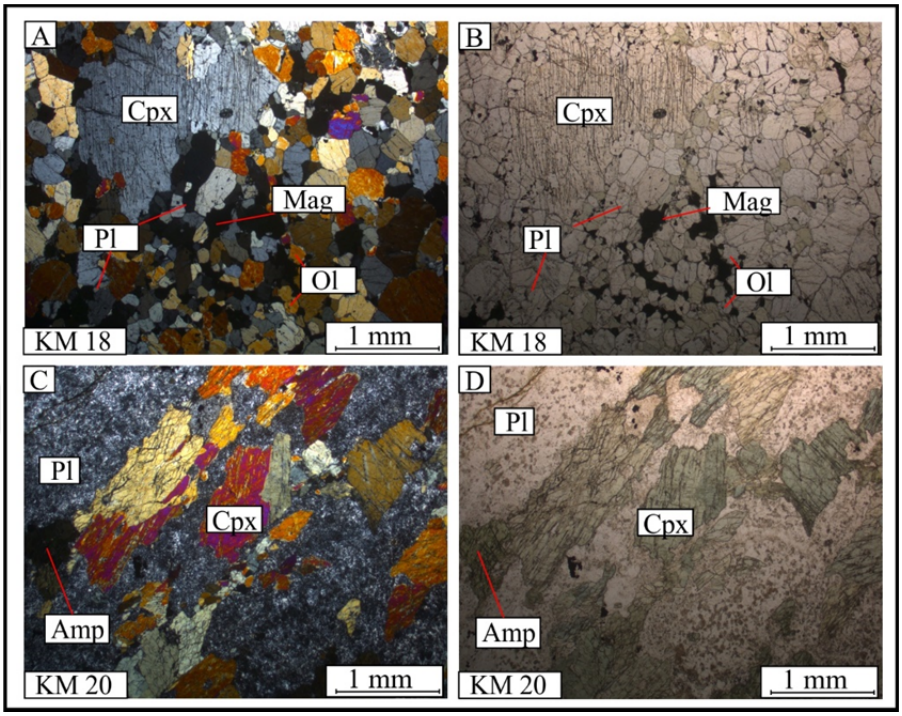
Piroksenler: Klinopiroksenler olivinli gabrolarda %50 üzerinde modal minerolojik oranda, tabakalı gabrolarda ise %10-15 modal minerolojik oranda bulunmaktadır. Klinopiroksenlerin bir kısmı uralitleşerek amfibole dönüşmüş şekilde gözlenmektedir. Tek nikolde renksiz veya soluk yeşil renkleri ve çift nikolde canlı girişim renkleri göstermektedirler (Şekil 4.21).

Amfibol: Kayaç içerisinde %2-5 modal minerolojik oranda gözlenmekte olup klinopiroksenlerin uralitleşmesi sonucu oluşmuşlardır. Çift nikolde sarı ve yeşil renkler tek nikolde ise soluk yeşil ve yeşil renklerde gözlenmektedirler (Şekil 4.21).

Plajioklas: Olivinli gabrolarda yer yer kalsitleşmiş olarak %15-20 modal minerolojik oranda, tabakalı gabrolarda ise sosüritleşmiş ve %50-60 modal minerolojik oranda gözlenmektedirler. Tabakalı gabrolarda iri klinopiroksenlerin arasında kümülüs mineral olarak bulunmaktadır. Tek ve çift nikolde renksiz olarak gözlenmektedirler (Şekil 4.21).



Şekil 4.20. Topuk köyü kuzeyinde gözlenen tabakalı gabroların arazi görünümü



Şekil 4.21. Gabroların ince kesit görünümleri (Cpx:Klinopiroksen, Ol: Olivin, Pl: Plajioklas, Amp: Amfibol, Mag: Manyetit, Chr: Kromit)

Kromitit

Kromititler Orhaneli kümülatları içerisinde bantlı ve saçınımlı olarak görünmekte olup kümülat dunitler içerisinde yer almaktadır (Şekil 4.22).

Kayaç Adı: Kromitit

Doku: Taneli

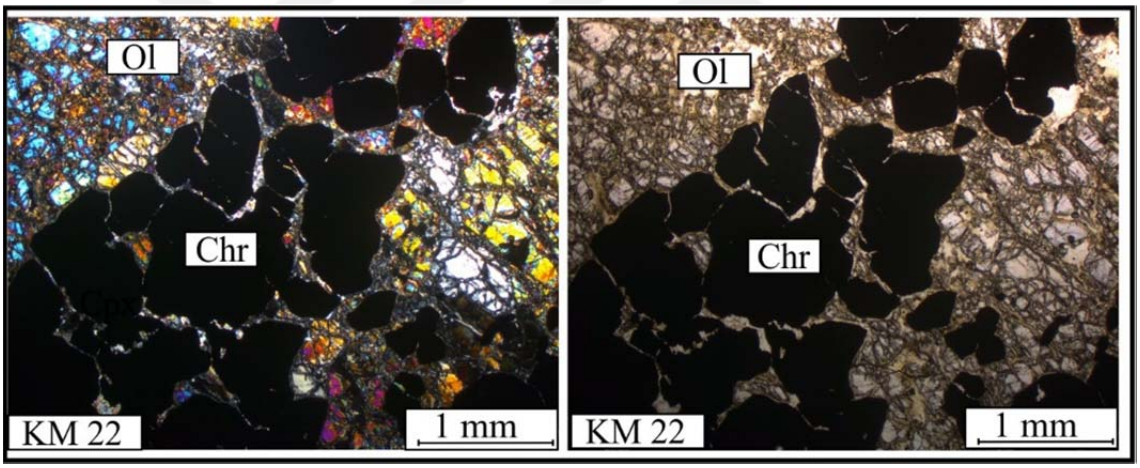
İçerisindeki Mineraller:

Olivin: Kromitler içerisinde yer alan olivinler bol çatlaklı görünüme sahip olmakla beraber çok az miktarda serpantinleşme gözlenmektedir. Kesit içerisinde olivinler 0.1 mm-0.5 mm arası tane boyları arasında olup çift nikolde canlı girişim renkleri sunmakta ve tek nikolde renksizdirler.

Kromit: Kromitler tek ve çift nikolde sırasıyla siyah ve kahverengi renkler sunmakta olup kataklazmaya bağlı olarak çek-ayır yapıları göstermektedir. Kromitler kesit içerisinde 0.2 mm-1 mm arası tane boyları arasında olup özşekilsiz veya yarı özşekilli görünmektedirler. Çift ve tek nikolde siyah renk sunmaktadır (Şekil 4.23).



Şekil 4.22. Orhaneli bölgesi kümülatları içerisinde gözlenen bantlı kromititlerin arazi görünümü



Şekil 4.23. Orhaneli bölgesinde kümülatlarının içerisinde yer alan bantlı kromititlerin ince kesit görünümü (Ol: Olivin, Chr: Kromit)

Olivinli Klinoklinopiroksenit

Olivinli klinopiroksenitler, sahada kümülat dunitler içerisinde mercekler şeklinde gözlenmekte olup altere yüzeyleri koyu sarı ve kahverengi renkler taze kırık yüzeyleri ise koyu yeşil renkler sunmaktadır (4.24).

Kayaç Adı; Olivinli Klinoklinopiroksenit

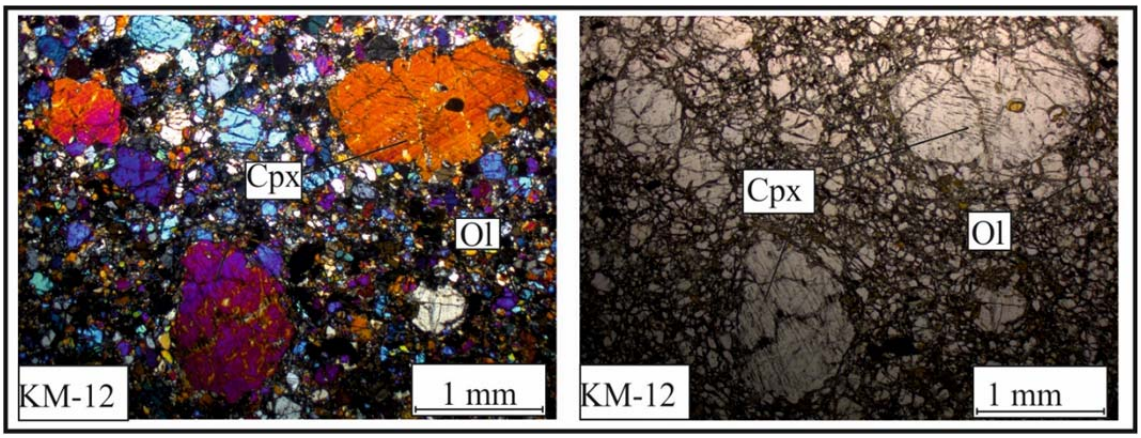
Doku: Mezokümülat, taneli,elek

İçindeki Mineraller:Olivin: Orhaneli ilçesinin batısında az çatlaklı ve serpantinleşme çok az gözlenmektedir. Kesit içerisinde olivinler 0.2 mm-0.5 mm arası tane boyları arasında olup %30-40 oranında yer kaplamaktadır. Çift nikolde canlı girişim renkleri sunmakta ve tek nikolde renksizdirler.

Piroksenler; Kesit içerisinde % 65-70 oranında bulunmakta olup 0.5 mm ile 1mm tane boylarında sahiptirler. (Şekil 4.17). Çift nikolde canlı girişim renkleri sunarken tek nikolde renksizdirler (Şekil 4.25).



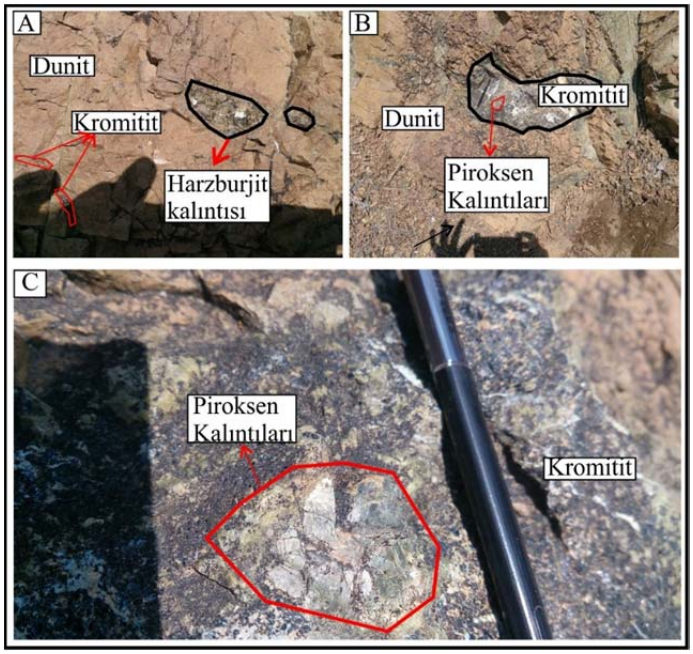
Şekil 4.24. Olivinli Klinopiroksenitlerin arazi görünümü



Şekil 4.25.Olivinli Klinopiroksenitlerin görünümü (Cpx:Klinopiroksen, Ol:Olivin)

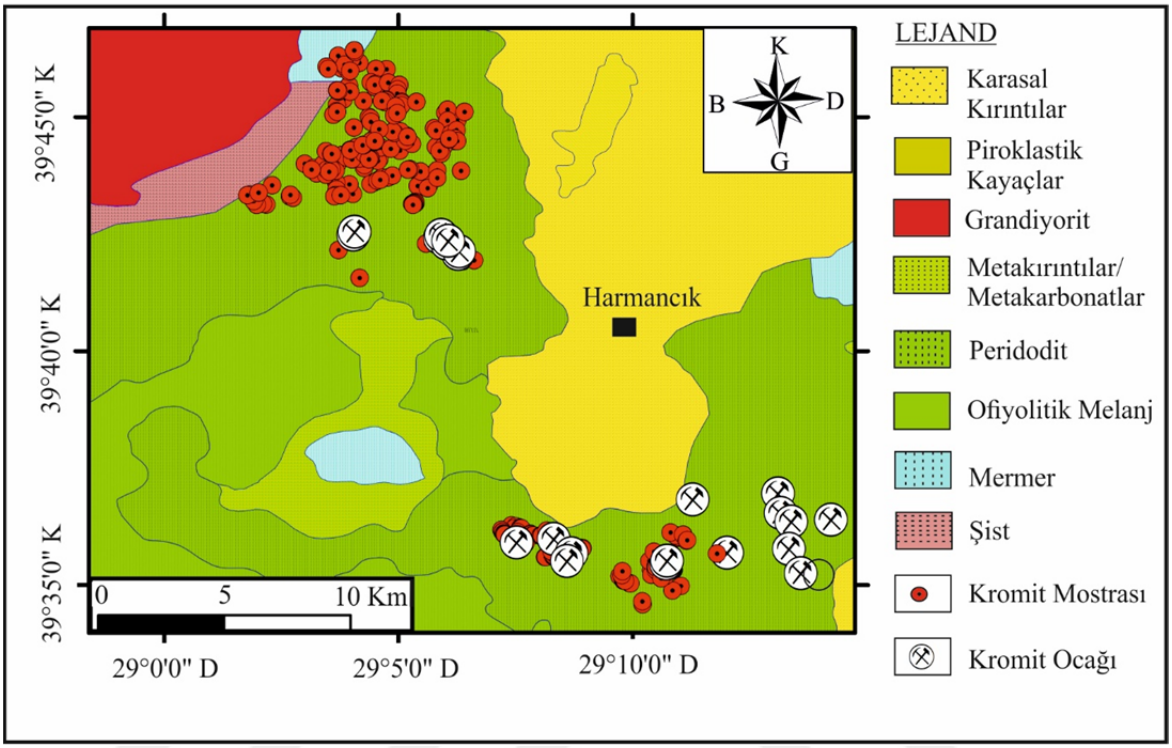
4.2. Harmancık Bölgesi Manto Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Cevherleşmeleri

Bölgedeki kromitit yüzlekleri harzburjitik tekronitler içerisindeki serpantinize dunit kılıfları içerisinde bulunmakta olup başlıca saçınımlı, masif, nodüler ve bantlı yapıda gözlenmektedirler. Kromititler, harzburjitik manto içerisine konduit kanalları vasıtası ile sokulum yapan bazaltik magmaların yan kayaç ile reaksiyona girmesi sonucuda kaya-ergiyik etkileşim süreçleri neticesinde oluşmaktadır. Podiform kromitit kütlelerinin etrafında bulunan dunit kılıfı, konduit kanalları boyunca sokulum yapan bazik magmanın, boşluğun cidarları boyunca tüketilmiş harzburjitlerle kimyasal tepkimeye girmesine bağlı olarak metasomatik reaksiyonlar sonucu gelişmektedir. Peridotit diyapiri içindeki boşluğu dolduran bazaltik magma ile boşluğun duvarları arasındaki ısı farkı nedeniyle burada konveksiyon akımı gelişmektedir. Kristallenen tanelerin gelişen konveksiyon akımı üzerine izleyecekleri güzergâh ağırlık farkı nedeniyle farklı olacaktır. Bu da tanelerin birbirleriyle karışmasına, çarpışmasına neden olmaktadır. Böylece birbirleriyle temas eden kromit taneleri uygun kristal köşe ve kenarından başlayarak büyümekte ve taneler topluluğu veya nodüller meydana gelmektedir. Burada biriken kromit taneleri, içinde bulundukları boşluğun şekline uygun olarak kromit kütlesini meydana getirmektedir (Lago ve ark., 1982). Yan kayaç - ergiyik tepkimesindeki değişimler, kromit kristallenmesi, magma karışımı ve ergiyik bileşiminde birçok değişimlere ve dalgalanmalara sebep olmakta ve bunun sonucunda da bir kromitit kütlesinde masif ve saçınımlı kromit bantları ve faz bantlanmaları meydana gelmektedir. Magma ve yan kayaç denge durumuna ulaşıp, kayaç - ergiyik reaksiyonun durması sonucunda, kromit ve olivin kotektik olarak kristallenmekte ve saçınımlı kromitler meydana gelmektedir. (Zhou ve ark., 1996) (Şekil 4.26)



Şekil 4.26. Asarlık Tepenin kuzey batısında yer alan dunitlerin içerisinde yan kayaç magma etkileşimi sonucu oluşan kromit ve kalıntı harzburjitler. (A: Dunit içerisinde kalıntı harzburjit, B-C: Kromit içerisinde piroksen kalıntıları)

Harmancık (Bursa) bölgesinde yüzeylenen ultramafik tektonitler içerisinde yer alan 100 mostra ve 13 ocaktan cevher doğrultu eğim ölçümleri derlenmiştir. Ayrıca bölgede yer alan 10 adet krom ocağında cevher geometrileri hazırlanmıştır (Şekil 4.27).

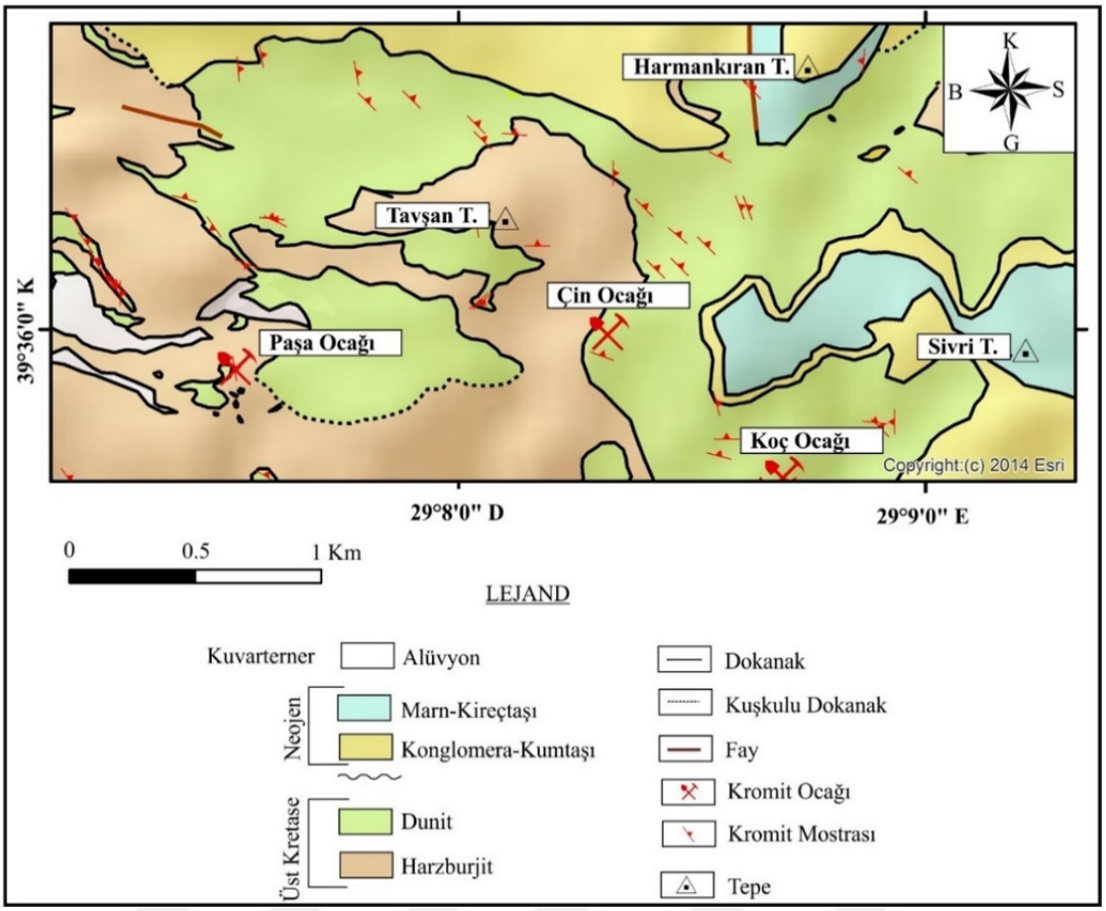


Şekil 4.27. Harmancık bölgesinde yer alan kromit mostra ve ocaklarının MTA 1/500.000 ölçekli jeoloji haritası üzerinde görünümü

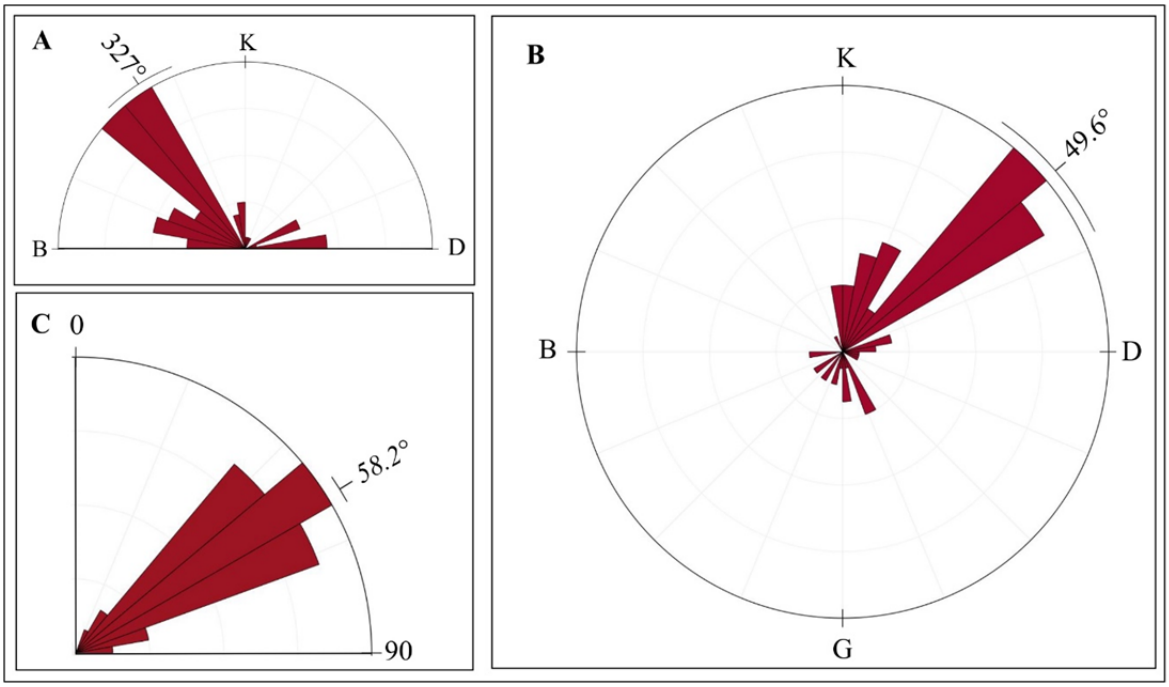
Harmancık (Bursa) bölgesindeki kromitit cevherleşmeleri Harmancık ilçesinin güney ve kuzey kesimlerinde gerek cevherleşmelerin konumları gerekse oluşan cevherlerin boyut ve rezervleri bakımından karakteristik olarak farklılıklar sunmaktadır.Harmancık ilçesinin güneyinde kalan çalışma alanı içerisinde 9 adet kromit ocağı ile 71 adet kromitit mostrası haritalanmıştır. Kromititler ileri derecede serpantinleşmiş dunitler içerisinde yer almakta olup masif, nodüler, dissemine ve bantlı yapılar sunmaktadırlar. Kromitit mostraları harzburjit dunit dokanaklarına paralel olacak şekilde yan kayaç dokanaklarına uyumlu doğrultular göstermektedir (Şekil 4.28).

Kozluca köyü civarında yer alan 71 kromitit mostrası ve 9 kromit ocağı üzerinden doğrultu, eğim yönü ve eğim derecesi ölçümleri yapılmış ve yapılan ölçümler neticesinde bölgedeki cevherleşmelerin K327° doğrultusunda, 49.6° eğim yönünde ve 58.2° eğim açısında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.29).

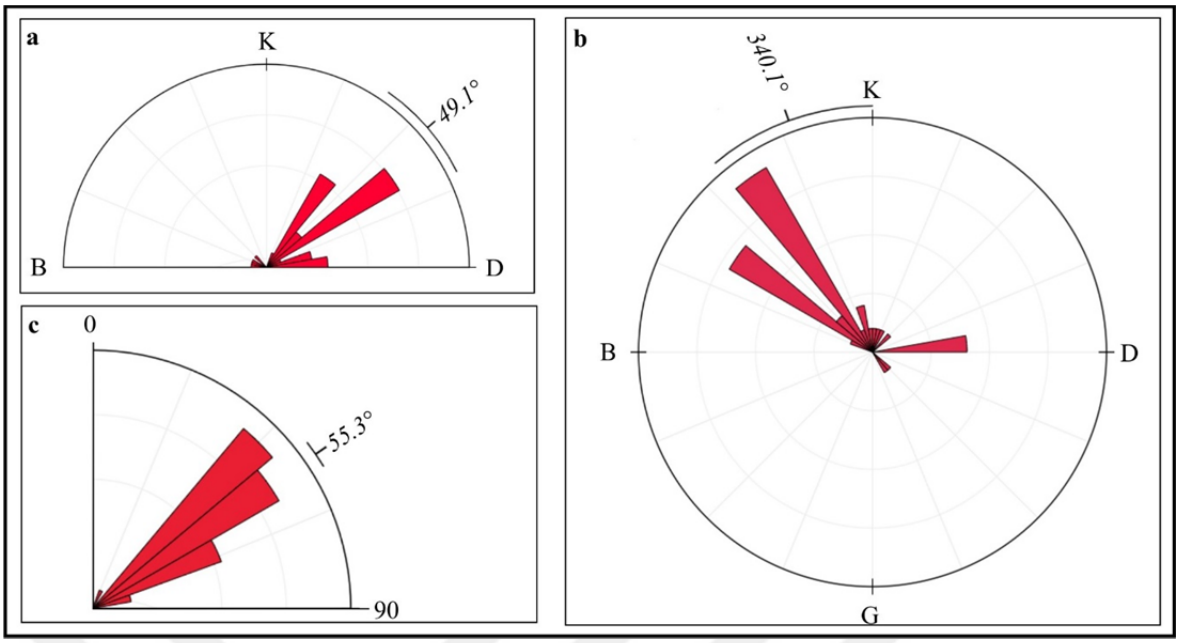
Harmancık ilçesinin kuzeyinde Miran Mevkii civarında yer alan 4 kromit ocağı ve 29 kromitit mostrası üzerinden doğrultu, eğim yönü ve eğim derecesi ölçümleri yapılmış ve yapılan ölçümler neticesinde bölgedeki cevherleşmelerin K49° doğrultusunda, 340° eğim yönünde ve 55° eğim açısında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.30).



Şekil 4.28. Tavşan Tepe civarında gözlenen mostraların doğrultu ve eğim yönlerini gösterir detay jeoloji haritası (Neojen birim sınırları MTA 1/25000 ölçekli jeoloi haritasından alınmıştır.)



Şekil 4.29. Harmancık bölgesi güneyinde yer alan kromitit mostralarının konumlarını gösteren gül diyagramları (a: Doğrultu, b: Eğim yönü, c: Eğim derecesi)



Şekil 4.30. Harmancık bölgesi kuzeyinde yer alan kromitit mostralarının konumlarını gösteren gül diyagramları (a: Doğrultu, b: Eğim yönü, c: Eğim derecesi)

Bölgede birçok kromit ocağı bulunmakta olup tez çalışması kapsamında, kromitit oluşumlarının net bir şekilde ortaya çıkartılması amacıyla seçilen Paşa Ocak, Çin Ocak, Koç Ocak, Osmanlı Ocak, Erk Ocak, Leopar Ocak, Hudut 3 Ocak, Swanapol Ocak ve Baraj Ocak çevrelerinin yer altı ve yer üstü detay jeoloji haritaları hazırlanmış ve cevher geometrileri ortaya çıkartılmıştır. Bu çalışma sırasında daha önce gerçekleştirilen çalışmalar ve tez kapsamında yapılan güncel çalışmalar temel alınmıştır.

Harmancık bölgesi ofiyolitine ait ultramafik tektonitlerinin içerisinde bir çok kromit ocağı bulunmakta olup Maden ve Petrol İşleri (MAPEG) kayıtlarına göre 2004-2021 yılları arasından 2,280,156.38 ton kromit üretimi gerçekleştirilmiştir. Yıllara göre kromit üretimleri Çizelge 4.13'te verilmiştir. MAPEG kayıtlarına göre bölgede 2021 yılı sonu itibari ile 6,374,756.10 ton görünür kromit rezervi bulunmaktadır.

Harmancık (Bursa) bölgesi manto tektonitleri içerisinde bulunan mostra ve ocakların WGS84 datum sisteminde (EPSG 4326) lokasyon ve kromititlerin yapısal konum bilgileri EK-3 de mostraları gösterir fotoğraflar EK-4'de verilmektedir.

4.2.1. Paşa Ocak

Paşa ocağı yüzeyden itibaren 40 metre derinliğe sahip ve yer altı yöntemiyle çalışılmaktadır. Ocak içerisinde cevherler serpantinize dunitler içerisinde yer almaktadır. Ocak çevresinde değişik boyutlara sahip birçok dunit merceği de bulunmaktadır. Dunitler ile harzburjitler arasında keskin bir dokanak ilişkisi bulunmaktadır (Şekil 4.98).

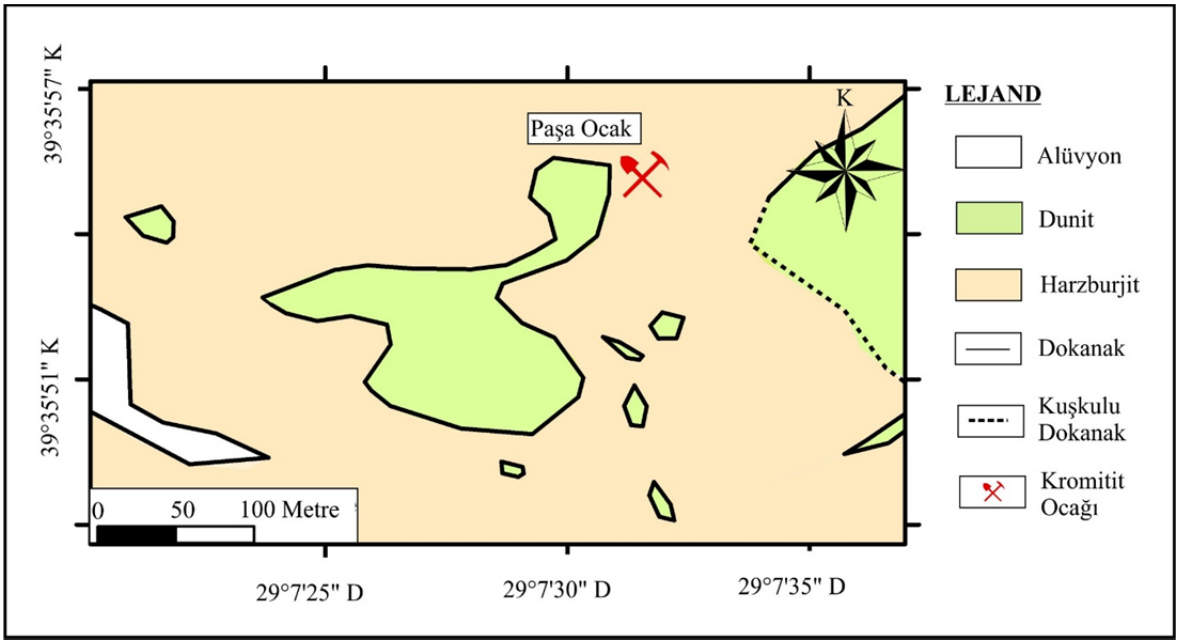
Ocak içerisinde beş farklı kromitit merceği bulunmakta olup bunların en büyüğü 45 metre doğrultu boyunda ve yer yer 10 metreye varan kalınlık sunmaktadır. Bu mercek K293°

doğrultusunda ve 20° kuzey doğuya (KD) eğimli olarak gözlenmektedir. Ocakta 32,333 ton görünür rezerv bulunmaktadır (Şekil 4.31).

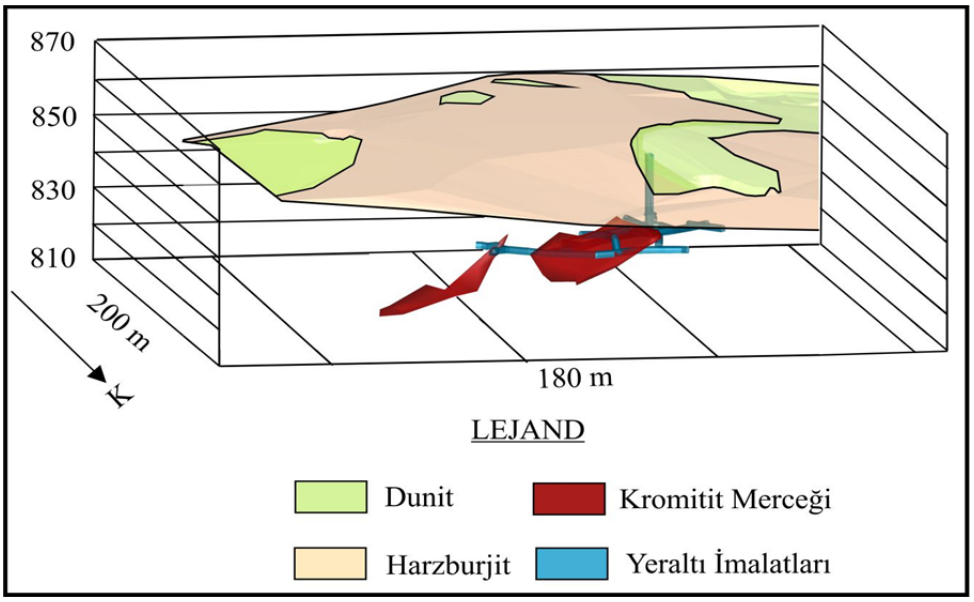
Ocak içerisinde kromititler genel olarak %28 ile %42 Cr_2O_3 tenör aralığında bulunmakta olup ortama tenörü %28-30 arasında gözlenmektedir (Şekil 4.32).

Çizelge 4.4. Harmancık (Bursa) bölgesinde 2004-2021 yılları arasında yapılan üretimlerin yıllık bazda dağılımı

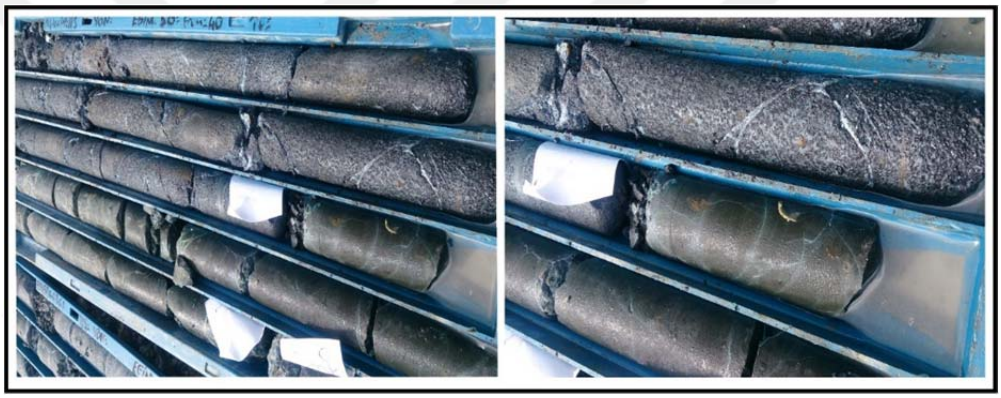
YIL	ÜRETİM MİKTARI (TON)
2004	52,896.00
2005	148,770.00
2006	22,253.00
2007	56,553.00
2008	96,139.00
2009	155,768.00
2010	71,089.00
2011	248,203.00
2012	224,502.00
2013	136,809.00
2014	88,257.00
2015	110,380.00
2016	65,459.00
2017	61,869.00
2018	161,111.88
2019	202,157.50
2020	175,310.65
2021	202,629.35
GENEL TOPLAM	**2,280,156.38**



Şekil 4.31. Paşa Ocak ve çevresinin 1/5000 ölçekli detay jeoloji haritası



Şekil 4.32.Paşa Ocakta bulunan cevherlerin geometrilerini gösterir üç boyutlu harita


Şekil 4.33.Paşa Ocakta tespit edilen kromititlerin sondaj karotlarının görünümü

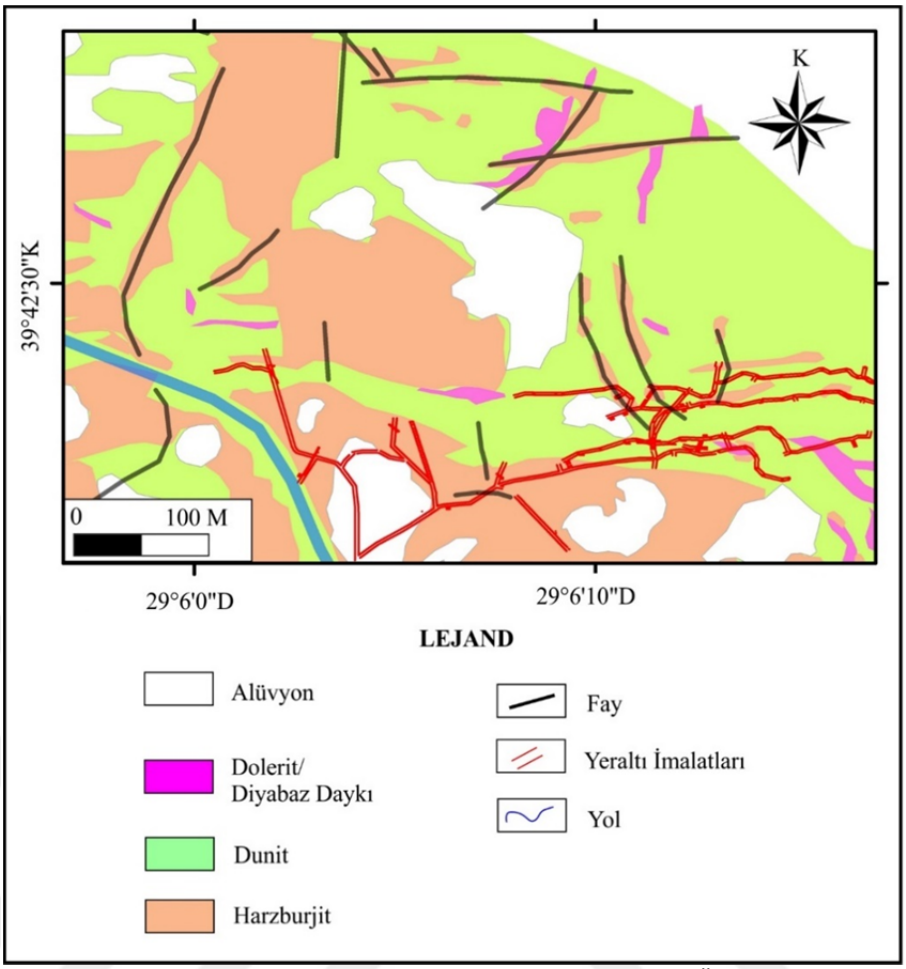
4.2.2. Swanapol Ocağı

Swanapol ocağı, Harmancık ilçesinin kuzey batısında Miran Mevkii civarında bulunmakta olup bölgede çalışılmış en eski kromitit ocaklarından birisidir. Ocak yüzeyinden itibaren ocak çevresinde dunit, harzburjit ve diyabaz daykları bulunmaktadır. (Şekil 4.34).

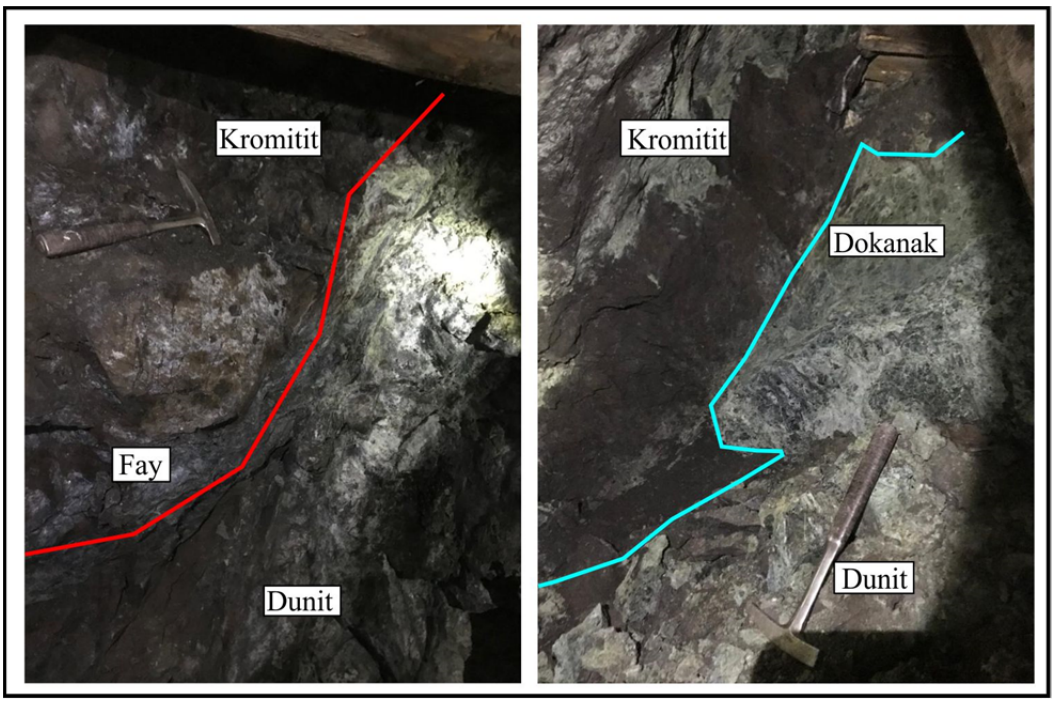
Kromititler, serpantinize dunitler içerisinde yer almakta olup dunitlerin yan kayaçları ile dokanak ilişkisi keskindir. Ocak içerisinde cevherler masif yapıda gözlenmekte olup yan kayaçlar ile hem ilksel hem de tektonik dokanak ilişkisine sahip olarak gözlenmektedirler (Şekil 4.35).

Kromititler 595,615 ve 650 metre katlarında yaklaşık 4 m kalınlığındaki dunit kanalları içerisinde mercek ve damarlar halinde gözlenmektedir. Kromitit damar ve mercekleri sistematik olarak KD istikametli doğrultu atımlı sağ yönlü faylar ile kesilmektedir (Şekil 4.36).

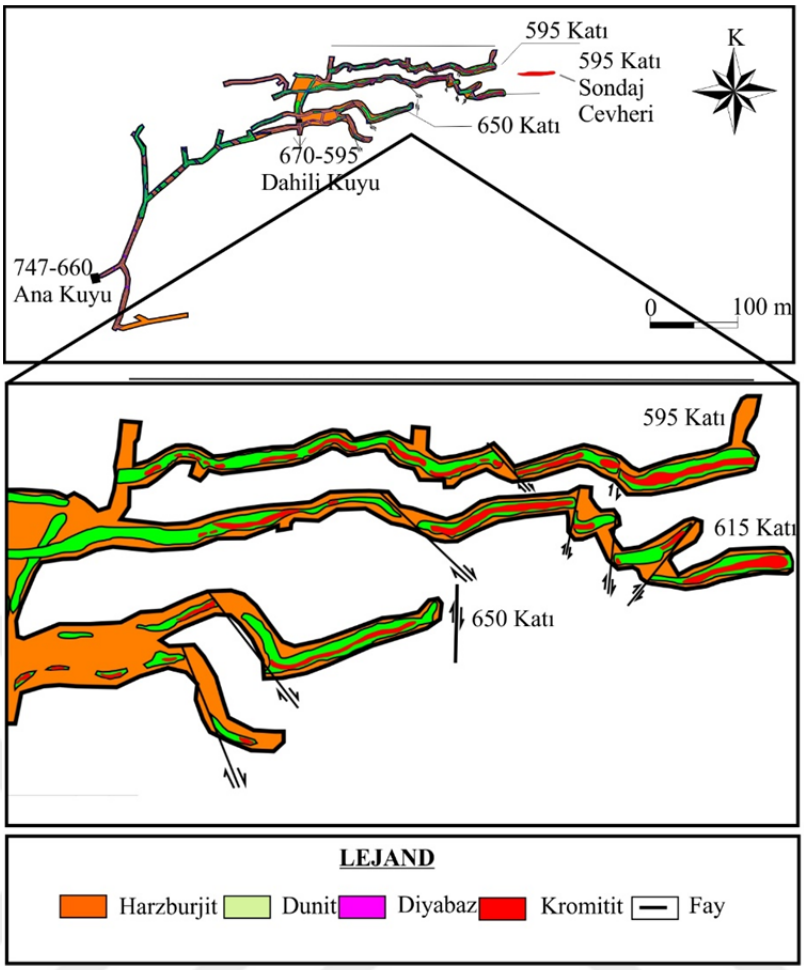
Ocakta üretim yer altı metodu ile yapılmakta olup 747-660 metre ana kuyusu ve 670-595 metre dahili kuyu ile üretim yapılmaktadır. Ocakta güncel olarak 595,615 ve 650 metre katlarında kromit üretimi yapılmakta olup kromitit kütlesi K80°D doğrultusunda ve 50° eğim açısı ile KB'ya eğimli olarak bulunmaktadır (Şekil 4.37).



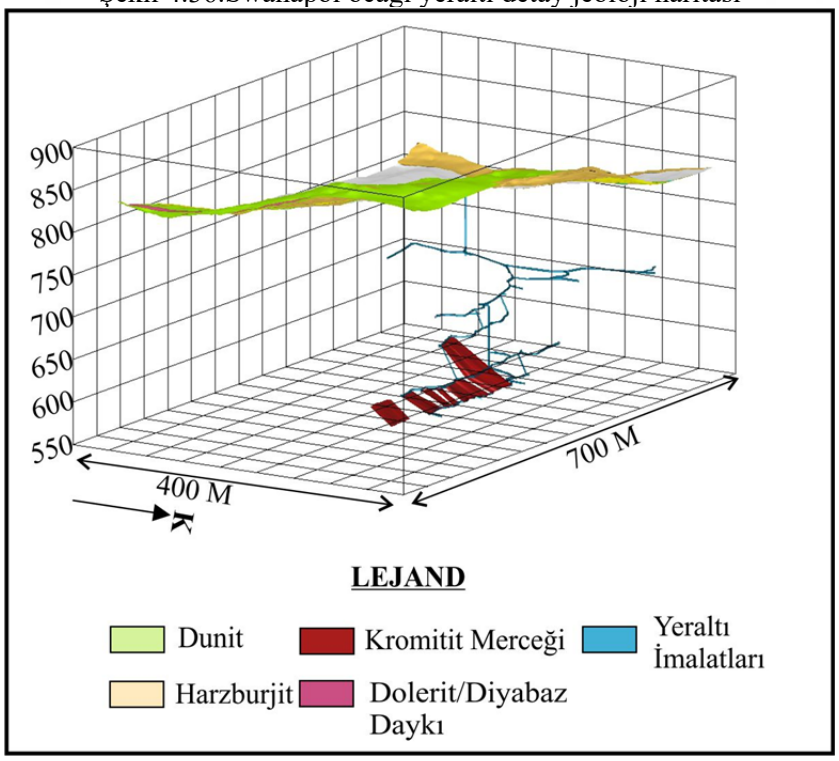
Şekil 4.34. Swanapol Ocağının yerüstü detay jeoloji haritası (Özen, 1985)



Şekil 4.35.Swanapol Ocağındaki üretim aynalarında dunit-krom dokanak ilişkileri



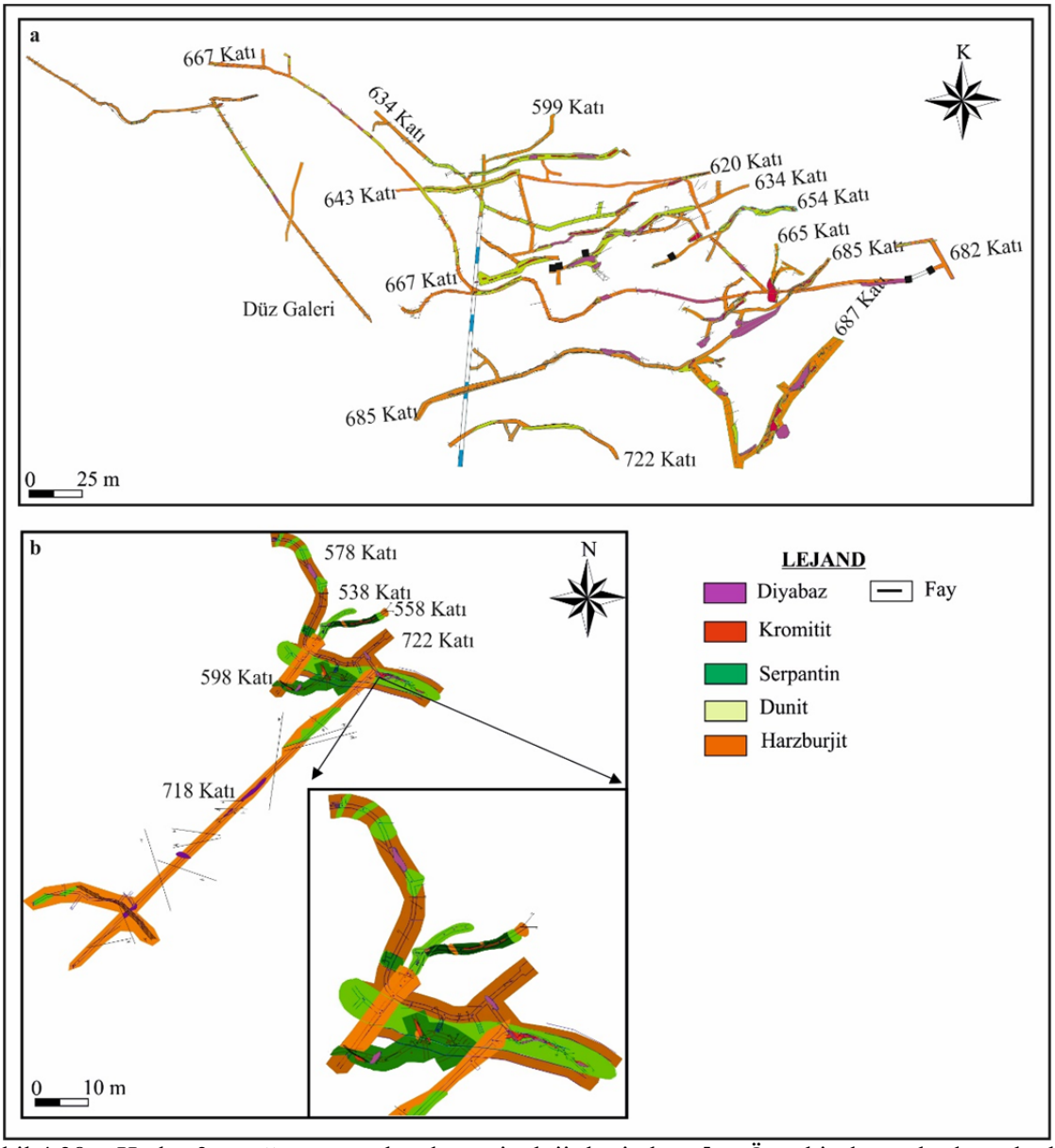
Şekil 4.36.Swanapol ocağı yeraltı detay jeoloji haritası



Şekil 4.37. Swanapol ocağı içerisindeki kromititlerin geometrilerini gösterir üç boyutlu jeoloji haritası

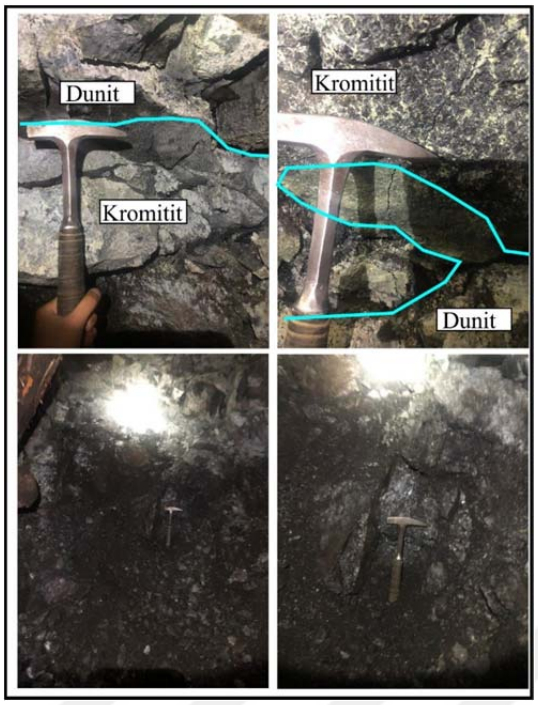
4.2.3. Hudut-3 Ocağı

Hudut-3 ocağı Harmancık ilçesinin kuzey batısında Miran Mevkii civarında bulunmaktadır. Hudut-3 ocağında önceki dönemlerde desandre şeklinde üretim yapılmışken, günümüzde kuyu şeklinde üretim çalışmaları sürdürülmektedir. Ocak çevresinde dunit, harzburjit, serpantinit ve diyabaz daykları bulunmaktadır. Kromititler, serpantinize dunitler içerisinde yer almakta olup dunitler yan kayaçları ile keskin dokanaklar ile ayrılmaktadır (Şekil 4.38).



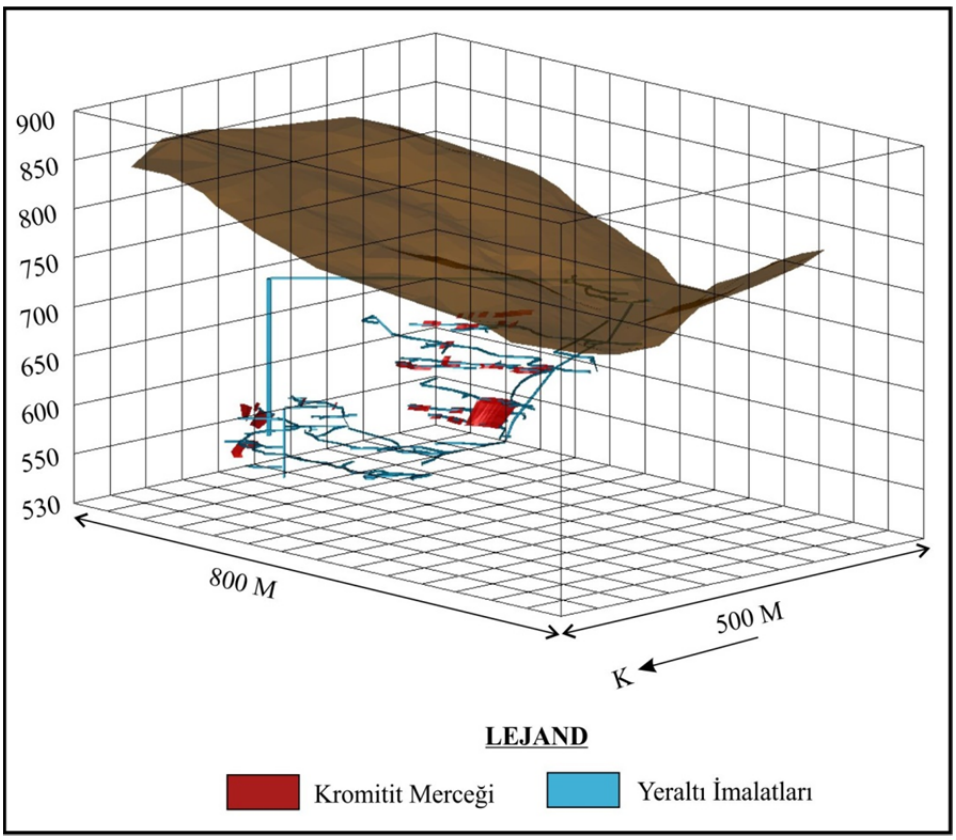
Şekil 4.38. Hudut-3 ocağının yeraltı detay jeoloji haritaları [a: Önceki dönemlerde çalışılan desandre yöntemi (Özen,1985); b: Güncel çalışmalar]

Cevherleşmenin tenörü % 46-48 arasında değişmekte olup masif ve nodüler yapıdadır. Cevherleşmenin doğrultu boyu 150-200 m, eğim boyu 75 m, ortalama kalınlığı 2.5-3 metre olarak gözlenmektedir (Şekil 4.39)



Şekil 4.39.Hudut-3 aynalarında dunit-kromitit dokanak ilişkileri

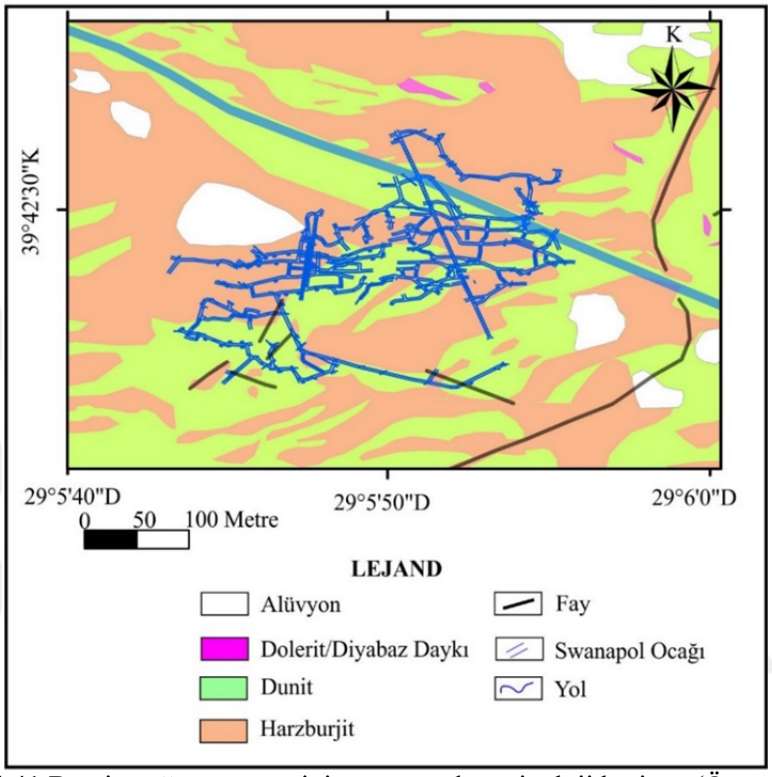
Kromitler 538,578 ve 598 metre katlarında yer yer 10 metreyi geçen dunit mercekleri içerisinde bulunmaktadırlar. Kromitit damar ve mercekleri K80°D doğrultusunda ve 55° ile KB'ya eğimli olarak bulunmaktadır (Şekil 4.40).



Şekil 4.40. Hudut-3 ocağı içerisindeki kromititlerin geometrilerini gösterir üç boyutlu harita

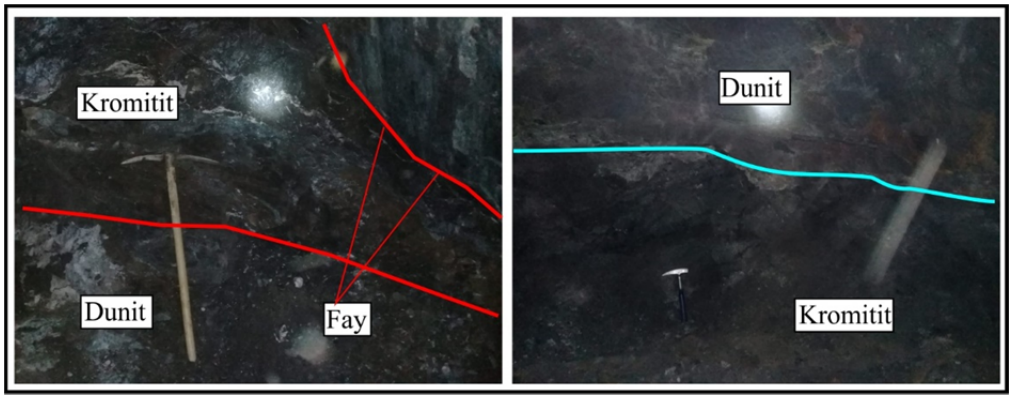
4.2.4. Baraj Ocağı

Baraj ocağı, Harmancık ilçesinin kuzey batısında Miran Mevkii civarında bulunmaktadır. Ocak çevresinde dunit, lerzolit, harzburjit, serpantinit ve diyabaz daykları bulunmaktadır. Kromititler serpantinize dunitler içerisinde yer almakta olup dunitler yan kayaçları ile keskin dokanaklar ile ayrılmaktadır (Şekil 4.41).

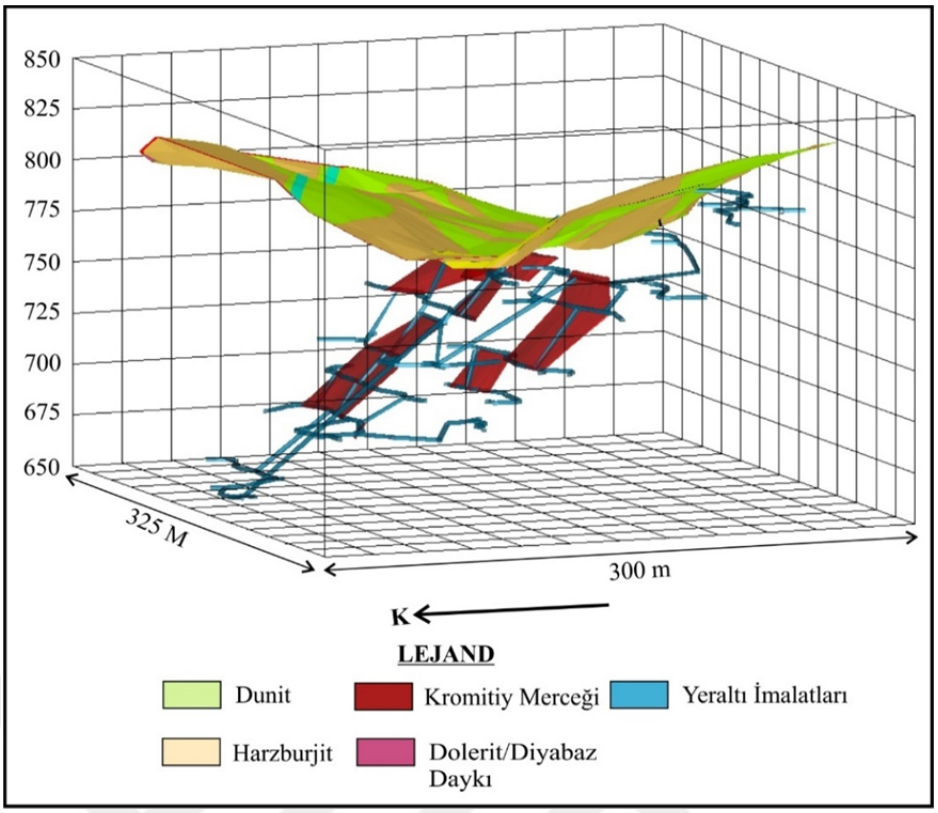


Şekil 4.41.Baraj ocağı ve çevresinin yerüstü detay jeoloji haritası (Özen, 1985)

Cevherleşmenin tenörü %46-48 arasında değişmekte olup yer yer tenör %54'e kadar çıkmaktadır. Cevherleşme masif ve nodüler yapıdadır. Cevherleşmenin doğrultu boyu 150-200 metre, eğim boyu 100 metreyi geçmektedir. Ortalama kalınlığı 2 metre olarak gözlenmektedir (Şekil 4.42-4.43).



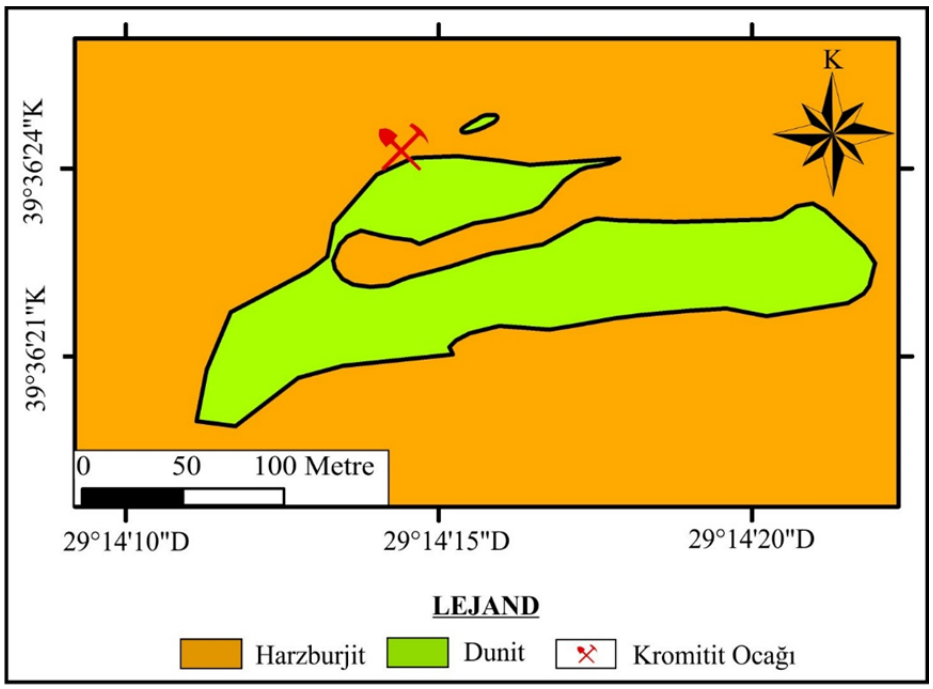
Şekil 4.42. Baraj Ocağı içerisindeki galerilerde görülen üretim aynalarında dunit-kromitit dokanak ilişkileri



Şekil 4.43.Baraj ocağı içerisindeki kromitit kütlelerinin geometrilerini gösterir üç boyutlu harita

4.2.5. Leopar Ocağı

Leopar ocağı, Harmancık ilçesinin güney batısında Sivri Tepe ile Asarlık tepe arasında yer almaktadır. Ocak çevresinde dunit ve harzburjit kayaları bulunmakta olup keskin dokanak ilişkisine sahiptirler (Şekil 4.44).



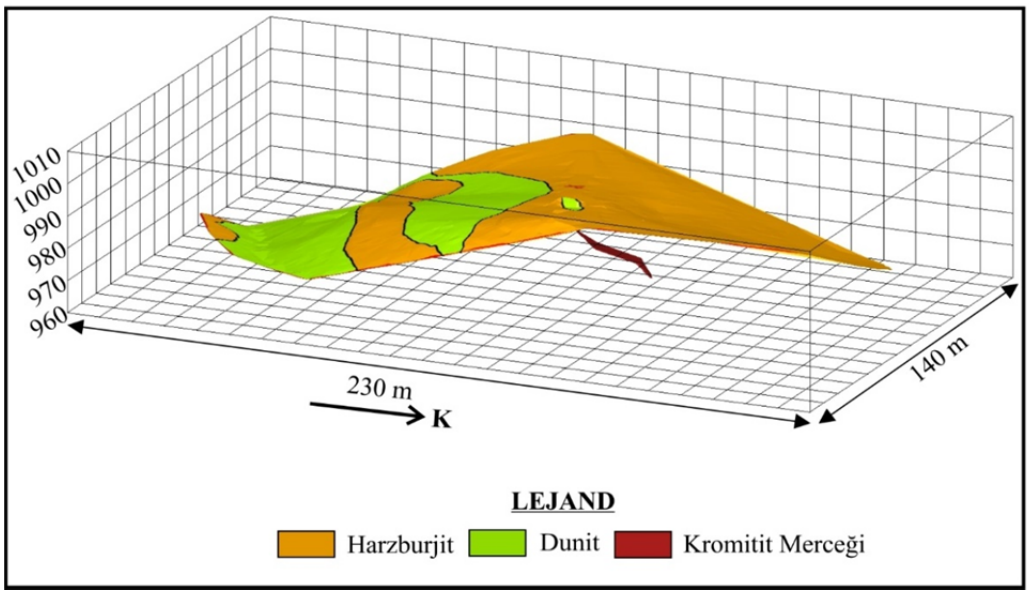
Şekil 4.44.Leopar Ocağı ve çevresinin detay jeoloji haritası

Cevherleşmenin tenörü % 38-40 arasında değişmekte olup masif yapıdadır. Cevherleşmenin doğrultu boyu 12 metre, eğim boyu 30 metreyi geçmektedir. Ortalama cevher kalınlığı 5 metre olarak gözlenmektedir (Şekil 4.45).



Şekil 4.45.Leopar ocak giriş bölgesinde cevherleşmenin uzaktan ve yakından görünümü

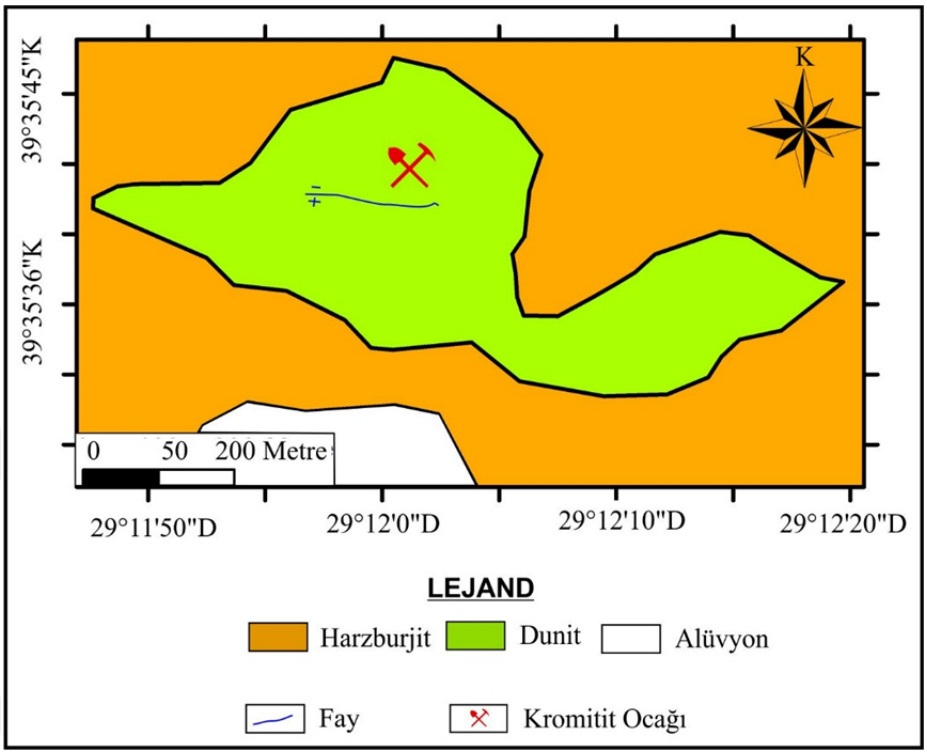
Cevher merceğinin doğrultu boyu eğim boyundan daha az olarak gözlenmekte ve boru tipi cevherleşmeye örnek oluşturmaktadır. Cevher K45°D doğrultusunda ve 35° ile KB'ya eğimli şekilde konumlanmaktadır (Şekil 4.46).



Şekil 4.46. Leopar ocağı içerisindeki boru tipi kromitit merceğinin geometrisini gösterir üç boyutlu harita

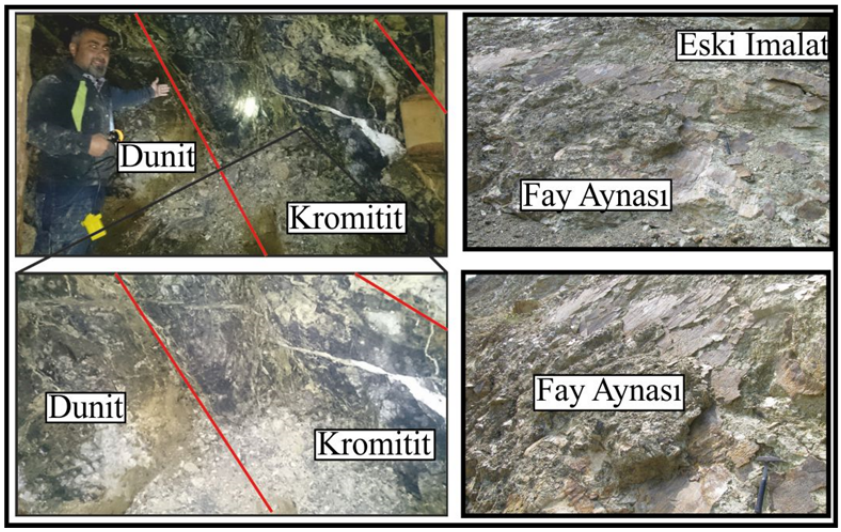
4.2.6. Osmanlı Ocağı

Osmanlı ocağı, günümüzde faal olarak çalışmamakta olup geçmiş dönemlerde yeraltı ve açık işletme şeklinde üretim yapılmıştır. Ocak çevresinde dunit, harzburjit ve güncel alüvyon malzemesi bulunmaktadır (Şekil 4.47).



Şekil 4.47.Osmanlı ocağı çevresinin detay jeoloji haritası

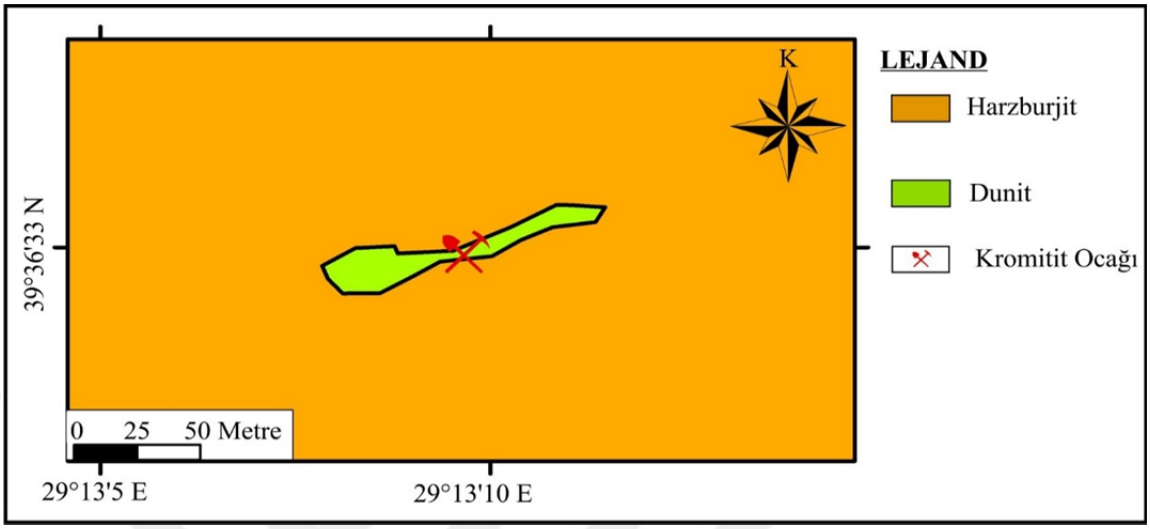
Ocakta cevherleşme K300-320° istikametinde ve 55° ile KD'ya eğimli olarak gözlenmektedir. Cevherleşme açık ocak içerisinde faylarla kesilmiş olarak görülmekle birlikte 130 metre doğrultu boyuna,75 metre eğim boyuna ve 2-2,5 metre ortalama kalınlığa sahiptir. Cevher %40-42 tenör aralığındadır (Şekil 4.48).



Şekil 4.48.Osmanlı ocağı içerisinde cevher-yan kayaç-fay ilişkilerinin görünümü

4.2.7. Barış Ocağı

Barış ocak, Kozluca köyünün batısında ve Sivri Tepenin güney batısında yer almaktadır. Günümüzde faal olarak çalışmayan ocak geçmiş dönemlerde yeraltı galeri sistemi ile üretilmiştir. Ocak çevresinde dunit ve harzburjit bulunmaktadır (Şekil 4.49).



Şekil 4.49.Barış ocak ve çevresinin detay jeoloji haritası

Cevherleşmenin eski imalat verilerine bakıldığında, yüzeyden 880 metre kotundan başlayarak 835 metre kotuna kadar devam ettiği gözlenmekte olup kromititler yüzeyde bantlı olup 1- 1.5 metre kalınlığa sahiptir. Kromititler eski imalat haritalarında yaklaşık 50 metre doğrultu boyunda ve %30-32 tenöre sahiptir. Cevherleşme K57°B doğrultusunda ve 60° ile KD'ya eğimli olarak gözlenmektedir (Şekil 4.50).

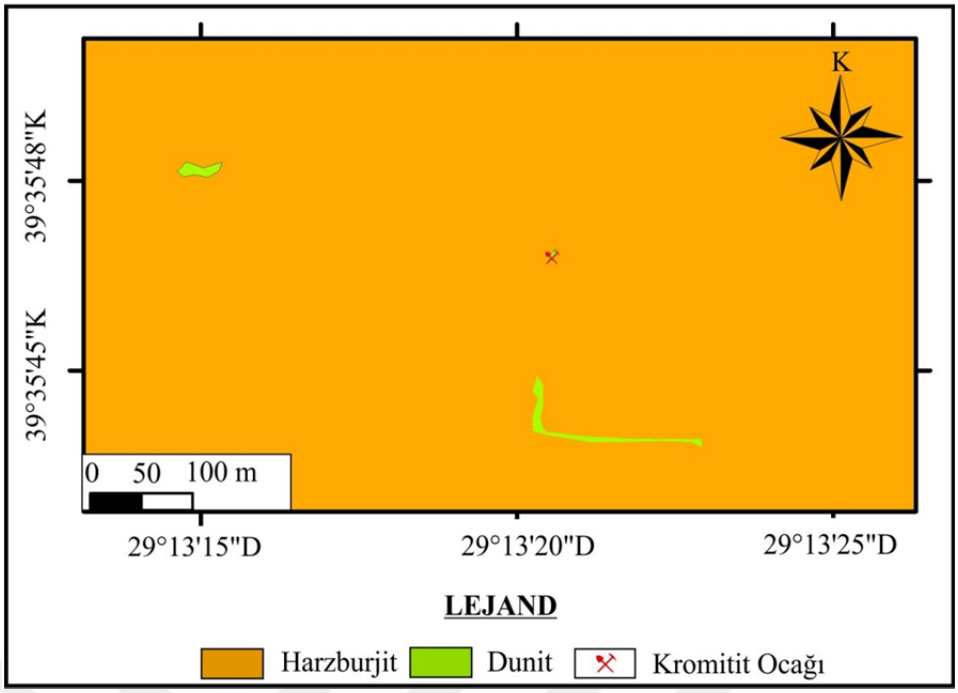


Şekil 4.50.Barış ocak girişinde gözlenen bantlı kromititlerin görünümü

4.2.8. Erk Ocak

Erk ocak çevresinde dunit ve harzburjitler bulunurken ocağın kuzey taraflarında küçük boyutlarda, fakat fazla sayıda diyabaz dayları bulunmaktadır (Şekil 4.51).

Günümüzde faal olarak çalışmayan yeraltı ocağında, cevher K70°D doğrultusunda ve 45° ile KB'ya eğimli ve 0.5-1 metre arası kalınlıkta gözlenmektedir. Cevherleşmenin doğrultu boyu 40 metre, eğim boyu ise 30 metre olarak takip edilebilmektedir. Yeraltı ocağı ve ocağın batısında bulunan yarmalarda cevherler bantlı, masif, nodüler ve saçınımlı yapıdadır (Şekil 4.52).

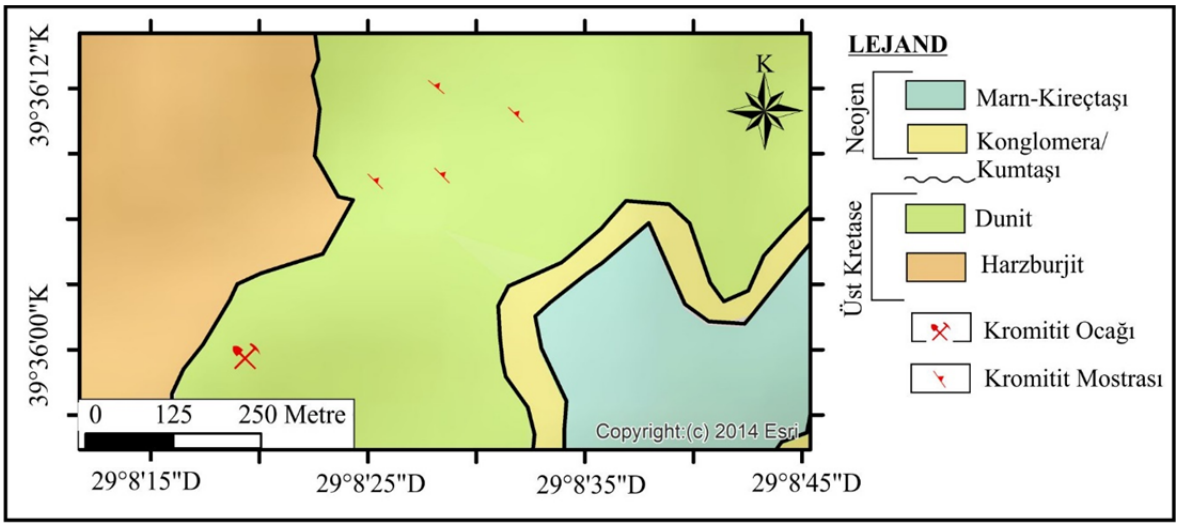


Şekil 4.51.Erk ocak ve çevresinin detay jeoloji haritası


Şekil 4.52.Erk ocak çevresinde gözlenen kromititlerin yakından görünümü

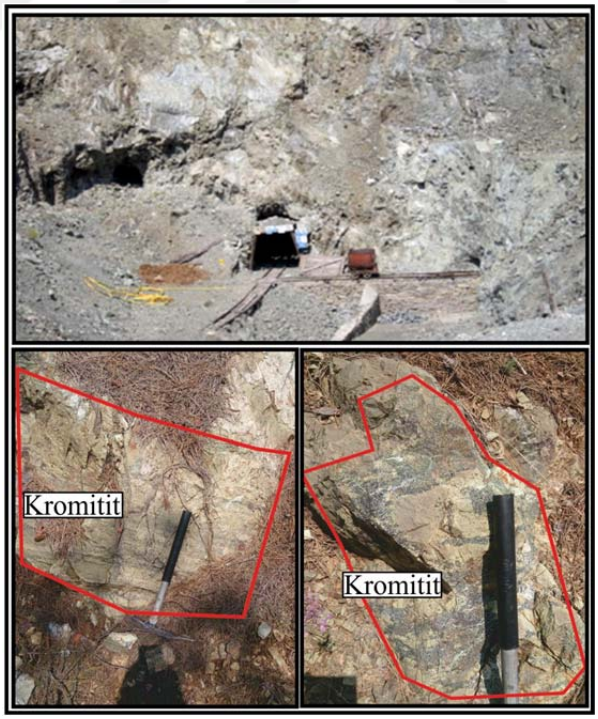
4.2.9. Çin Ocak

Çin ocağı Kozluca köyünün batısında yer almaktadır. Çin ocak çevresinde serpantinize dunit, harzburjit ve Neojen yaşlı sedimanter kaya birimleri gözlenmektedir. Kromititler, masif ve bantlı yapıdadır (Şekil 4.53).



Şekil 4.53. Çin ocak ve çevresinin detay jeoloji haritası(Neojen birim sınırları MTA 1/25000 ölçekli jeoloi haritasından alınmıştır.)

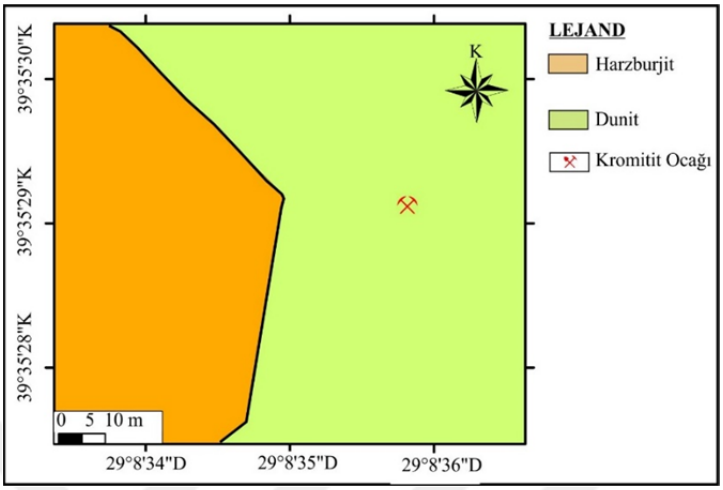
Çin ocağı açık ve yeraltı işletme yöntemleri ile çalışılmış olup günümüzde aktif olarak üretim yapılmamaktadır. Ocakta cevherleşme 875 metre kotundan başlayarak 853 metre kotuna kadar üretilmiştir. Ocaktan toplamda 5000 ton civarında %40-42 tenöründe cevher üretilmiştir. Cevherleşme yaklaşık 35 metre doğrultu boyunda 60° ile KD'ya eğimli şekilde gözlenmektedir. Kromit damarları 0.5-1 metre arası kalınlığa sahiptir (Şekil 4.54).



Şekil 4.54.Çin ocak galeri girişi (üst) ve kromitit-dunit dokanak ilişkisinin görünümü

4.2.10. Yankoviç Ocak

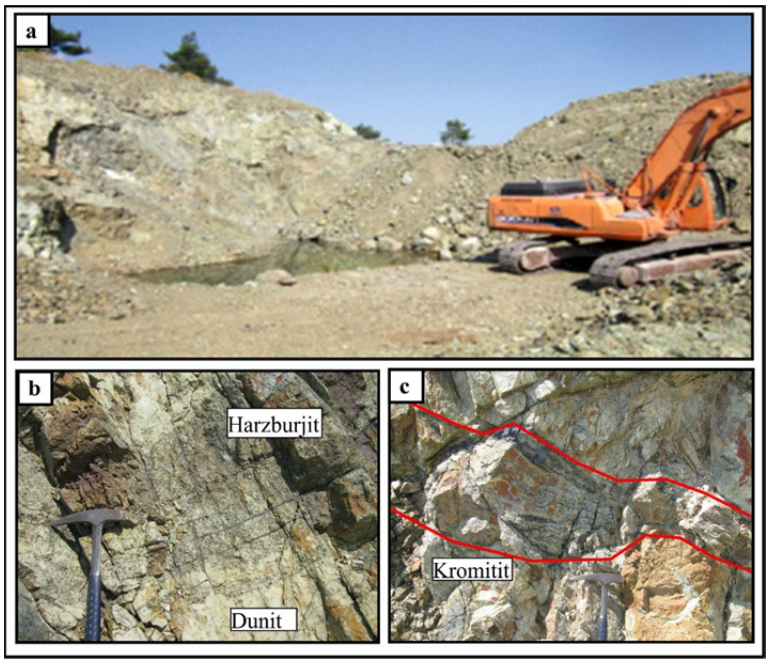
Yankoviç ocağı günümüzde faal olarak çalışmamakta olup ocakta geçmişte açık işletme yöntemi ile üretim yapılmıştır. Ocağın çevresinde serpantinize dunit ve harzburjit kaya birimleri yaygın halde gözlenmektedir (Şekil 4.55).



Şekil 4.55.Yankoviç ocağı ve çevresinin detay jeoloji haritası

Ocak içerisinde cevherler bantlı yapıda olup K80°D doğrulrusunda ve 50° ile KB'ya eğimli şekilde gözlenmektedir. Doğrultu boyu kesikli olarak 100 metreyi geçmekte olup cevherin kalınlığı 0.5-1.5 metre ve tenörü ise % 26-28 arasındadır.

Yankoviç ocağı yan kayaçlara çok yakın bir konumda bulunduğundan dolayı ocak içerisinde birçok yerde harzburjit-serpantinize dunit ardalanmaları, yan kayaç-ergiyik etkileşimi için iyi bir örnek oluşturmakta ve net bir şekilde gözlenebilmektedir (Şekil 4.56).



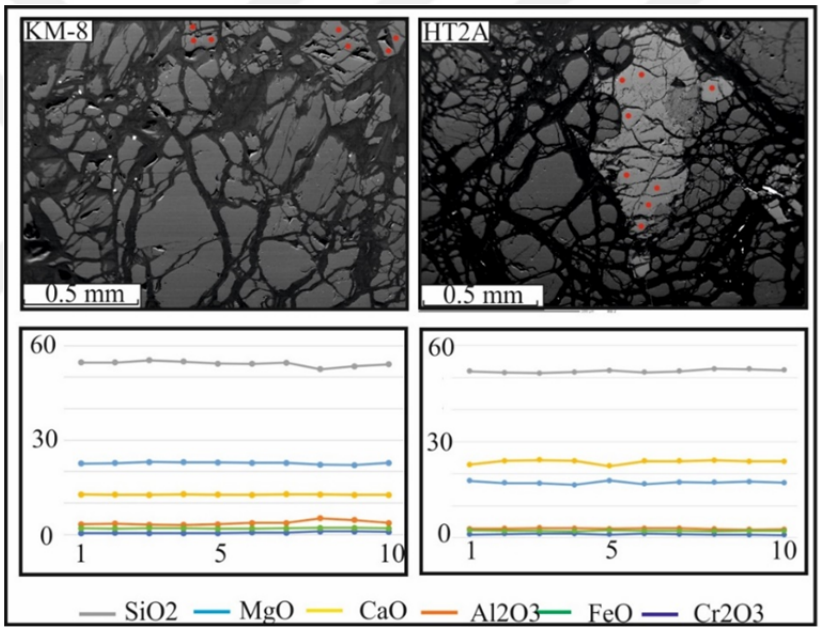
Şekil 4.56. Yankoviç ocağının genel görünümü (a) ve yan kayaç-ergiyik etkileşimi sonucu oluşan harzburjit-dunit-kromitit (b ve c) bantları

4.3. Mineral Kimyası Çalışmaları

Çalışma alanları içerisinden (Harmancık ve Orhaneli) derlenen 44 adet numunede gözlenen mineral fazları üzerinde mineral kimyası analizleri yapılmış olup analiz sonuçları EK-1'de verilmiştir.

4.3.1. Klinopiroksen

Orhaneli civarında yüzeylenen ultramafik ve mafik kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçlarına ait değer aralıkları Çizelge 4.5'te, Harmancık civarında yüzeylenen ultramafik kayaçlarda gözlenen klinopiroksen mineral kimyası analiz sonuçlarına ait değer aralıkları ise Çizelge 4.5'te verilmiştir. Yapılan mineral kimyası analizleri sonucunda tüm kayaçlardaki klinopiroksenlerin kenar zonları ile çekirdek zonları arasında herhangi bir kimyasal değişim ya da zonlanma gözlenmemektedir (Şekil 4.57).



Şekil 4.57. Harmancık (HT2A) ve Orhaneli (KM8) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen klinopiroksenlerin çekirdek ve kenar zonları arasındaki kimyasal değişimler

Orhaneli ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait klinopiroksenlerin Mg# ($100*Mg/Mg+Fe^{+2}$) içerikleri 85.55 ile 95.34. arasında, TiO_2 içerikleri 0 ile 0.09 arasında, FeO içerikleri 1.8 ile 9.1 arasında, Na_2O içerikleri 0 ile 1.64 arasında, Cr_2O_3 içerikleri 0 ile 1.04 arasında, MnO içerikleri 0.01 ile 0.15 arasında, Al_2O_3 içerikleri 0 ile 5.2 arasında, CaO içerikleri 0 ile 15.86 arasında ve NiO içerikleri 0.04 ile 0.42 arasında değişmektedir. Manto tektonitlerindeki klinopiroksenlerin Mg# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; $\%Cr_2O_3$, $\%Al_2O_3$ ve $\%Na_2O$ ile pozitif ve $\%SiO_2$,%FeO ve %MgO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.58).

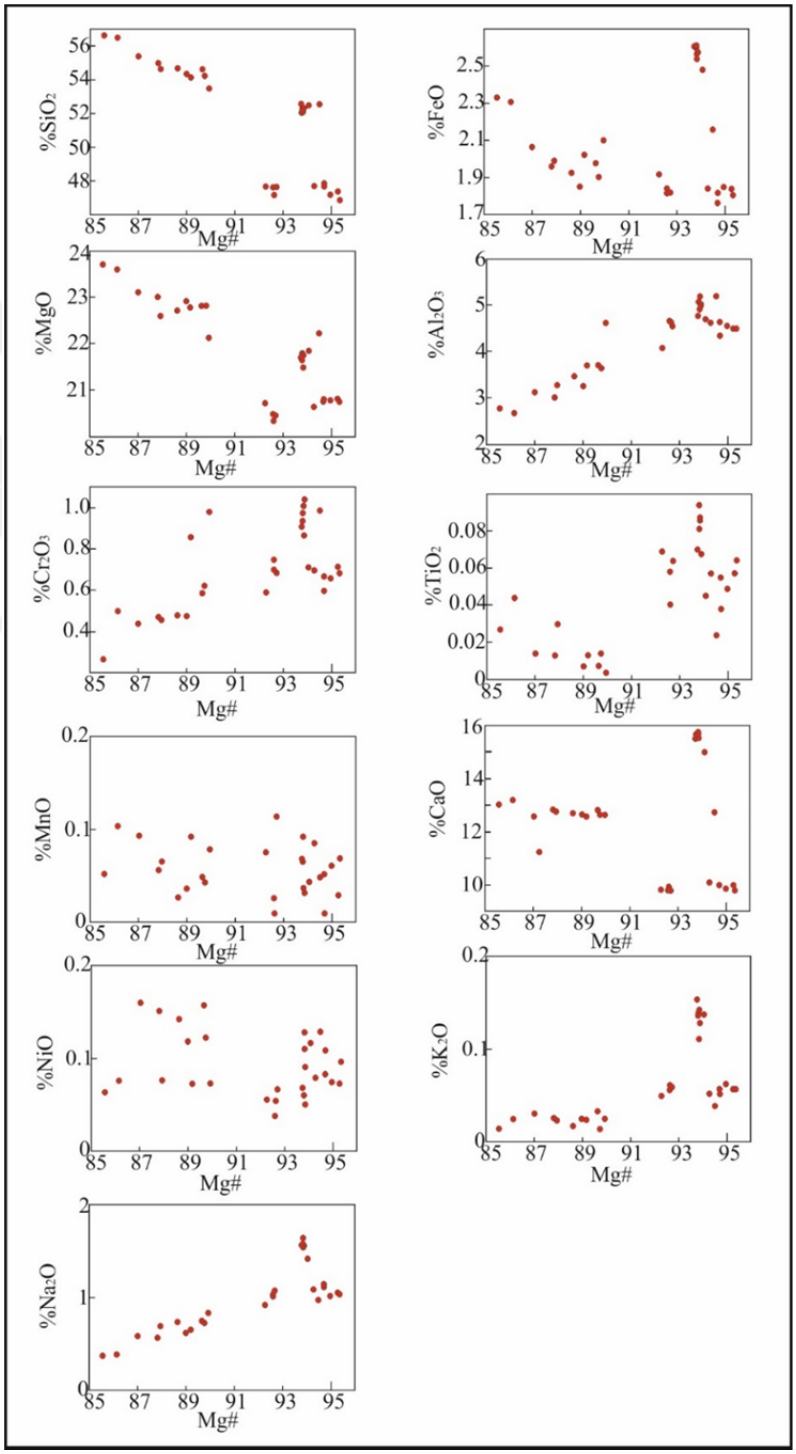
Çizelge 4.5. Harmancık civarında yüzeylenen ultramafik kayaçlar ile Orhaneli civarında ultrmafik ve mafik kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin mineral kimyası içerikleri

	Harmancık Ofiyoliti	**Orhaneli Ofiyoliti**		
	Tektonitler	**Tektonitler**	**Kümülatlar**	
			Olivinli Klinopiroksenit	**Gabro**
SiO_2	50.44-55.99	46.88-56.65	52.3-53.73	49.11-50.19
FeO	1.59-3.2	1.76-2.61	2.78-3.29	5.07-5.46
MgO	16.36-26	23.71-20.33	17.36-16.56	15.22-14.68
Al_2O_3	0.44-4.75	2.69-5.2	1.27-2.64	5.08-6.44
Cr_2O_3	0.08-1.3	0.27-1.04	0.1-0.45	0.01-0.1
TiO_2	0-0.19	0-0.09	0.07-0.12	0.14-0.18
MnO	0-0.14	0.01-0.12	0.04-0.14	0.1-0.17
CaO	11.07-25.8	9.8-15.86	23.69-24.83	23.48-24.06
NiO	0-0.18	0.04-0.16	0-0.06	0-0.05
K2O	0-0.11	0.014-0.15	0-0.01	0-0.015
Na_2O	0.02-0.76	0.36-1.64	0.04-0.15	0.08-0.15
Wo	21.99-50.8	23.87-30.36	46.682-47.7	45.52-46.88
En	44.39-70.04	57.05-71.68	45.09-46.74	39.72-40.92
Fs	2.84-10.34	3.62-13.25	5.84-7.83	12.31-14.69
Mg#	89.15-94.95	85.55-95.34	89.99-91.79	82.99-84.25

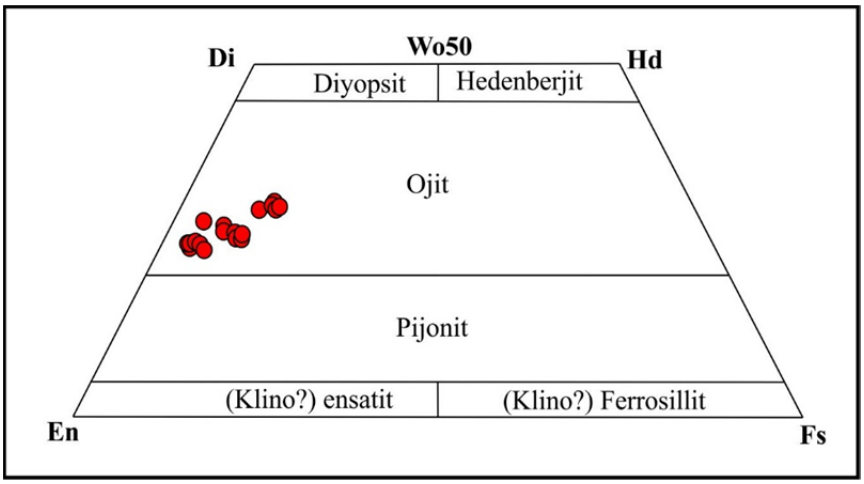
Orhaneli ofiyoliti manto tektonitlerindeki klinopiroksenler Enstatit (En 65.2), Wollastonit (Wo 30.36) ve Ferrosillit (Fs 10.82) içeriklerine göre yapılan üçgen sınıflama diyagramında Ojit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil. 4.59).

Orhaneli ofiyolitinde yer alan ultramafik kümülat (olivinli klinopiroksenit) kayaca ait klinopiroksenlerin Mg# ($100*Mg/Mg+Fe^{+2}$) içerikleri 89.99 ile 91.79 arasında, TiO_2 içerikleri % 0.07 ile % 0.12 arasında, FeO içerikleri % 2.78 ile % 3.29 arasında, Na_2O içerikleri % 0.04 ile % 0.15 arasında, Cr_2O_3 içerikleri % 0.1 ile % 0.45 arasında, MnO içerikleri % 0.04 ile % 0.14 arasında, Al_2O_3 içerikleri % 1.27 ile % 2.64 arasında, CaO içerikleri % 23.69 ile % 24.83 arasında ve NiO içerikleri % 0 ile % 0.06 arasında değişmektedir. Olivinli klinopiroksenit kümülat kayacındaki klinopiroksenlerin Mg# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; %SiO2,%MgO ve %CaO ile pozitif ve %FeO,%Al_2O_3 ve %Cr_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.60). Olivinli klinopiroksenitteki klinopiroksenler Enstatit (En=46.03), Wollastonit (Wo=47.25) ve Ferrosillit (Fs.=6.72) içeriklerine göre yapılan üçgen sınıflama diyagramında diyopsit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 4.61). Orhaneli ofiyolitinde yer alan mafik kümülat (gabro) kayaca ait klinopiroksenlerin Mg# ($100*Mg/Mg+Fe^{+2}$) içerikleri 82.99 ile 84.25 arasında, TiO_2 içerikleri % 0.14 ile % 0.18 arasında, FeO içerikleri % 5.07 ile % 5.46 arasında, Na_2O içerikleri % 0.08 ile % 0.15 arasında, Cr_2O_3 içerikleri % 0.01 ile % 0.1 arasında, MnO içerikleri % 0.1 ile % 0.17 arasında, Al_2O_3 içerikleri % 5.08 ile % 6.44 arasında,

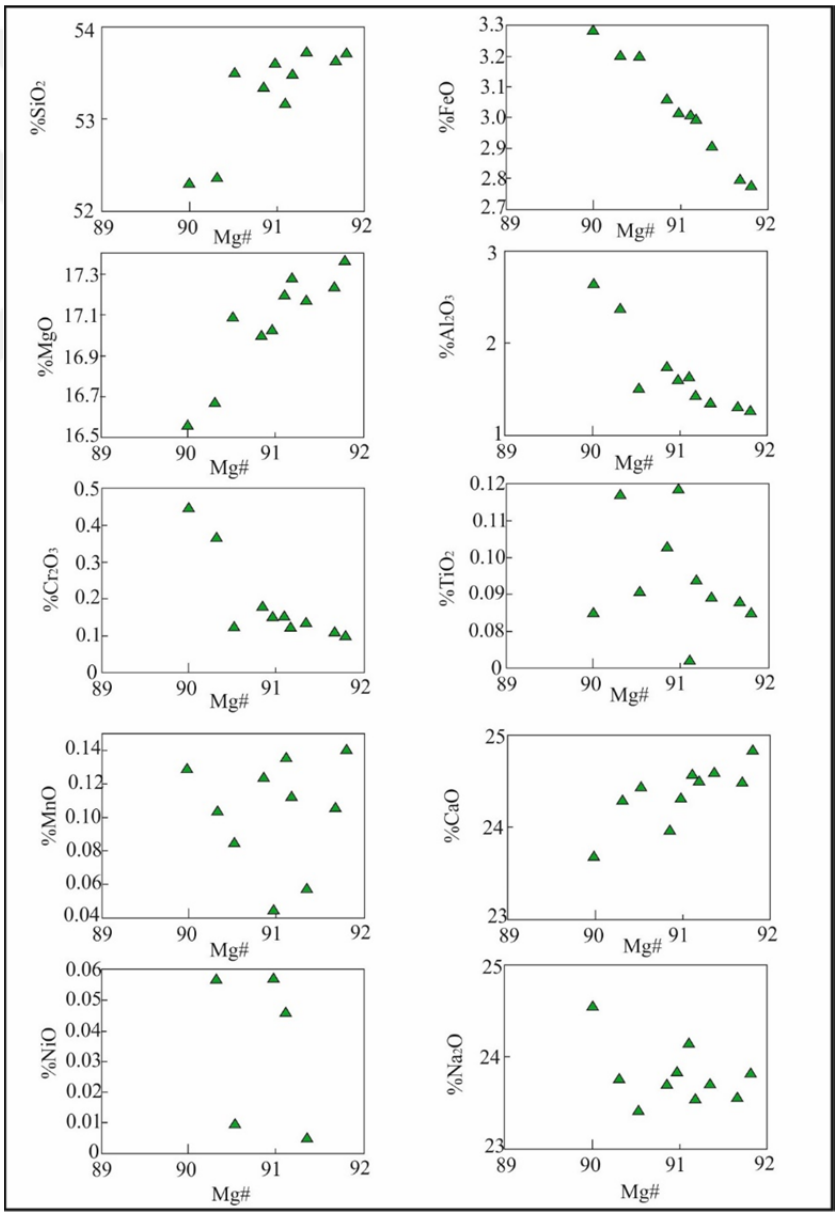
CaO içerikleri % 23.48 ile % 24.06 arasında ve NiO içerikleri 0 ile 0.05 arasında değişmektedir. Kümülat gabrodaki klinopiroksenlerin Mg# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir anaoksit ile pozitif korelasyon göstermezken ve %FeO ve $\%Al_2O_3$ ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.62). Kümülat gabrodaki klinopiroksenler Enstatit (En=40.3), Wollastonit (Wo=45.98) ve Ferrosillit (Fs=13.72) içeriklerine göre yapılan üçgen sınıflama diyagramında diyopsit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 4.63).



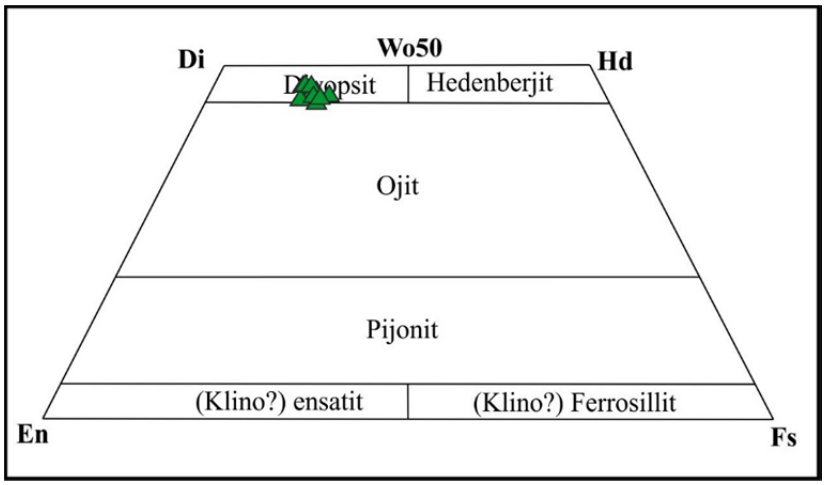
Şekil 4.58. Orhaneli ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



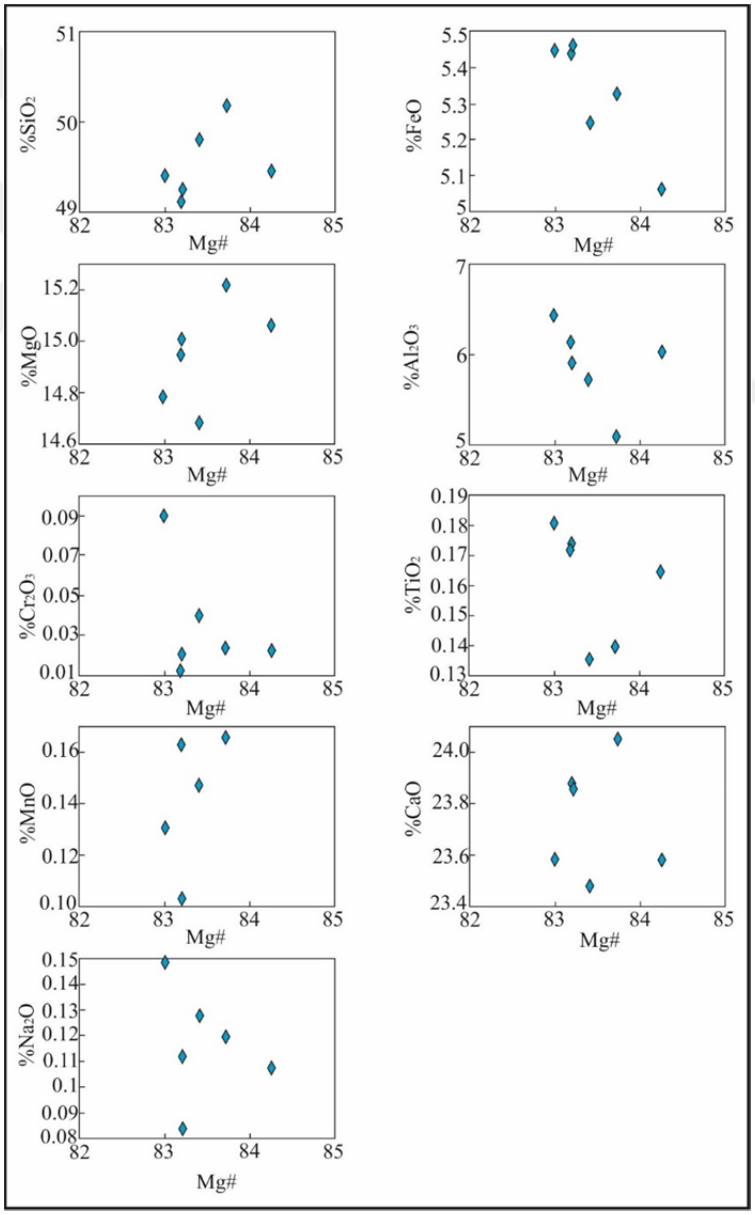
Şekil 4.59. Orhaneli ofiyolitlerinin manto tektonitlerine ait klinopiroksenleri sınıflama diyagramı (Morimoto, 1988)



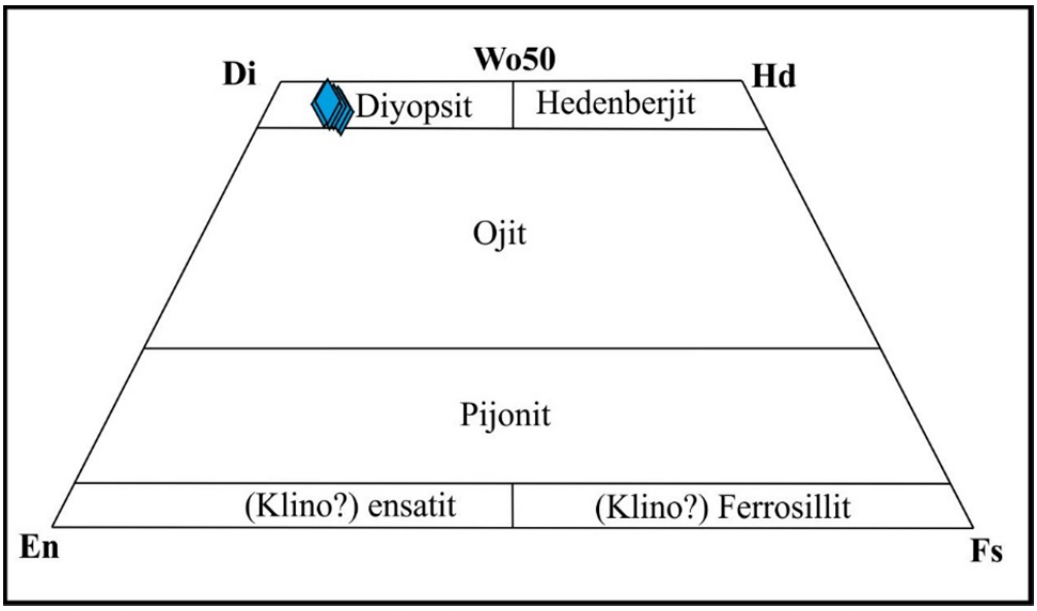
Şekil 4.60. Orhaneli ofiyolitine ait olivinli klinopiroksenitlerde gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



Şekil 4.61. Orhaneli ofiyolitlerinin olivinli klinopiroksenitlerine ait klinopiroksenleri sınıflama diyagramı (Morimoto, 1988)



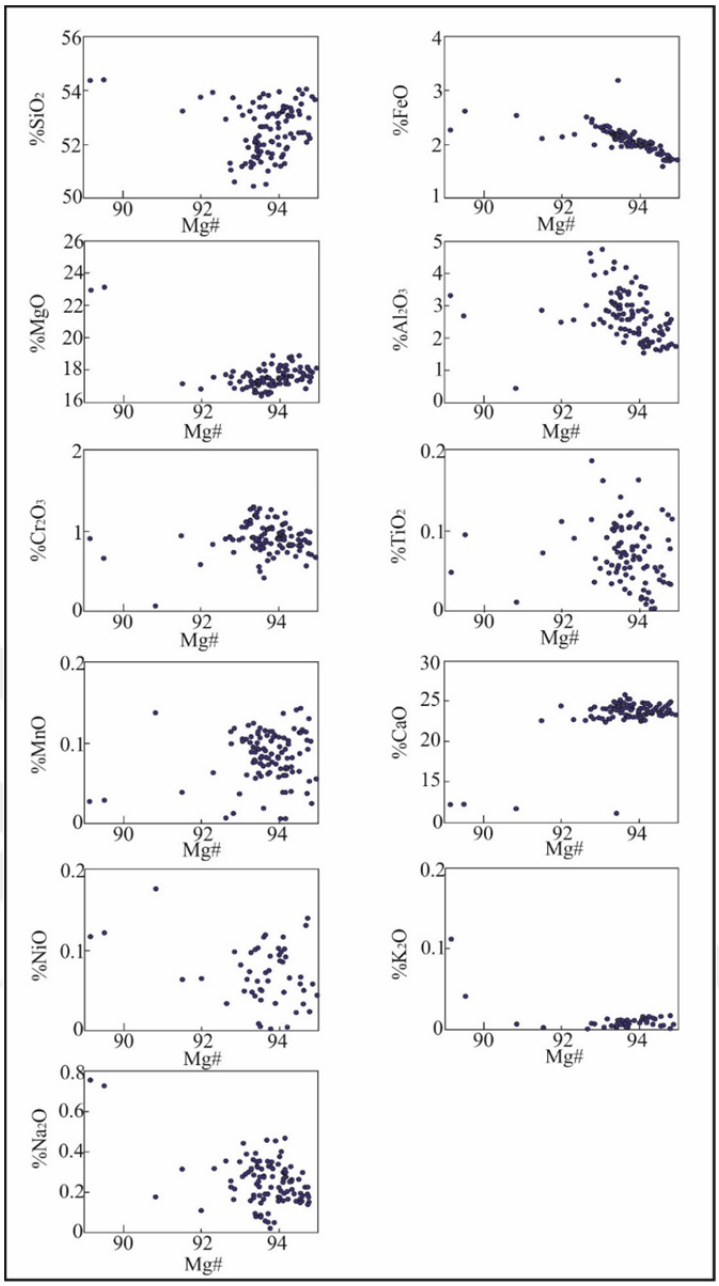
Şekil 4.62. Orhaneli ofiyolitine ait gabrolarda gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



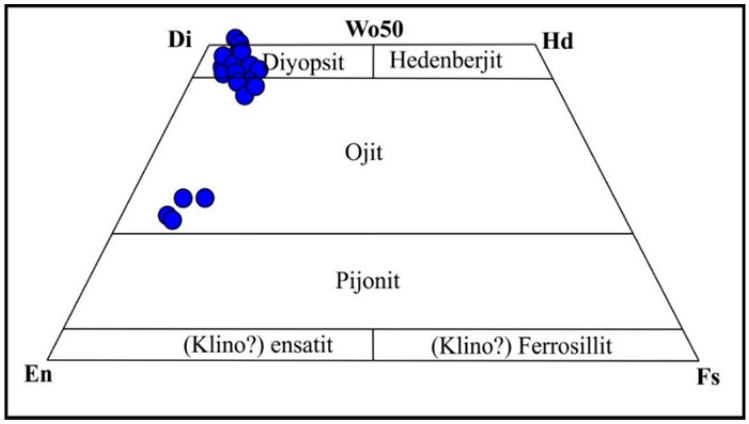
Şekil 4.63. Orhaneli ofiyolitine ait gabrolardaki klinopiroksenleri sınıflama diyagramı (Morimoto, 1988)

Harmancık ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait klinopiroksenlerin Mg# (100*Mg/Mg+Fe^{+2}) içerikleri 89.15 ile 94.95 arasında, TiO_2 içerikleri % 0 ile % 0.19 arasında, FeO içerikleri % 1.59 ile % 3.2 arasında, Na_2O içerikleri % 0.02 ile % 0.76 arasında, Cr_2O_3 içerikleri % 0.08 ile % 1.3 arasında, MnO içerikleri % 0 ile % 0.14 arasında, Al_2O_3 içerikleri % 0.44 ile % 4.75 arasında, CaO içerikleri % 11.07 ile % 25.8 arasında ve NiO içerikleri % 0 ile % 0.18 .arasında değişmektedir. Manto tektonitlerindeki klinopiroksenlerin Mg# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; %MgO ile az oranda pozitif ve %FeO ve %Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.64). Harmancık ofiyoliti manto tektonitlerindeki klinopiroksenler Enstatit (En=48.13), Wollastonit (Wo=45.35) ve Ferrosillit (Fs=6.51) içeriklerine göre yapılan üçgen sınıflama diyagramında büyük oranda diyopsit, az oranda da ojit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 4.65).

Harmancık ve Orhaneli bölgelerindeki manto peridotitlerindeki klinopiroksenler düşük Na_2O ve TiO_2 içerikleri ile okyanusal peridotitlere benzerlik sunmaktadırlar (Uysal ve ark., 2007, 2012, 2014; Saka, 2020). Ayrıca, Doğu Akdeniz bölgesindeki ofiyolitlere ait kümülat kayaçlarda gözlenen klinopiroksenlerin yüksek-Mg# ve düşük-Ti içerikleri yaygın olarak ifade edilmektedir (Parlak ve ark., 1996, 2000, 2002, 2020; Bağcı ve ark., 2005, 2006).



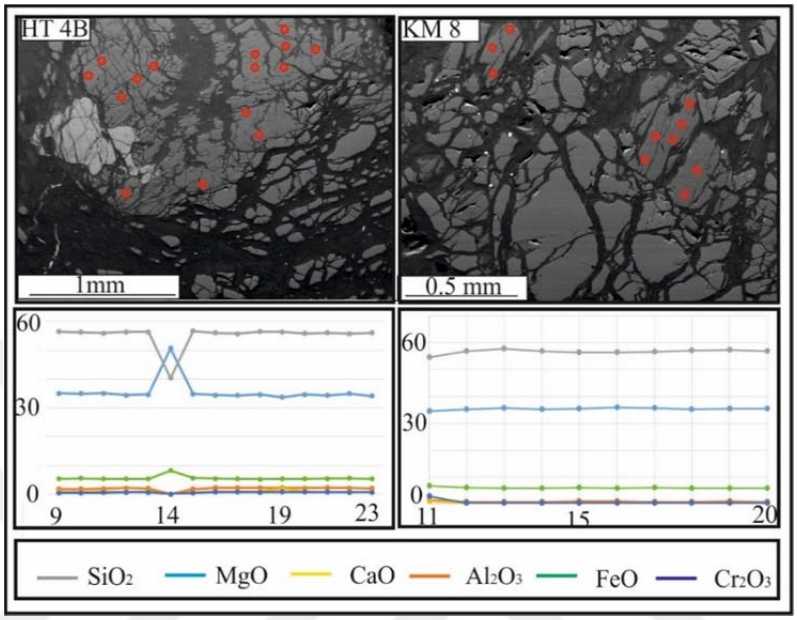
Şekil 4.64. Orhaneli ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen klinopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



Şekil 4.65. Harmancık ofiyolitlerinin manto tektonitlerine ait klinopiroksenleri sınıflama diyagramı (Morimoto, 1988)

4.3.2 Ortopiroksen

Çalışma alanlarında yüzeylenen ultramafik kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerin mineral kimyası analiz sonuçlarına ait değer aralıkları Çizelge 4.6'de verilmiştir. Yapılan mineral kimyası analizleri sonucunda ortopiroksenlerin kenar zonlarından çekirdek zonlarına doğru herhangi bir zonlanma gözlenmemektedir (Şekil 4.66).



Şekil 4.66. Harmancık (HT 4B) ve Orhaneli (KM8) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen ortopiroksenlerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler

Çizelge 4.6. Çalışma alanlarında yüzeyleyen ultramafik kayaçlarda gözlenen ortopiroksenlerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri

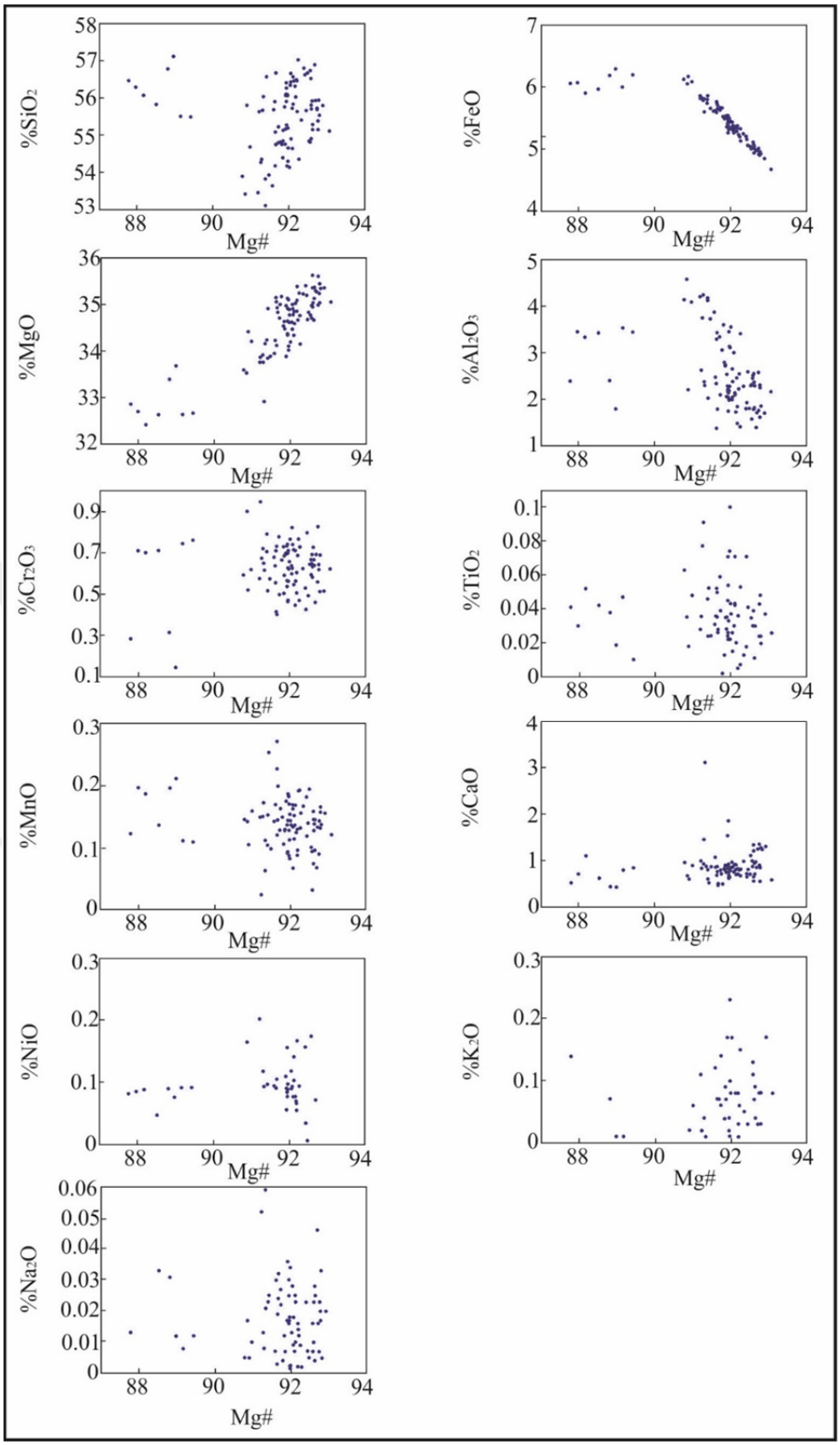
	Harmancık Ofiyoliti	**Orhaneli Ofiyoliti**	
		Tektonit	**Kümülat**
SiO_2	53.11-57.11	54.53-57.73	54.91-55.69
FeO	4.67-6.29	5.69-6.62	9.4-9.87
MgO	32.41-35.63	34.21-35.8	31.66-32.32
Al_2O_3	1.39-4.6	0.43-1.76	1.47-2.29
Cr_2O_3	0.15-0.95	0.05-2.71	0.08-0.15
TiO_2	0-0.1	0-0.04	0.04-0.05
MnO	0.03-0.27	0.1-0.21	0.21-0.31
CaO	0.44-3.11	0.11-0.98	0.32-0.43
NiO	0-0.2	0.04-0.17	0-0.04
K_2O	0-0.02	0-0.02	0-0.01
Na_2O	0-0.06	0-0.03	0.01-0.03
Wo	0.83-5.66	0.19-1.7	0.6-0.8
En	83.44-90.49	83.59-90.29	82.36-84.04
Fs	90.49-7.97	9.35-14.7	15.36-16.89
Mg#	87.79-93.08	90.35-91.82	85.16-86.01

Harmancık ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait ortopiroksenlerin Mg# ($100*Mg/Mg+Fe^{+2}$) içerikleri 87.79 ile 93.08 arasında, TiO_2 içerikleri % 0 ile % 0.1 arasında, FeO içerikleri % 4.67 ile % 6.29 arasında, Na_2O içerikleri % 0 ile % 0.06 arasında, Cr_2O_3 içerikleri % 0.15 ile % 0.95 arasında, MnO içerikleri % 0.03 ile % 0.27 arasında, Al_2O_3 içerikleri % 1.39 ile % 4.6 arasında, CaO içerikleri % 0.44 ile % 3.11 arasında ve NiO içerikleri % 0 ile % .02 arasında değişmektedir. Manto tektonitlerindeki ortopiroksenlerin Mg# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; SiO_2 ve MgO ile pozitif ve FeO ve Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.67). Harmancık ofiyoliti manto tektonitlerindeki ortopiroksenler Enstatit (En 87.43), Wollastonit (Wo=1.59) ve Ferrosillit (Fs 10.98) içeriklerine göre yapılan üçgen sınıflama diyagramında enstatit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 4.68).

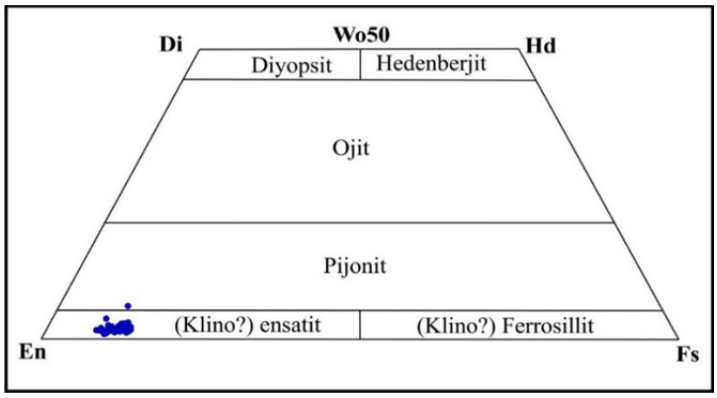
Orhaneli ofiyolitinde yer alan manto tektonitlerine ait ortopiroksenlerin Mg# ($100*Mg/Mg+Fe^{+2}$) içerikleri 90.35 ile 91.82 arasında, TiO_2 içerikleri % 0 ile % 0.04 arasında, FeO içerikleri %5.69 ile %6.62 arasında, Na_2O içerikleri % 0 ile % 0.03 arasında, Cr_2O_3 içerikleri %0.05 ile %2.71 arasında, MnO içerikleri %0.1 ile %0.21 arasında, Al_2O_3 içerikleri %0.43 ile %1.76 arasında, CaO içerikleri 0.11 ile 0.98 arasında ve NiO içerikleri 0.04 ile 0.17 arasında değişmektedir. Manto tektonitlerindeki ortopiroksenlerin Mg# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; SiO_2 ve MgO ile pozitif ve FeO, Al_2O_3 ve CaO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.69). Orhaneli ofiyoliti manto tektonitlerindeki ortopiroksenler Enstatit (En=88.09), Wollastonit (Wo 0.58) ve Ferrosillit (Fs=11.33) içeriklerine göre yapılan üçgen sınıflama diyagramında enstatit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 4.70).

Orhaneli ofiyolitinde yer alan mafik kümülat (olivinli klinopiroksenit) ait ortopiroksenlerin Mg# ($100*Mg/Mg+Fe^{+2}$) içerikleri 85.16 ile 86.01 arasında, TiO_2 içerikleri %0.04 ile %0.05 arasında, FeO içerikleri %9.4. ile %9.87 arasında, Na_2O içerikleri %0.01 ile %0.03 arasında, Cr_2O_3 içerikleri %0.08 ile %0.15 arasında, MnO içerikleri %0.21 ile %0.31 arasında, Al_2O_3 içerikleri %1.47 ile %2.29 arasında, CaO içerikleri %0.32 ile %0.43 arasında ve NiO içerikleri %0 ile %0.04 arasında değişmektedir. Manto tektonitlerindeki ortopiroksenlerin Mg# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; SiO_2 ve MgO ile pozitif ve FeO,Al_2O_3 ve MnO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.71). Orhaneli ofiyoliti manto tektonitlerindeki ortopiroksenler Enstatit (En=0.7), Wollastonit (Wo=83.22) ve Ferrosillit (Fs=16.07) içeriklerine göre yapılan üçgen sınıflama diyagramında enstatit bileşiminde oldukları görülmektedir (Şekil 4.72).

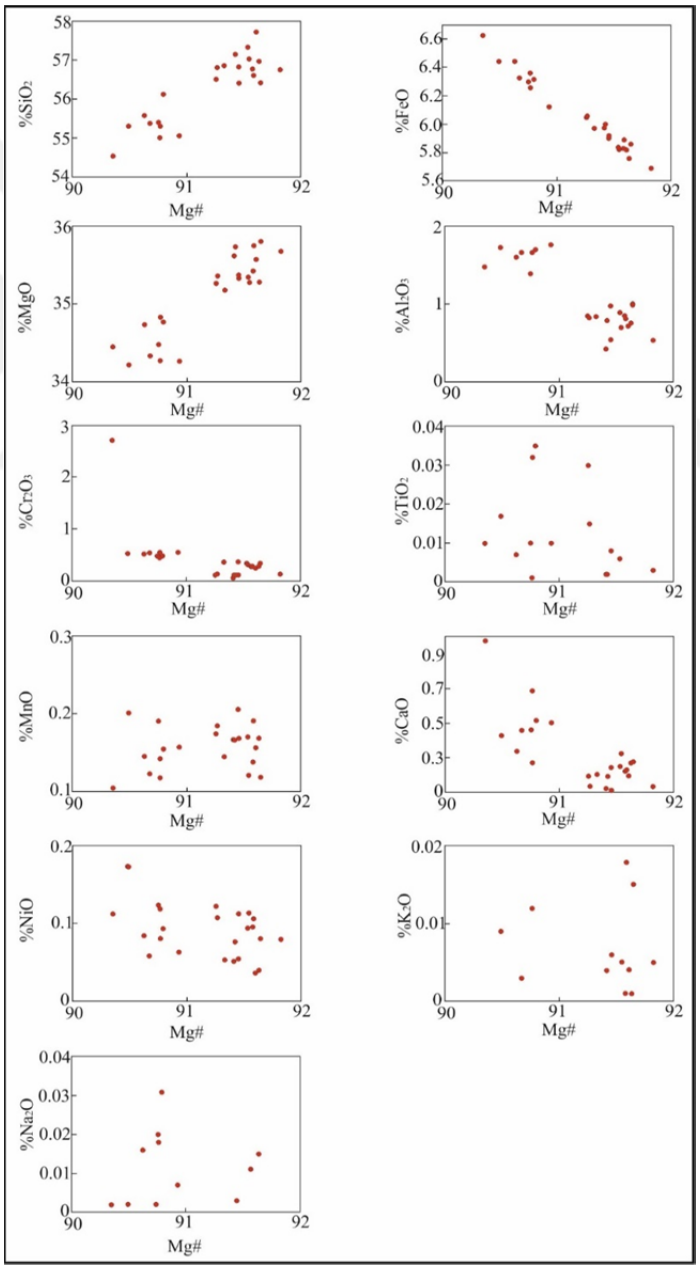
Harmancık ofiyoliti manto peridotitlerine ait örneklerde gözlenen ortopiroksenler yüksek Mg# (87.8–93.1), düşük-orta Al_2O_3 (% ağ. 1.39–4.60) ve CaO (% ag. 0.44-3.11) değerlerine sahip olup yitim zonu-abisal ortam peridotitlerindeki ortopiroksenlere benzerlik sunmaktadırlar (Bedard ve ark., 2009; Uysal ve ark., 2012, 2014, 2015; Saka, 2013, 2020; Rui ve ark., 2022). Bunun yanısıra, Orhaneli ofiyoliti manto peridotitlerine ait örneklerde gözlenen ortopiroksenler yüksek Mg# (85.16-91.82), düşük Al_2O_3 (% ağ. 0.43-2.29) ve CaO (% ağ. 0.11-0.98) değerlerine sahip olup yitim zonu ile ilişkili peridotitlerdeki ortopiroksenlere benzerlik sunmaktadırlar (Bedard ve ark., 2009; Uysal ve ark., 2012, 2014, 2015; Saka, 2013, 2020; Rui ve ark., 2022).



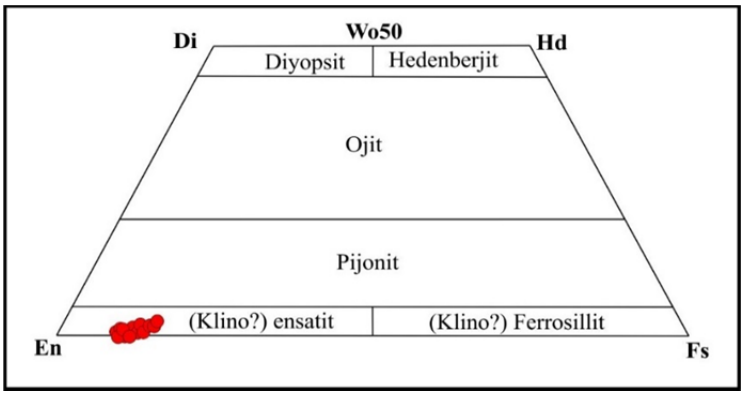
Şekil 4.67. Harmancık ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen ortopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



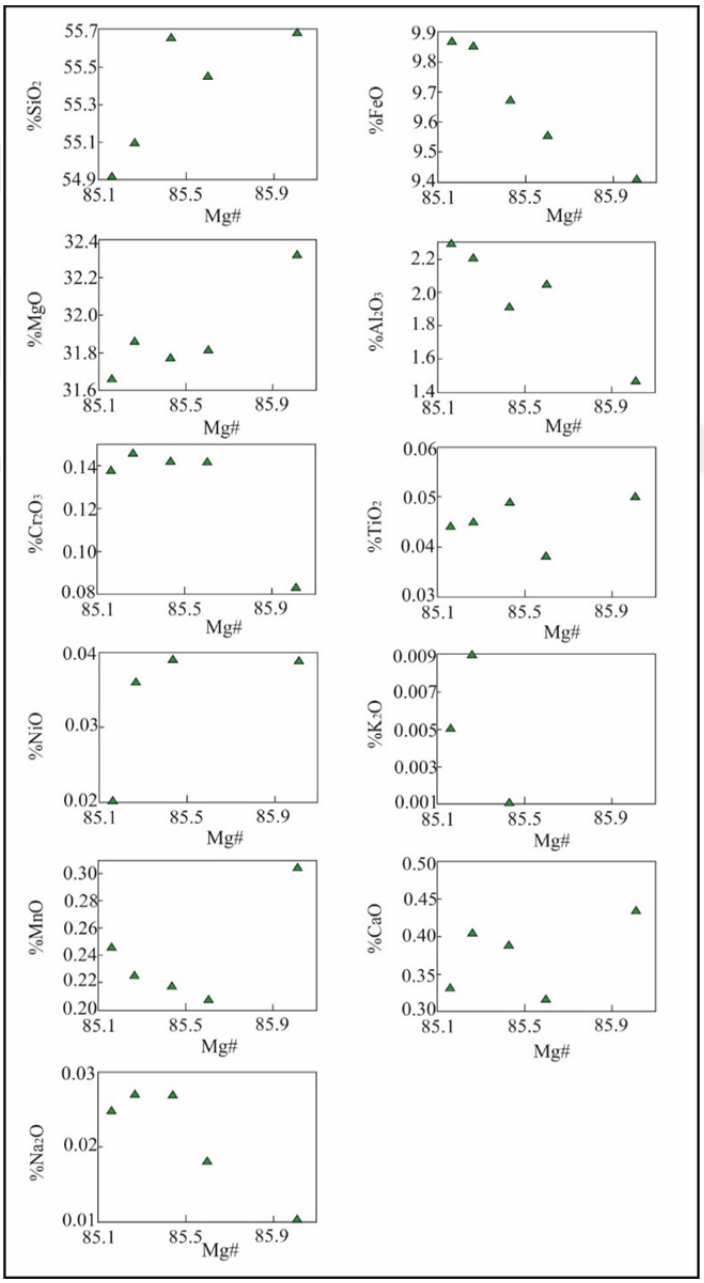
Şekil 4.68. Harmancık ofiyolitin gözlenen peridotitlere ait ortopiroksenleri sınıflama diyagramı (Morimoto, 1988)



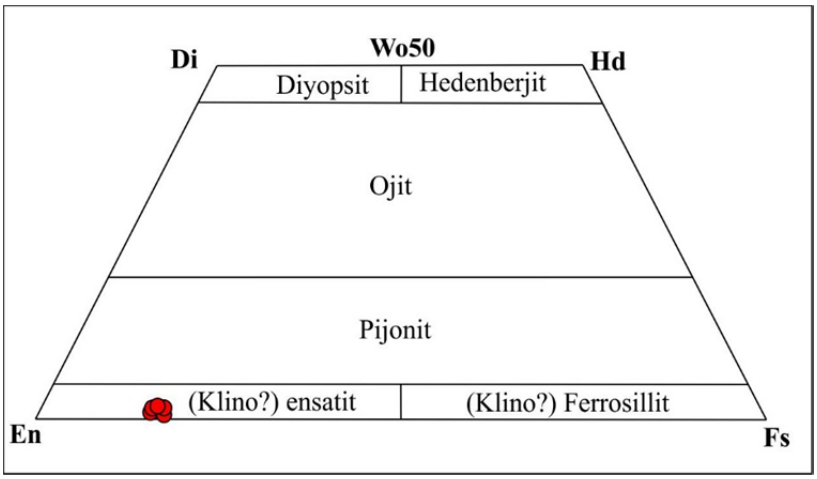
Şekil 4.69. Orhaneli ofiyolitine ait manto tektonitlerinde gözlenen ortopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



Şekil 4.70. Orhaneli ofiyolitin gözlenen peridotitlere ait ortopiroksenleri sınıflama diyagramı (Morimoto, 1988)



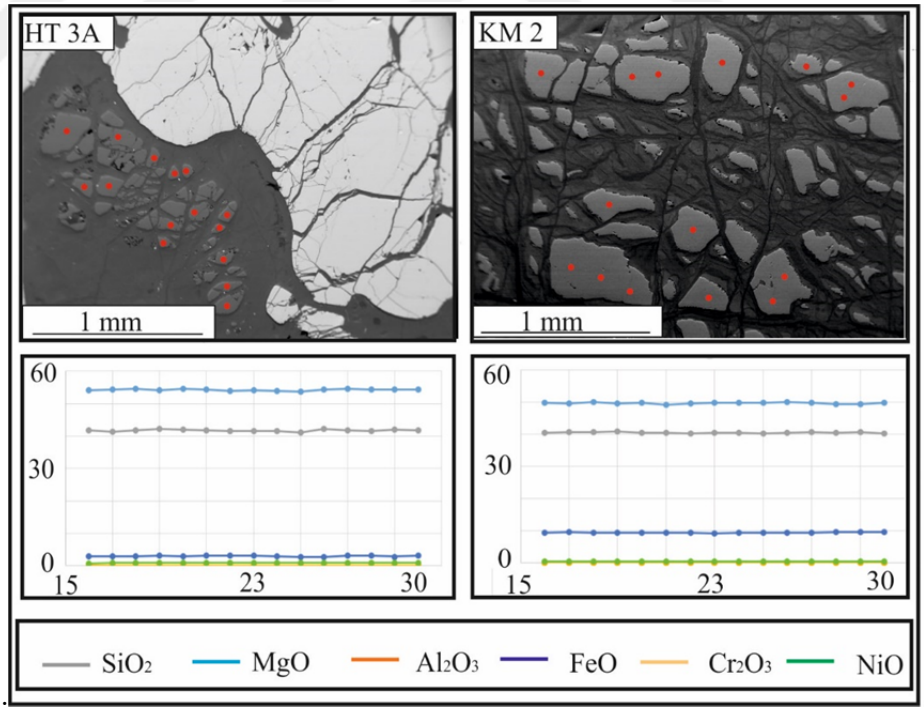
Şekil 4.71. Orhaneli ofiyolitine ait mafik kümülatlarda gözlenen ortopiroksenlerin Mg# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



Şekil 4.72. Orhaneli ofiyolitin gözlenen mafik kümülatlara ait ortopiroksenleri sınıflama diyagramı (Morimoto, 1988)

4.3.3. Olivin

Çalışma alanlarında yüzeylenen manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen olivinlerin mineral kimyası sonuçlarına ait değer aralıkları Çizelge 4.7 ve Çizelge 4.8'de verilmiştir. Yapılan mineral kimyası analizleri sonucunda olivinlerde kenar zonlarından çekirdek zonlarına doğru herhangi bir zonlanma gözlenmemektedir (Şekil 4.73).



Şekil 4.73. Harmancık (HT 3A) ve Orhaneli (KM2) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen olivinlerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler

Harmancık bölgesi manto peridotitlerinde harzburjitlere ait olivinlerin MgO içerikleri 27.06 ile 52.66 arasında, FeO içerikleri 5.07 ile 11.15 arasında, NiO içerikleri 0 ile 0.54.arasında ve MnO içerikleri 0 ile 0.26 arasında değişmektedir. Olivinlerin forsterit (Fo#) içerikleri harzburjitlerde 81.5 ile 94.36 arasındadır. Harzburjit gözlenen olivinlerin Fo# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; MgO ile pozitif ve FeO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.74).

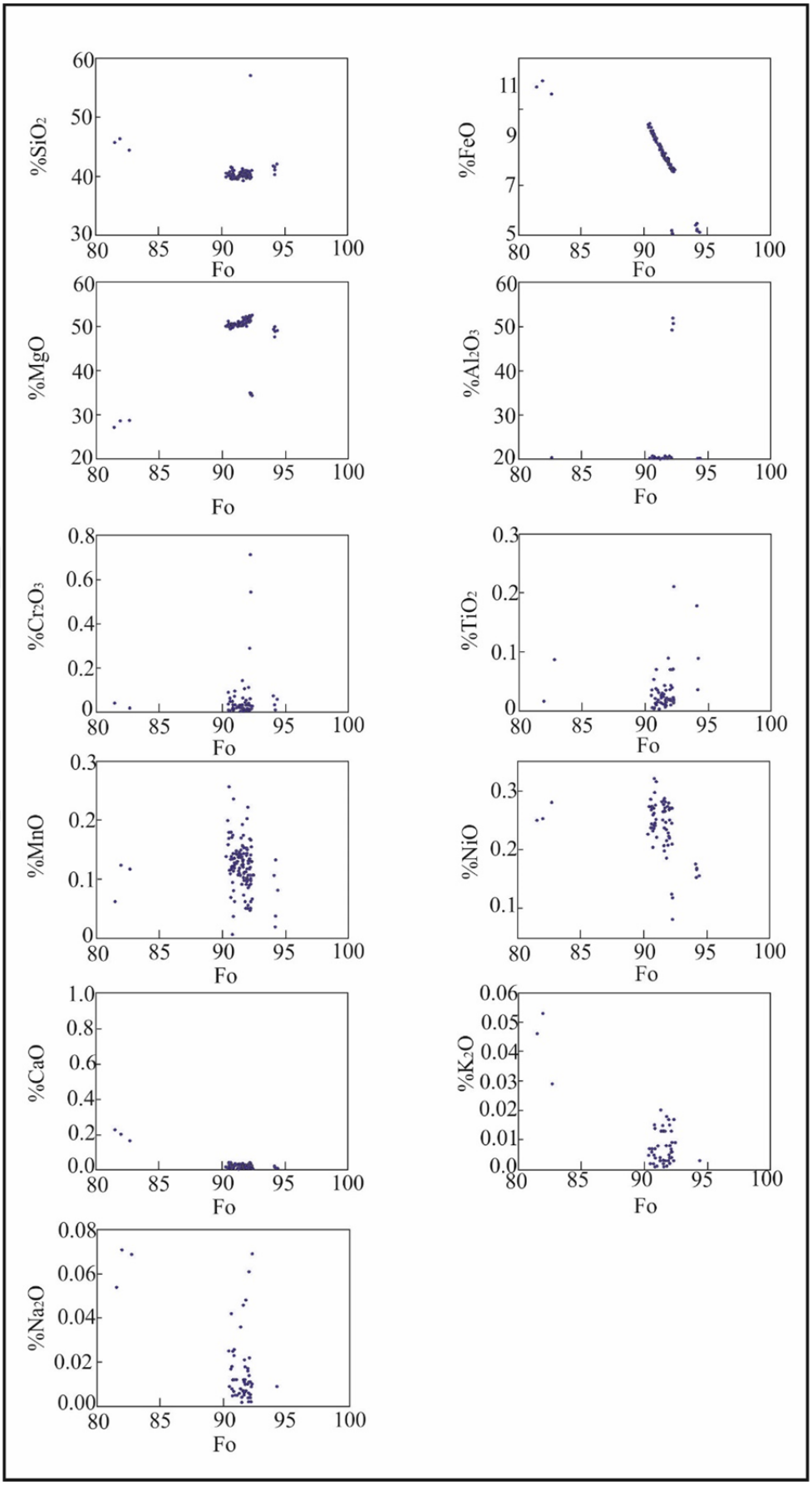
Dunitlere ait olivinlerin MgO içerikleri 52.49 ile 53.39 arasında, FeO içerikleri 5.81 ile 6.24 arasında, MnO içerikleri 0.06 ile 0.13 arasında değişmektedir. Olivinlerin forsterit (Fo#) içerikleri dunitlerde 93.63 ile 94.16 arasındadır. Dunitlerde gözlenen olivinlerin Fo# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; MgO ve SiO_2 ile az oranda pozitif korelasyon gösterirken ve FeO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.75).

Çizelge 4.7. Harmancık ofiyolitinde manto peridotitlerinde gözlenen olivinlerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri

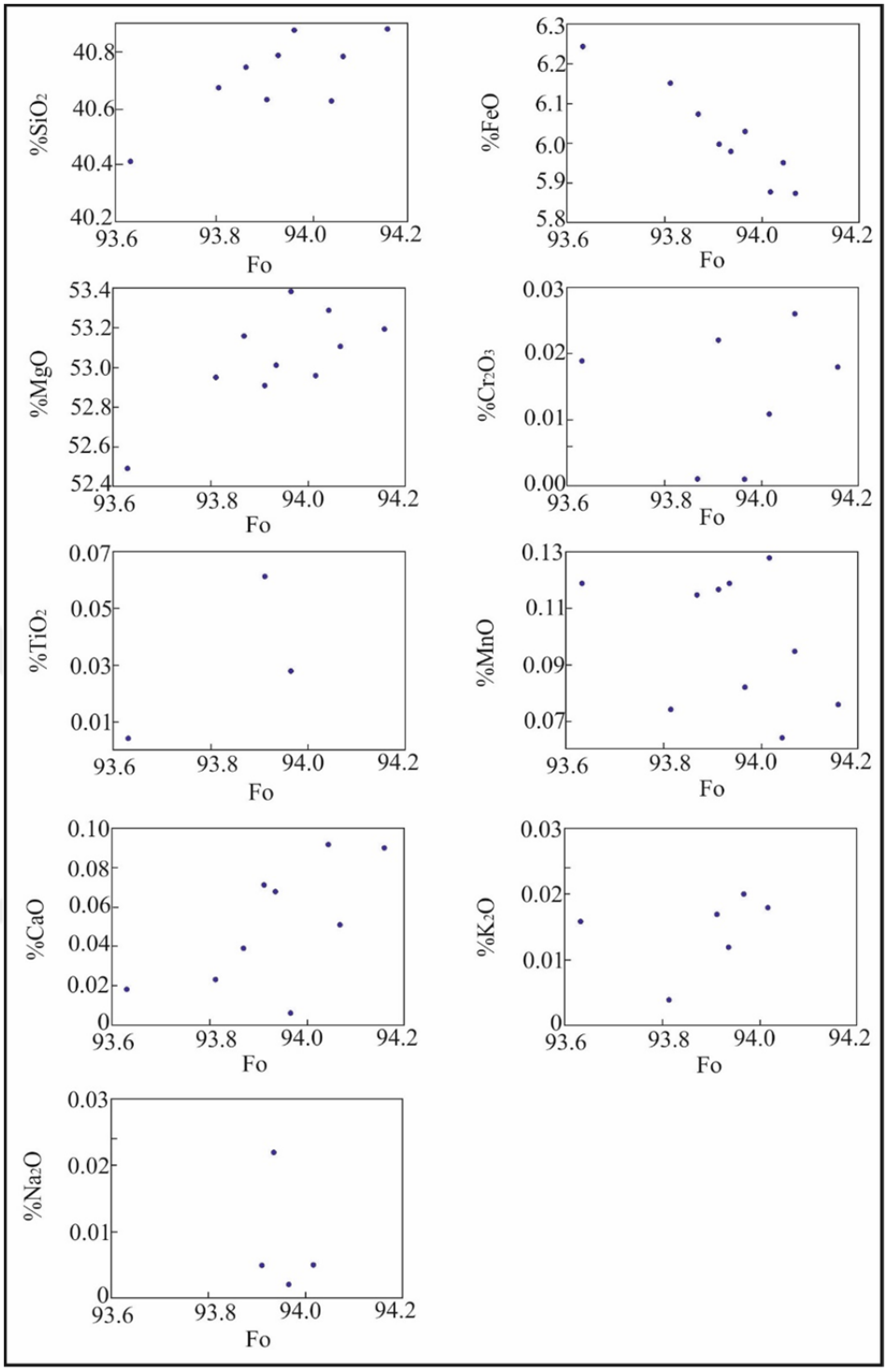
	Harzburjit	**Dunit**	**Kromitit**
SiO_2	39.34-57.1	40.22-40.88	41.18-42.26
FeO	5.07-11.15	5.81-6.24	2.57-3.14
MgO	27.06-52.66	52.49-53.39	53.8-54.63
Al_2O_3	0-1.6	0-0	0-0.03
Cr_2O_3	0-0.71	0-0.03	0-0.05
TiO_2	0-0.21	0-0.06	0-0.02
MnO	0-0.26	0.06-0.13	0-0.07
CaO	0-0.97	0.01-0.09	0-0.06
NiO	0-0.54	-	0.77-0.92
Na_2O	0-0.07	0-0.02	0-0.01
K_2O	0-0.05	0-0.02	0-0.01
Fo	81.5-94.36	93.63-94.16	96.81-97.39
Fa	5.55-18.39	5.77-6.25	2.58-3.15

Çizelge 4.8. Orhaneli civarında yüzeyleyen manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen olivinlerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri

	Tektonit	**Kümülat**	
	Harzburjit	**Dunit**	**Olivinli Klinopiroksenit**
SiO_2	33.69-57.63	37.57-41.34	39.45-40.45
FeO	4.11-9.64	7.27-10.79	14.84-15.27
MgO	35.26-51.27	43.41-54.1	44.75-45.72
Al_2O_3	0-0.841	0-0.1	0-0.03
Cr_2O_3	0-0.116	0-0.05	0-0.03
TiO_2	0-0.03	0-0.03	0-0.02
MnO	0.06-0.22	0.02-0.27	0.12-0.27
CaO	0-0.19	0-0.09	0-0.06
NiO	0.05-0.482	0.19-0.47	0.05-0.16
Na_2O	0-0.338	0-0.05	0-0.03
K_2O	0-0.022	0-0.04	0-0.01
Fo	89.97-95.04	88.9-92.71	83.8-84.35
Fa	4.8-9.89	7.18-10.89	15.46-15.96

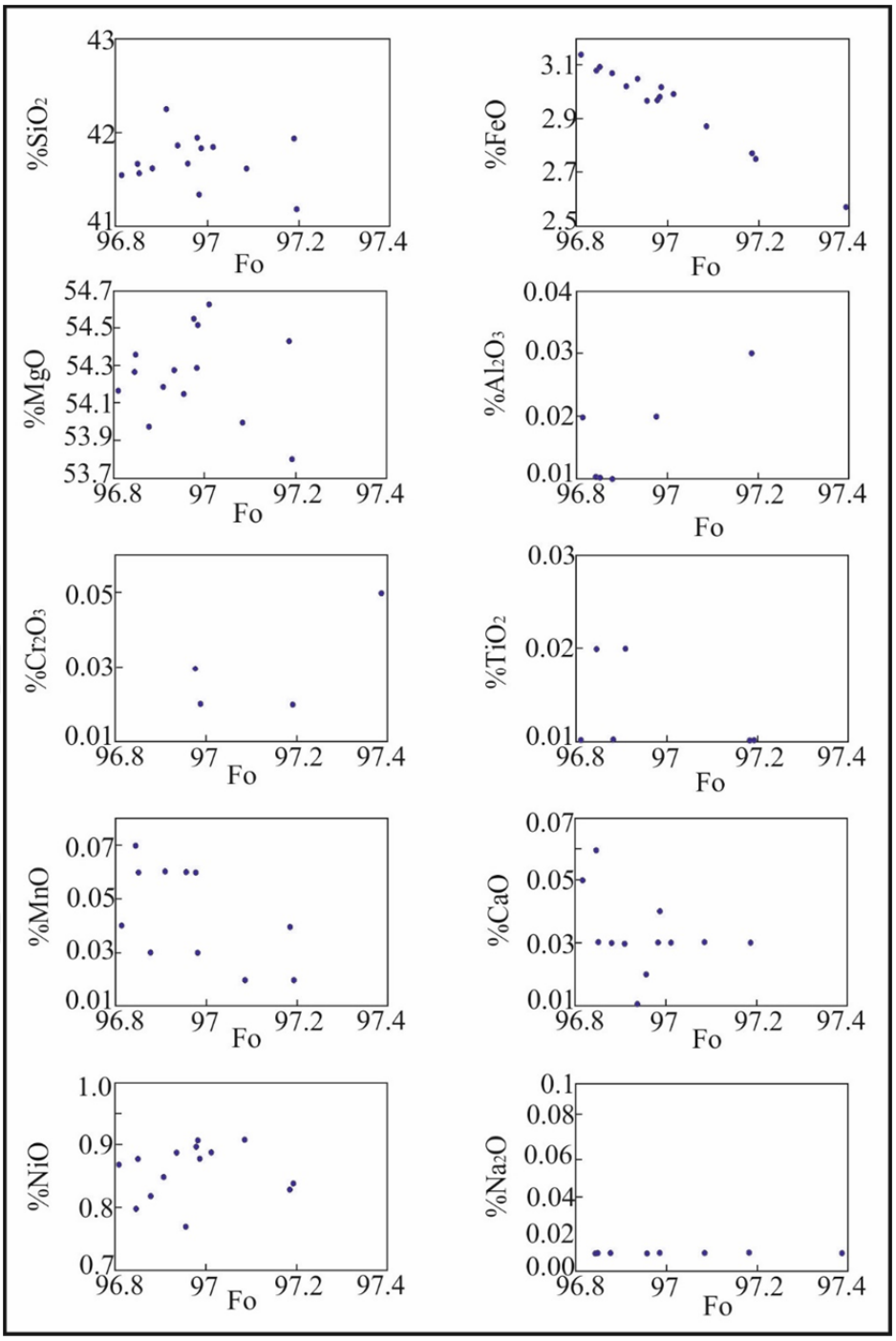


Şekil 4.74. Harmancık ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



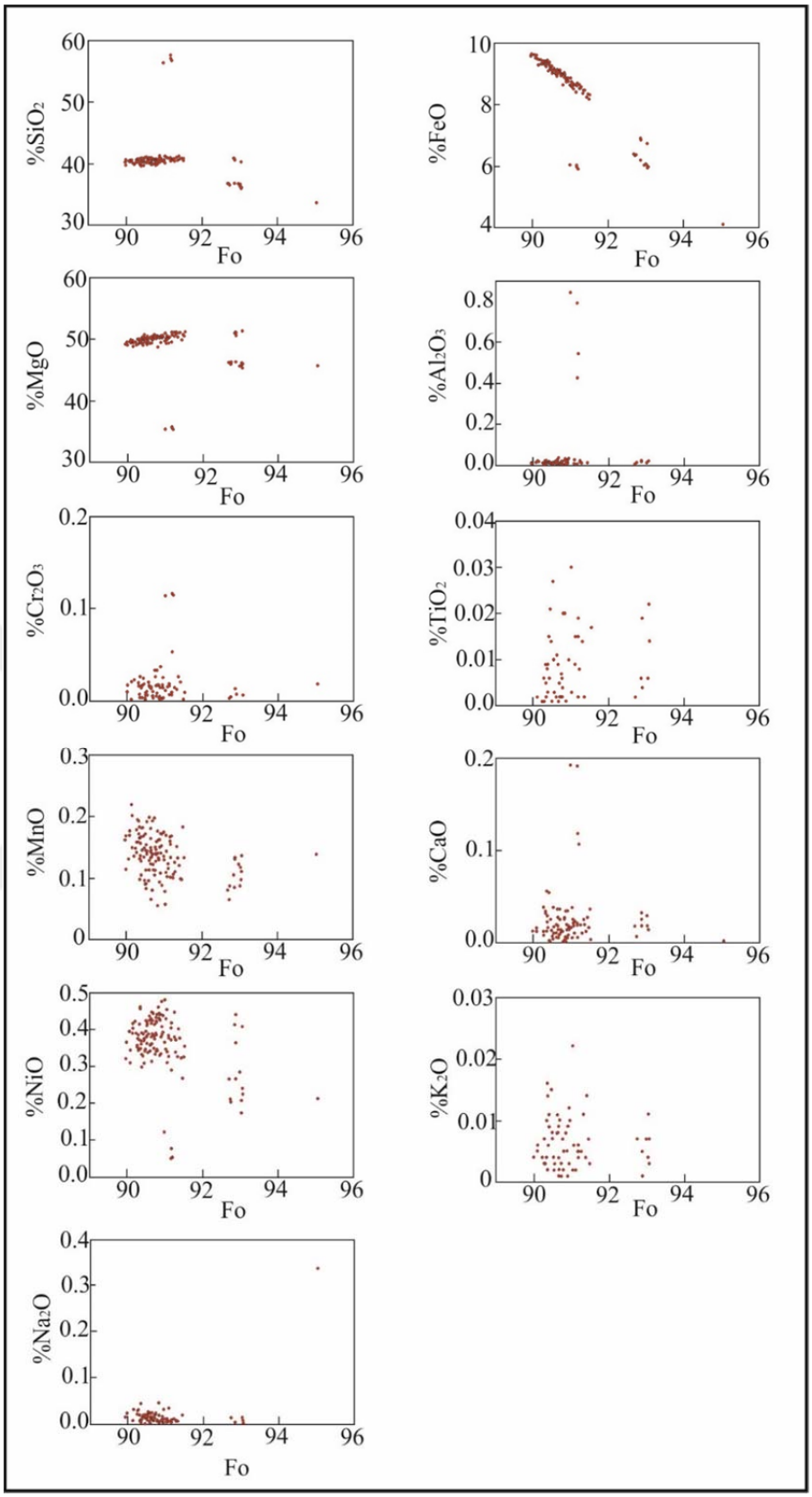
Şekil 4.75. Harmancık ofiyolitine ait dunitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Kromititlere ait olivinlerin MgO içerikleri %53.8 ile %54.63 arasında, FeO içerikleri %2.57 ile %3.14 arasında, NiO içerikleri %0.77 ile %0.92, MnO içerikleri %0 ile %0.07 arasında değişmektedir. Olivinlerin forsterit (Fo#) içerikleri dunitlerde 96.81 ile 97.39 arasındadır. Kromititlerde gözlenen olivinlerin Fo# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir ana bileşik ile pozitif korelasyon göstermezken, FeO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.76).



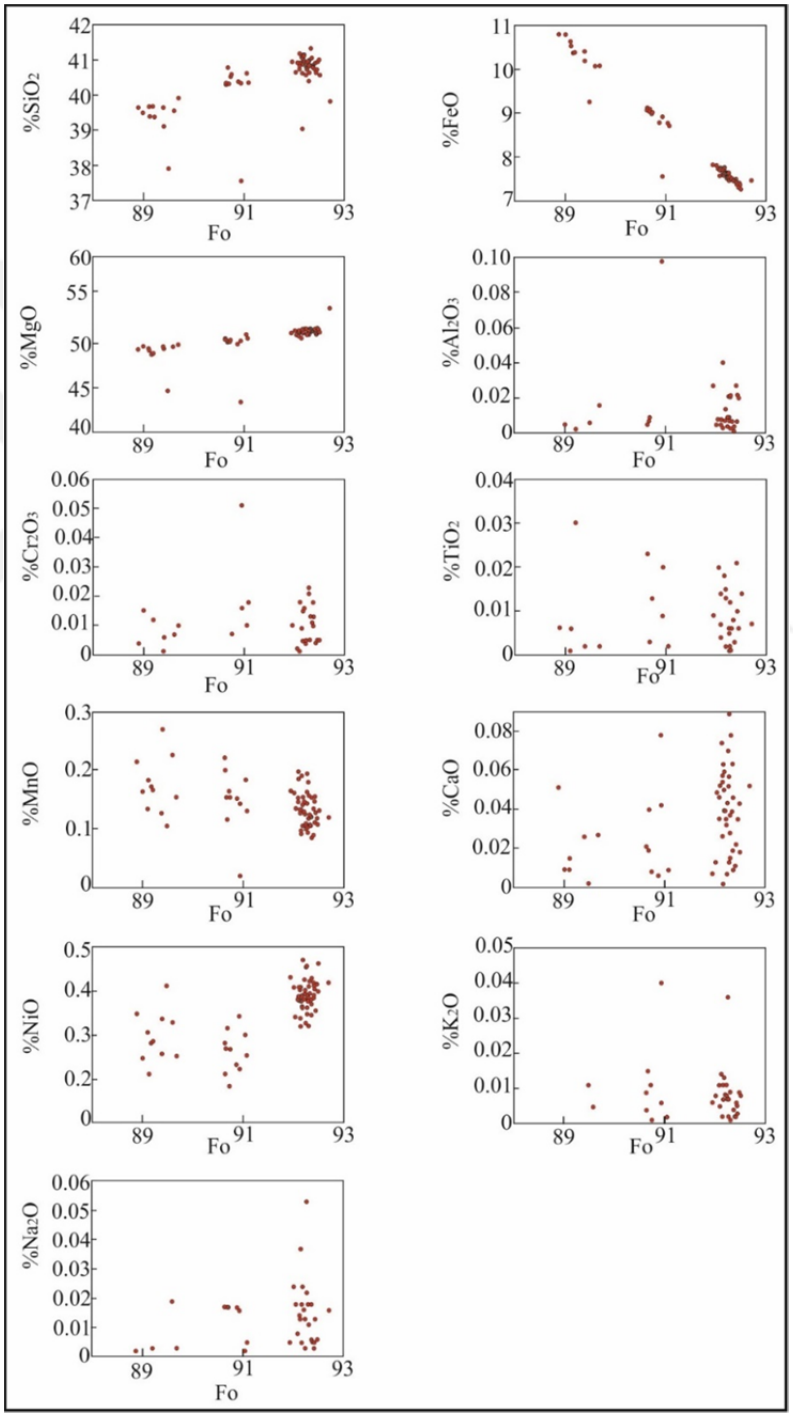
Şekil 4.76. Harmancık ofiyolitine ait kromititlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Orhaneli bölgesi manto peridotitlerinde harzburjitlere ait olivinlerin MgO içerikleri 35.26 ile 51.27 arasında, FeO içerikleri 4.11 ile 9.64 arasında, NiO içerikleri 0.05 ile 0.482 arasında ve MnO içerikleri 0.06 ile 0.22 arasında değişmektedir. Olivinlerin forsterit (Fo#) içerikleri harzburjitlerde 89.97 ile 95.04 arasında görülmektedir. Harzburjit gözlenen olivinlerin Fo# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir ile ana oksit ile pozitif korelasyon göstermezken ve %FeO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.77).



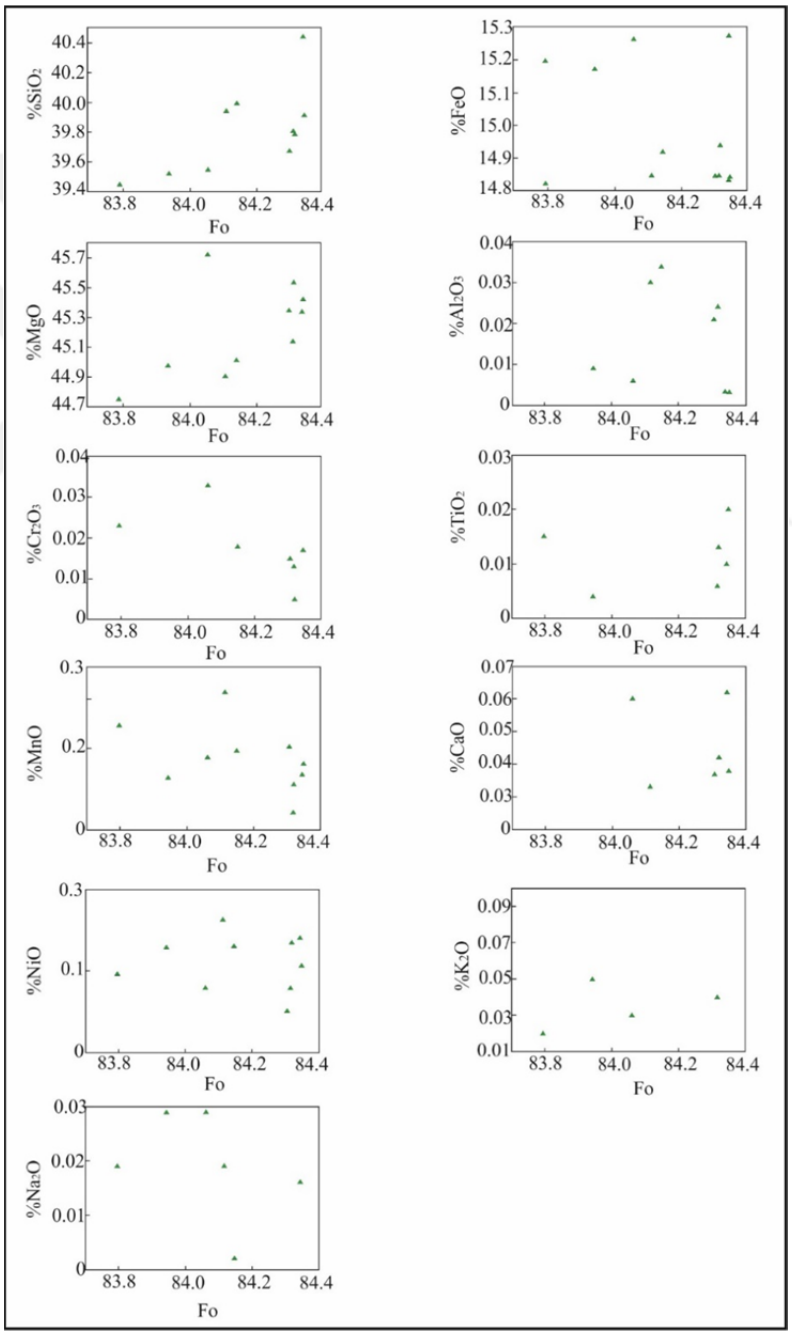
Şekil 4.77. Orhaneli ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Dunitlere ait olivinlerin MgO içerikleri %43.41 ile %54.1 arasında, FeO içerikleri %14.84 ile %15.27 .arasında, NiO içerikleri %0.19 ile %0.47 arasında ve MnO içerikleri %0.02 ile %0.27 arasında değişmektedir. Olivinlerin forsterit (Fo#) içerikleri harzburjitlerde 89.97 ile 95.04 arasında, dunitlerde ise 88.9 ile 92.71 arasındadır. Dunitlerde gözlenen olivinlerin Fo# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; SiO_2 ve MgO ile pozitif ve FeO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.78).



Şekil 4.78. Orhaneli ofiyolitine ait kümülat dunitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Orhaneli bölgesi kümülat ultramafik kayaçlardan olivinli klinoklinopiroksenitlerdeki olivinlerin MgO içerikleri %44.75 ile %45.72 arasında, FeO içerikleri %14.84 ile %15.27 arasında, NiO içerikleri %0.05 ile %0.16 arasında ve MnO içerikleri %0.12 ile %0.27 arasında değişmektedir. Olivin klinopiroksenitlerde olivinlerin forsterit (Fo#) içerikleri olivinli klinoklinopiroksenitlerde 83.8 ile 84.35 arasındadır.Olivinli klinopiroksenitlerde gözlenen olivinlerin Fo# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; SiO_2 ve MgO ile pozitif korelasyon gösterirken herhangi bir ana bileşik ile negatif bir korelasyon sunmamaktadır (Şekil 4.79).

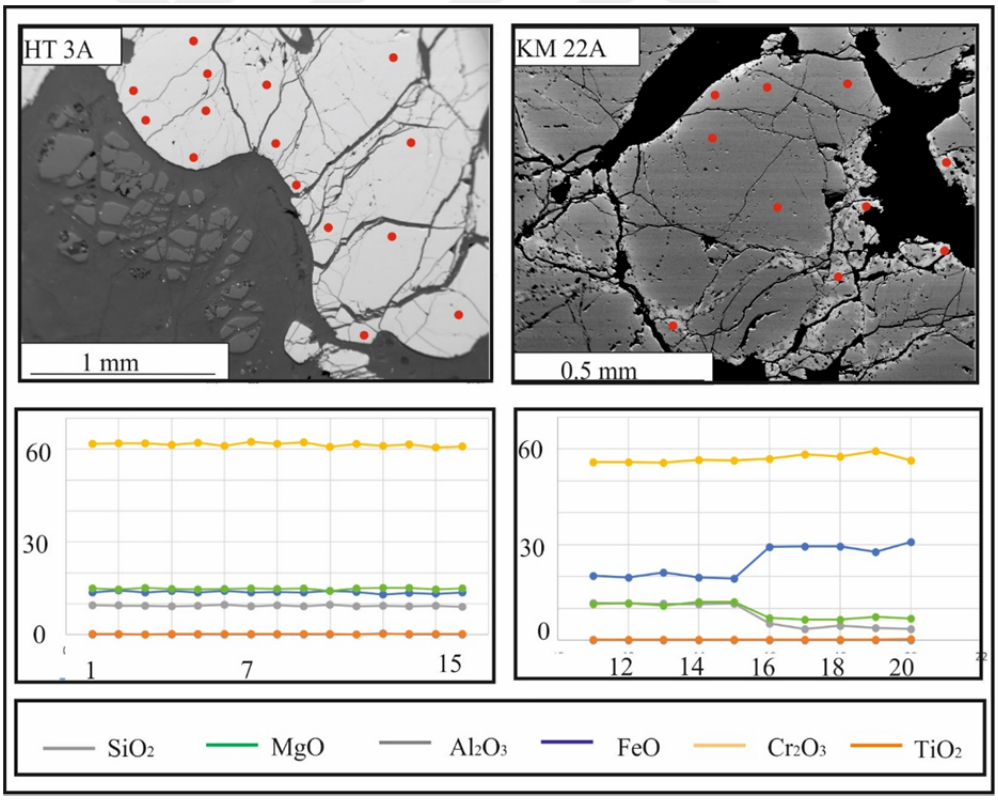


Şekil 4.79. Orhaneli ofiyolitine ait kümülat olivin klinoklinopiroksenitlerde gözlenen olivinlerin Fo içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Görüleceği üzere, Harmancık ve Orhaneli bölgesindeki manto peridotitlerine ait harzburjit ve dunitlerdeki yüksek Fo# değerleri, kümülat ultramafik kayaçlardaki (olivinli klinopiroksenit ve dunit) Fo# değerlerinden göreceli olarak daha yüksektir. Benzer özellikler bir çok ofiyolitik peridotitler ve kümülat kayaçlarda rapor edilmiştir (Parlak ve ark., 1996, 2000, 2002, 2020; Bedard ve ark., 2009; Uysal ve ark., 2012, 2014, 2015; Saka, 2013, 2020; Rui ve ark., 2022). Kümülat ultramafik kayaçlardaki ve manto peridotitlerindeki olivin bileşimlerinin benzerliği, kümülatları oluşturan ana magmanın manto tipi olivin ile dengelendiğini düşündürmektedir (Pallister ve Hopson, 1981).

4.3.4. Krom Spinel

Yapılan mineral kimyası analizleri sonucunda Harmancık bölgesindeki ultramafik kayaçlara ait krom spinellerde herhangi bir zonlanma gözlenmemektedir. Benzer şekilde Orhaneli bölgesindeki manto peridotitleri de bir zonlanma göstermemektedir. Ancak, Orhaneli bölgesinde ultramafik kümülat (dunit) kayaçlara ait krom spinellerde ise çekirdekten kenar zonlarına doğru FeO artmakta ve MgO ve Al_2O_3 ise azalmaktadır (Şekil 4.80).



Şekil 4.80. Harmancık (HT 3A) ve Orhaneli (KM 22A) bölgelerinden örnek olarak seçilen iki ultramafik kayaç örneğinde gözlenen krom spinellerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler

Harmancık bölgesinde yüzeyleyen harzburjitlere ait krom spinellerin Cr_2O_3 içerikleri %32.38 ile %53.24 arasında, TiO_2 içerikleri %0 ile %0.18arasında, Al_2O_3 içerikleri %16.62 ile %36.27 arasında ve MgO içerikleri %10.91 ile %18.94 arasında değişmektedir. Bu bölgedeki harzburjitlere ait krom spinellerin Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri 0.38 ile 0.68 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri ise 0.51 ile 0.84 arasındadır.

Harmancık bölgesinde yüzeyleyen dunitlere ait krom spinellerin Cr_2O_3 içerikleri %54.05 ile %61.24 arasında, TiO_2 içerikleri %0.13 ile %0.23 arasında, Al_2O_3 içerikleri %9.72 ile %12.87 arasında ve MgO içerikleri %9.45 ile %13.7 arasında değişmektedir. Bu bölgedeki dunitlere krom spinellerin Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri 0.74 ile 0.81 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri ise 0.47 ile 0.65 arasındadır.

Harmancık bölgesinde yüzeyleyen kromititlere ait krom spinellerin Cr_2O_3 içerikleri %52.88 ile %62.33 arasında, TiO_2 içerikleri %0.1 ile %0.21 arasında, Al_2O_3 içerikleri %8.82 ile %18.38 arasında ve MgO içerikleri %10.85 ile %15.09 arasında değişmektedir. Bu bölgedeki kromititlere ait krom spinellerin Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri 0.66 ile 0.82 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri ise 0.52 ile 0.72 arasındadır.

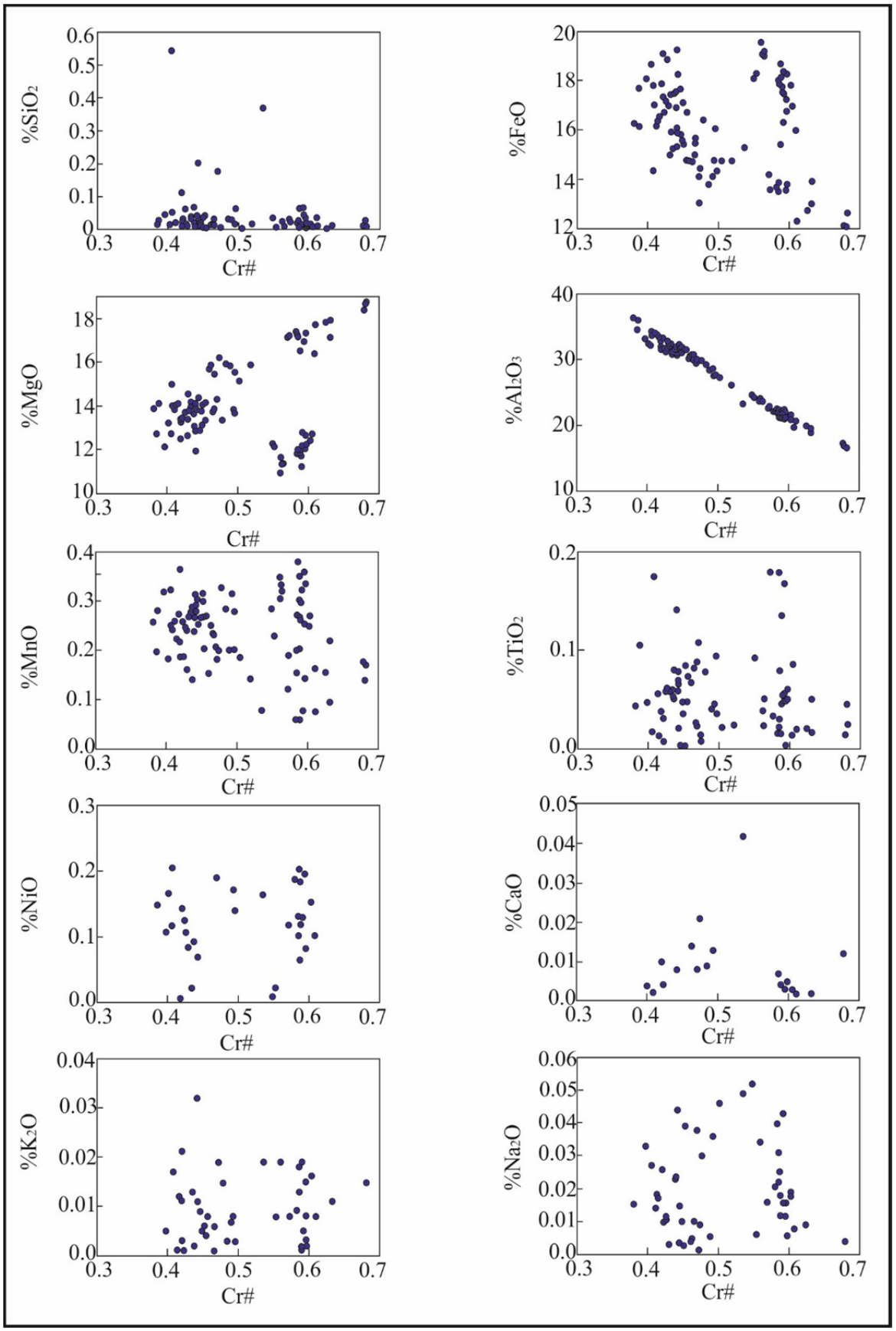
Harmancık civarında yüzeylenen manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlardaki kromit minerallerinin mineral kimyası sonuçlarına ait değer aralıkları Çizelge 4.9'de verilmiştir.

Çizelge 4.9. Harmancık ofiyolitinde manto peridotitlerinde gözlenen krom spinellerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri

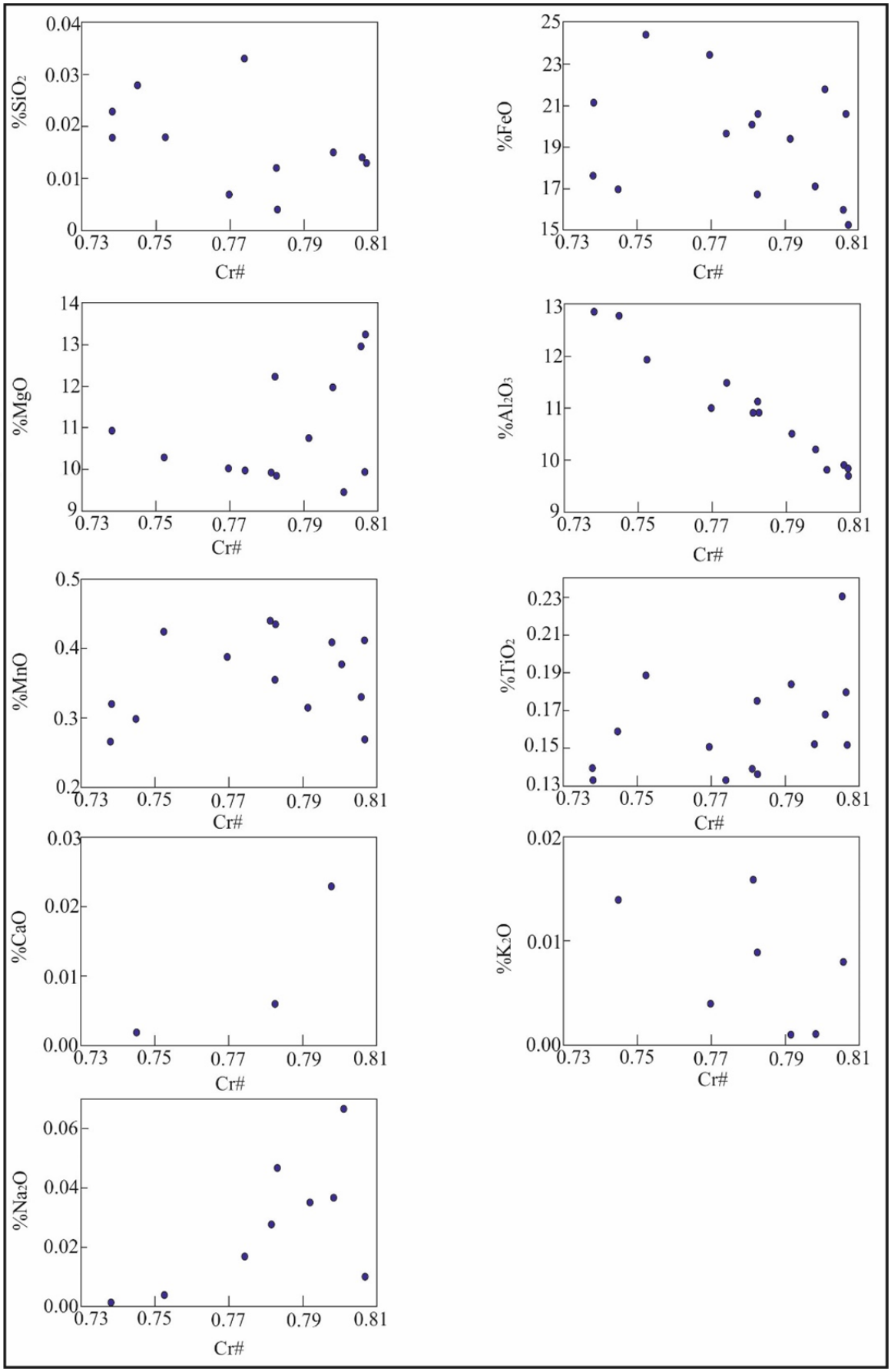
	Harzburjit	**Dunit**	**Kromitit**
SiO_2	0-0.55	0-0.04	0-0.34
FeO	12.04-19.56	15.3-24.45	13.05-19.5
MgO	10.91-18.94	9.45-13.7	10.85-15.09
Al_2O_3	16.62-36.27	9.72-12.87	8.82-18.38
Cr_2O_3	32.38-53.24	54.05-61.24	52.88-62.33
TiO_2	0-0.18	0.13-0.23	0.1-0.21
MnO	0.06-0.38	0.26-0.47	0.14-0.4
CaO	0-0.04	0-0.02	0-0.14
NiO	0-0.21	-	0-0.24
Na_2O	0-0.05	0-0.07	0-0.09
K_2O	0-0.03	0-0.02	0-0.02
Cr#	0.38-0.68	0.74-0.81	0.66-0.82
Mg#	0.51-0.84	0.47-0.65	0.52-0.72

Harmancık ofiyolitinde bulunan harzburjit gözlenen krom spinellerin Cr# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; MgO ile pozitif ve Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.81).

Harmancık ofiyolitinde bulunan dunitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir ana bileşik ile pozitif korelasyon göstermezken Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.82).

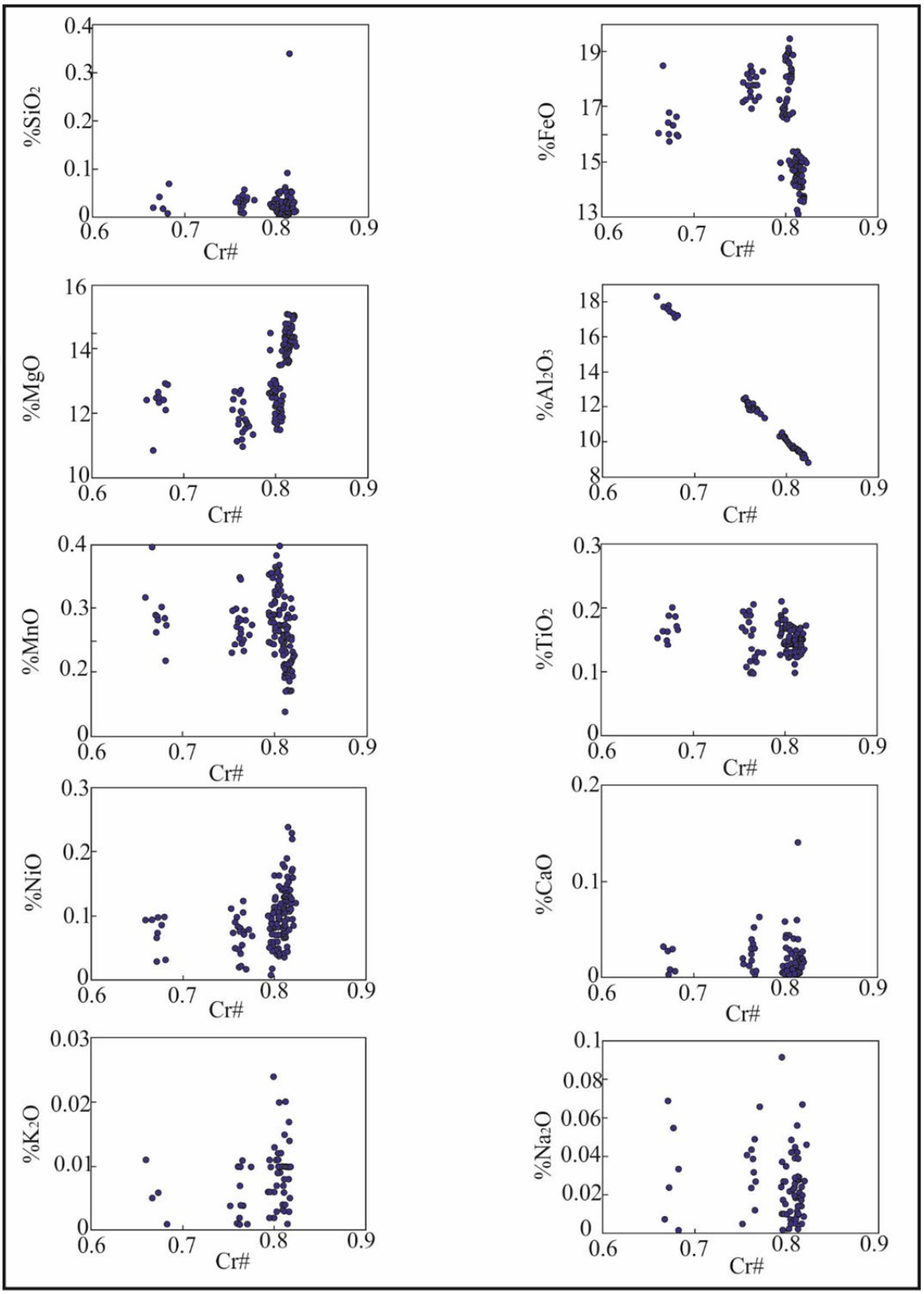


Şekil 4.81. Harmancık ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



Şekil 4.82. Harmancık ofiyolitine ait dunitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Harmancık ofiyolitinde bulunan kromititlerde gözlenen krom spinellerin Cr# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir ana bileşik ile pozitif korelasyon göstermezken Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.83).



Şekil 4.83. Harmancık ofiyolitine ait kromititlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Orhaneli bölgesinde yüzeyleyen harzburjitlere ait krom spinellerin Cr_2O_3 içerikleri %38.31 ile %58.34 arasında, TiO_2 içerikleri %0.01 ile %0.22 arasında, Al_2O_3 içerikleri %6.03 ile %29.44. arasında ve MgO içerikleri %5.92 ile %13.64 arasında değişmektedir. Bu bölgedeki krom spinellerin Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri 0.47 ile 0.86 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri ise 0.31 ile 0.61arasındadır.

Orhaneli bölgesinde yüzeyleyen kümülat dunitlere ait krom spinellerin Cr_2O_3 içerikleri %43.35 ile %57.66 arasında, TiO_2 içerikleri %0.21 ile %0.37 arasında, Al_2O_3 içerikleri %9.54 ile %15.31 arasında ve MgO içerikleri %7.11 ile %9.44 arasında değişmektedir. Bu bölgedeki krom spinellerin Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri 0.66 ile 0.8 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri ise 0.35 ile 0.47 arasındadır.

Orhaneli bölgesinde yüzeyleyen kümülat dunitler içerisinde bulunan kromititlere ait krom spinellerin Cr_2O_3 içerikleri %55.68 ile %59.35 arasında, TiO_2 içerikleri %0.2 ile %0.36 arasında, Al_2O_3 içerikleri %3.48 ile %11.78 arasında ve MgO içerikleri %6.44 ile %11.98 arasında değişmektedir. Bu bölgedeki krom spinellerin Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri 0.76 ile 0.92 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri ise 0.34 ile 0.58 arasındadır.

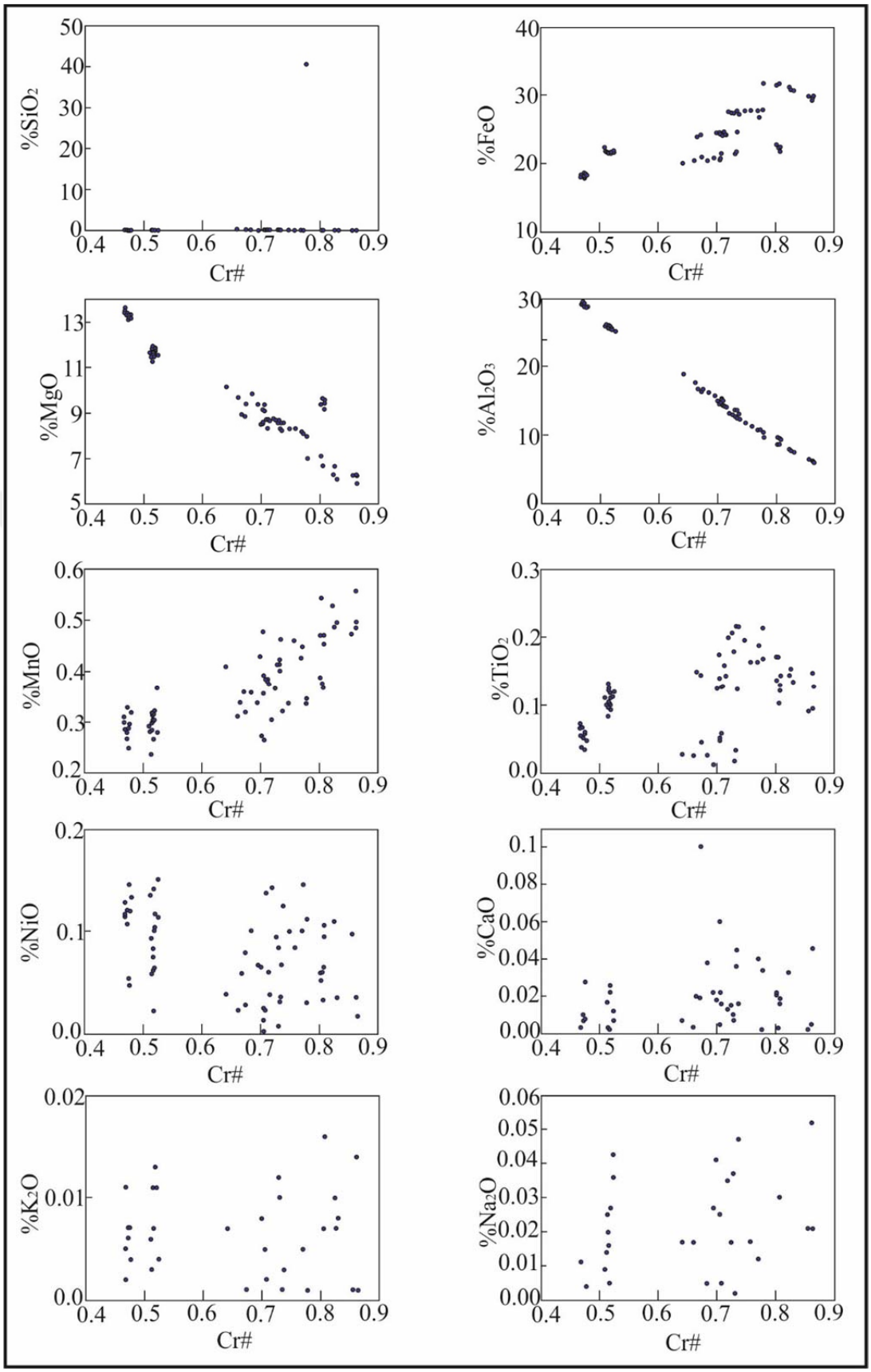
Orhaneli ofiyolitinde Göynükbelen köyü civarında (KM-22B dolaylarında) kümülat dunitler içerisinde bulunan bantlı kromitlere ilişkin mostra görselleri EK-5'de verilmiştir.

Orhaneli ofiyolitinde tektonit ve kümülatlarda gözlenen krom spinellerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri Çizelge 4.10' verilmiştir.

Çizelge 4.10. Orhaneli ofiyolitinde manto peridotitlerinde gözlenen krom spinellerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri

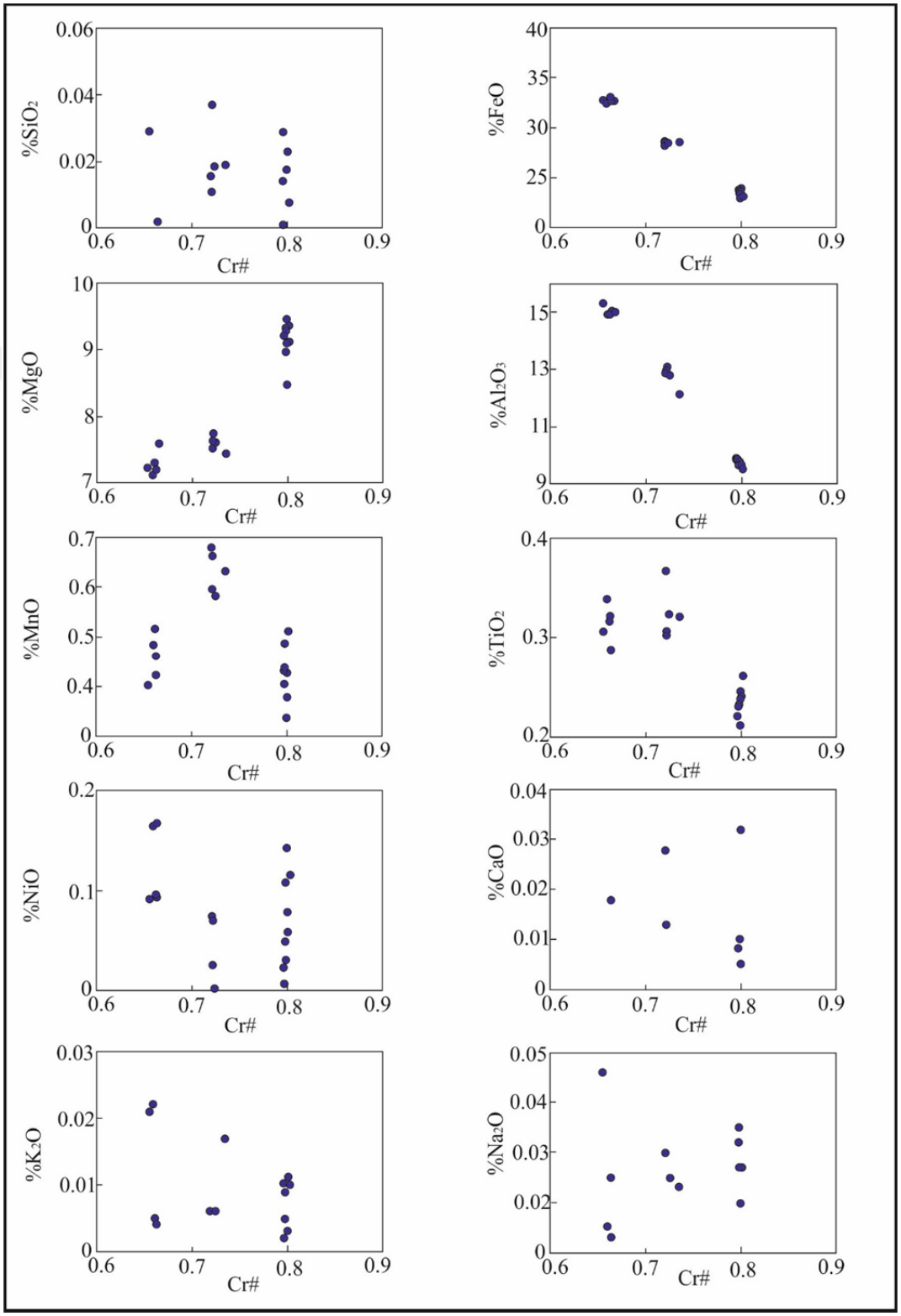
	Harzburjit	**Dunit**	**Kromitit**
SiO_2	0-40.66	0-0.05	0-0.03
FeO	17.99-31.69	22.89-32.92	19.27-30.88
MgO	5.92-13.64	7.11-9.44	6.44-11.98
Al_2O_3	6.03-29.44	9.54-15.31	3.48-11.78
Cr_2O_3	38.31-58.34	43.35-57.66	55.68-59.35
TiO_2	0.01-0.22	0.21-0.37	0.2-0.36
MnO	0.24-0.56	0.34-0.68	0.37-0.84
CaO	0-0.1	0-0.03	0-0.06
NiO	0-0.15	0-0.17	0-0.18
Na_2O	0-31.69	0-32.92	0-30.88
K_2O	0-0.02	0-0.02	0-0.01
Cr#	0.47-0.86	0.66-0.8	0.76-0.92
Mg#	0.31-0.61	0.35-0.47	0.34-0.58

Orhaneli ofiyolitinde bulunan harzburjit gözlenen krom spinellerin Cr# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; FeO ve MnO ile pozitif ve Al_2O_3 ve MgO ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.84).



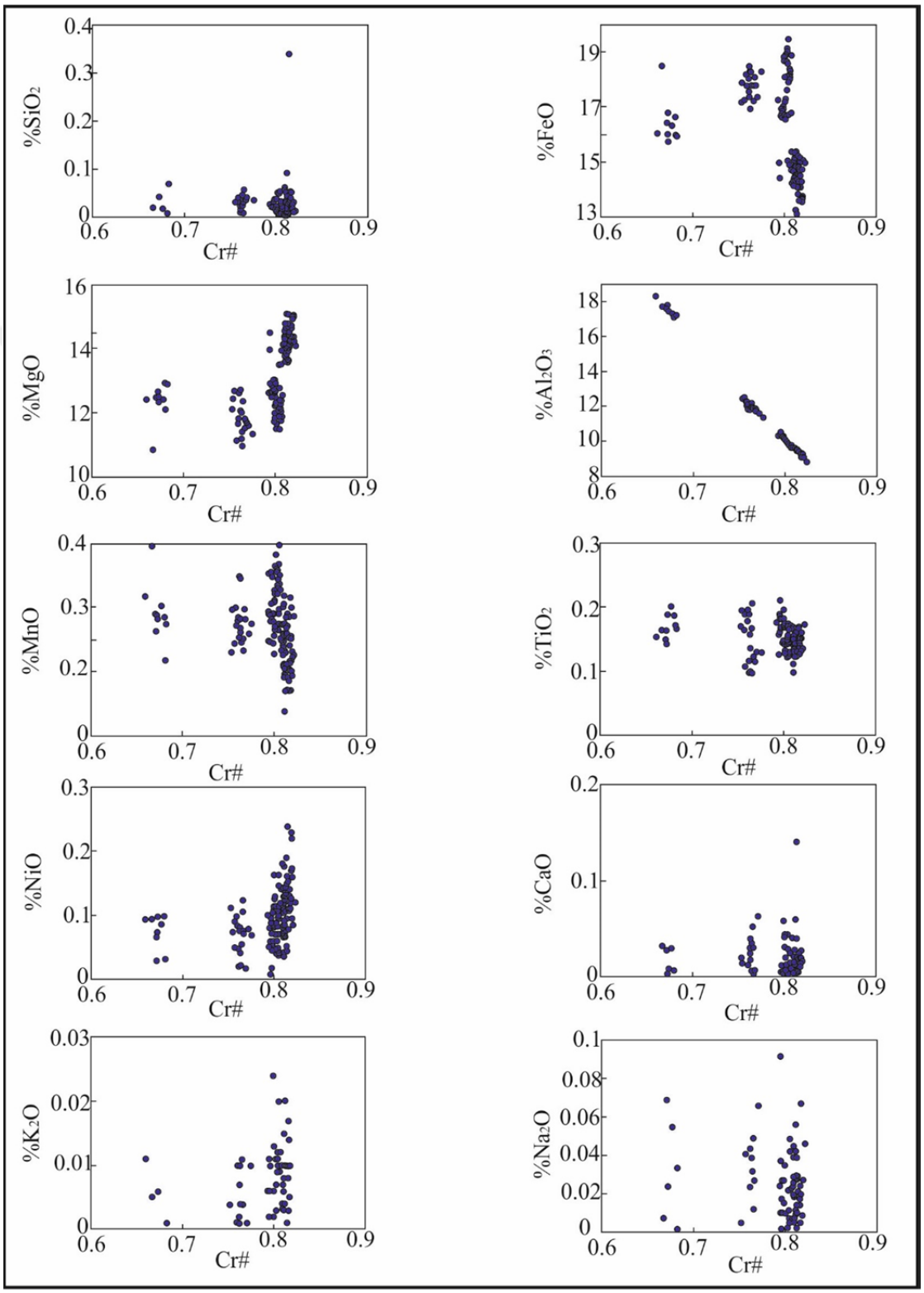
Şekil 4.84. Orhaneli ofiyolitine ait harzburjitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Orhaneli ofiyolitinde bulunan kümülat dunitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir ana bileşik ile pozitif korelasyon göstermezken FeO ve Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.85).



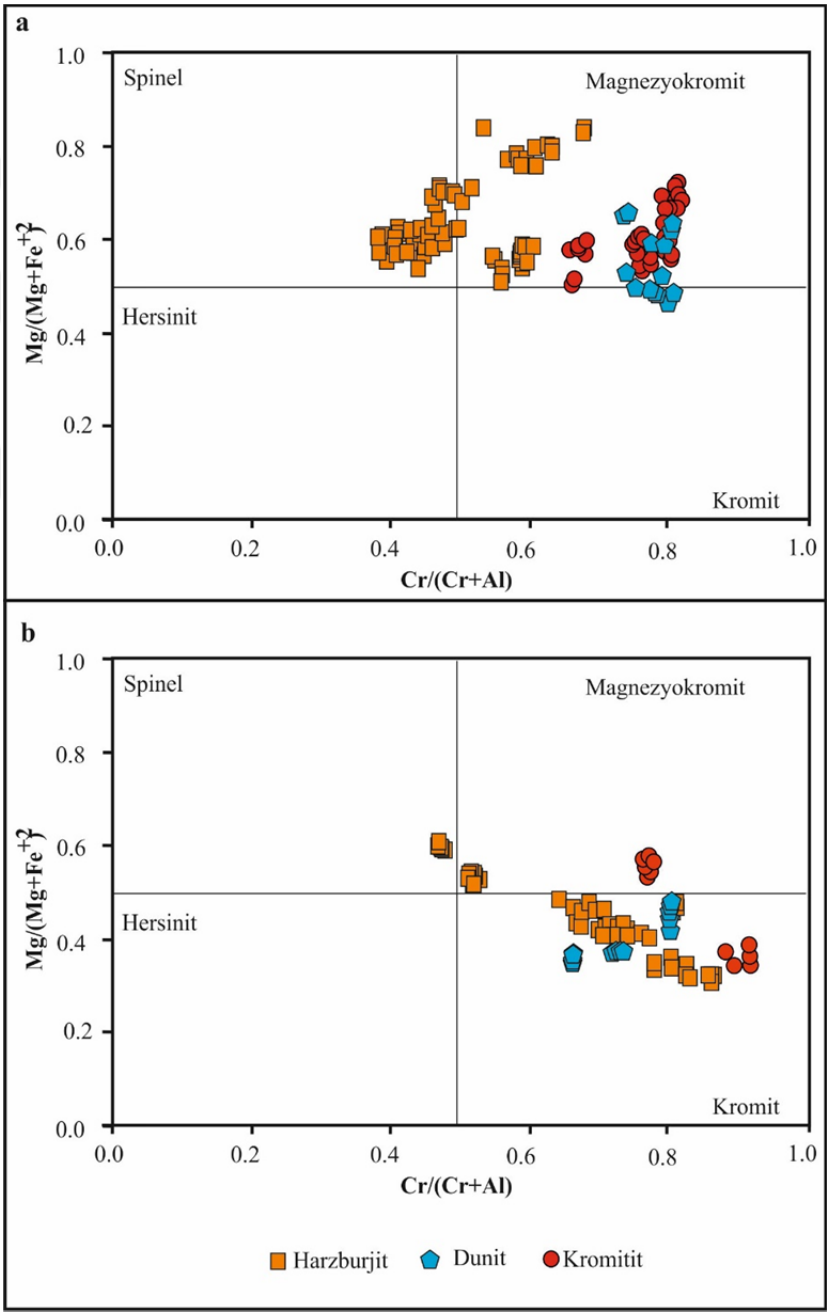
Şekil 4.85. Orhaneli ofiyolitine ait kümülat dunitlerde gözlenen krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Orhaneli ofiyolitinin kümülat kısımları içerisinde bulunan kromititlerde gözlenen krom spinellerin Cr# değerleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir ana bileşik ile pozitif korelasyon göstermezken Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.86).



Şekil 4.86. Orhaneli ofiyolitininin kümülat kesimlerinde bulunan kromititlerde krom spinellerin Cr# içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı

Orhaneli ve Harmancık bölgesinde manto tektonitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen krom spinellerin Cr# ve Mg# değerlerine göre oluşturulan sınıflandırma diyagramında; Harmancık bölgesi manto tektonitlerinden harzburitlere ait krom spineller, spineller ve magnezyokromit alanına düşerken dunit ve kromititlerde bulunan krom spineller çoğunlukla magnezyokromit alanına düşmektedir. Orhaneli bölgesi manto tektonitlerinden harzburjitlerde bulunan krom spineller çoğunlukla kromit alanına düşerken az oranda spinel ve magnezyokromit alanına, kümülat dunitlere ait krom spineller kromit alanına ve kümülatlar içerisinde bulunan kromititlere ait krom spineller ise kromit ve magnezyokromit alanına düşmektedir (Şekil 4.87).



Şekil 4.87. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesindeki manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen kromit minerallerinin Cr# ve Mg# değerlerine göre sınıflandırılması.) (Schulze, 2001'den alınmıştır.)

4.3.5. Amfibol

Orhaneli (Bursa) bölgesinde yüzeyleyen kümülat ultramafik (olivinli klinopiroksenit) ve mafik (gabro) kayaçlarda, Harmancık (Bursa) bölgesinde ise manto peridotit (harzburjit) kayaçlarında amfibol minerali oluşumları gözlenmiştir. Amfibollerde gerçekleştirilen mineral kimyası analizleri sonucunda kenar zonlarından çekirdek zonlarına doğru herhangi bir kimyasal değişimin olmadığı tespit edilmiştir (Şekil 4.88).

Orhaneli ve Harmancık bölgesi ofiyolitlerine ait ultramafik kümülat ve manto peridotitlerinde gözlenen amfibollerin mineral kimyası sonuçlarına ait değer aralıkları Çizelge 4.11'da verilmiştir.

Orhaneli (Bursa) bölgesinde yüzeyleyen manto tektonitlerinde (harzburjit) amfibollerin Al_2O_3 içerikleri %13.15 ile %13.62 arasında, SiO_2 içerikleri %31.24 ile %32.29 arasında, Na_2O içerikleri %0 ile %0.05 arasında, K_2O içerikleri %0.12 ile %0.21 arasında, CaO içerikleri %2.39 ile %2.62 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri 0.99 ile 1 arasındadır. Olivinli klinopiroksenit içerisinde gözlenen amfiboller magnezyo-hornblend, edenitik hornblend ve edenit bileşimlidir.

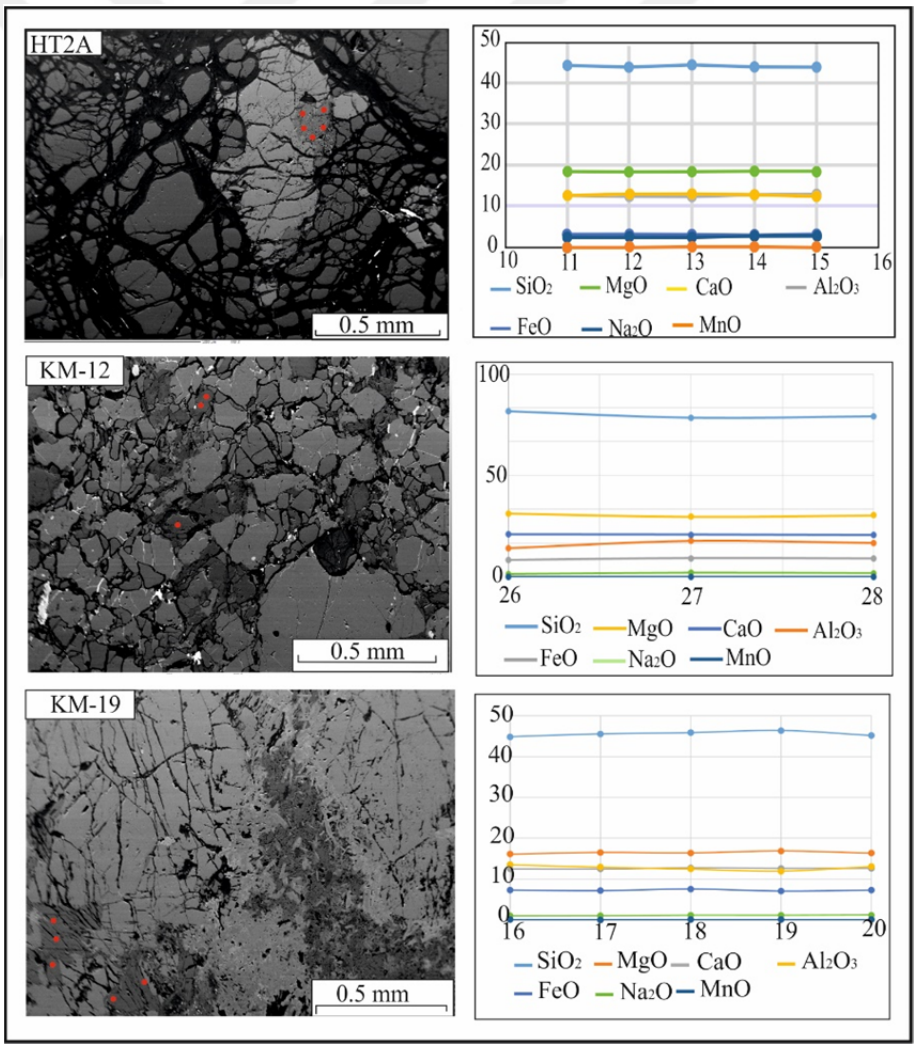
Orhaneli (Bursa) bölgesinde yüzeyleyen kümülat ultramafik (olivinli klinopiroksenit) amfibollerin Al_2O_3 içerikleri %8.48 ile %10.7 arasında, SiO_2 içerikleri %46.99 ile %48.99 arasında, Na_2O içerikleri %0.85 ile %1.26 arasında, K_2O içerikleri %0.001 ile %0.002 arasında, CaO içerikleri %12.34 ile %12.55 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri 0.98 ile 1 arasındadır. Olivinli klinopiroksenit içerisinde gözlenen amfiboller magnezyo-hornblend, edenitik hornblend ve edenit bileşimlidir.

Orhaneli (Bursa) bölgesinde yüzeyleyen mafik (gabro) kayaçlarda amfibollerin Al_2O_3 içerikleri %11.92 ile %13.56 arasında, SiO_2 içerikleri %44.86 ile %46.38 arasında, Na_2O içerikleri %1.07 ile %1.23 arasında, K_2O içerikleri %0 ile %0.004. arasında, CaO içerikleri %12.53 ile %12.75 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri 0.93 ile 0.97 arasındadır. Gabro içerisindeki amfiboller ise çermakitik hornblend ve pargasitik hornblend bileşimlidir (Şekil 4.89).

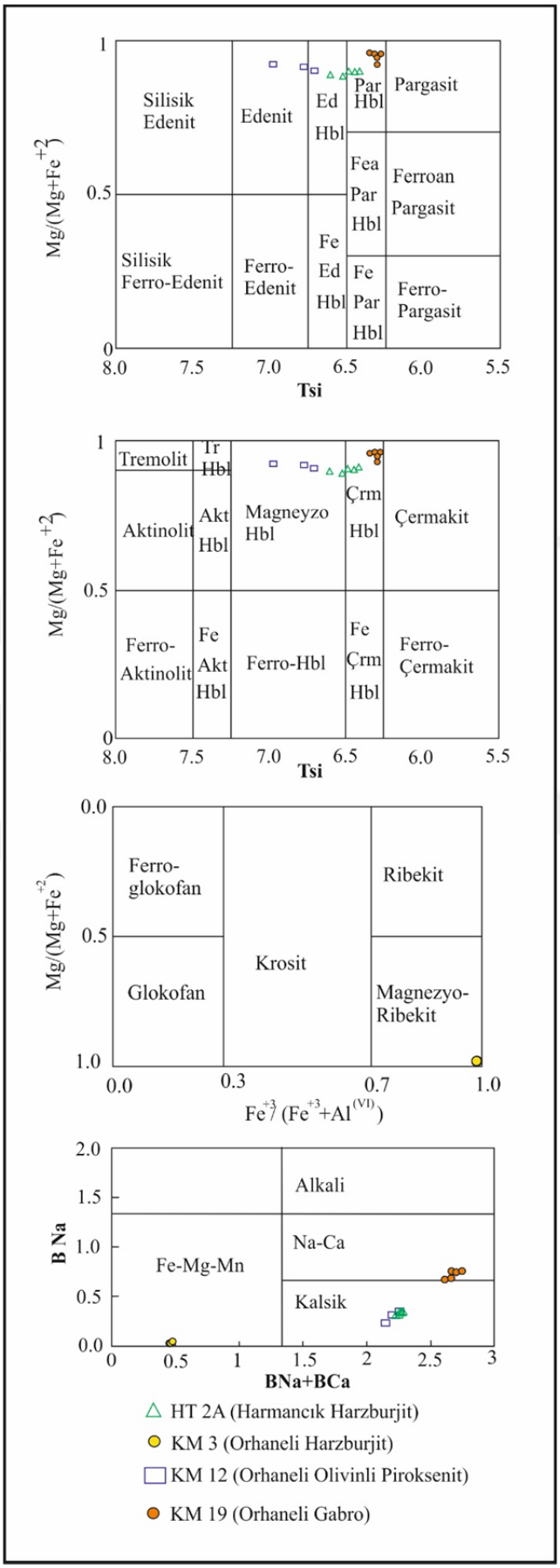
Harmancık (Bursa) bölgesinde yüzeyleyen manto tektonitlerine (harzburjit) ait amfibollerin Al_2O_3 içerikleri %12.32 ile %12.84 arasında, SiO_2 içerikleri %43.87 ile %44.47 arasında, Na_2O içerikleri %2.43 ile %2.73 arasında, K_2O içerikleri %0.02 ile %0.05 arasında, CaO içerikleri %12.4 ile %12.94 arasında ve Mg# ($Mg/Mg+Fe^{2+}$) değerleri 0.98 ile 1 arasındadır. Harzburjitler içerisinde gözlenen amfiboller pargasitik hornblend, çermekitik hornblend bileşimindedirler (Şekil 4.89).

Çizelge 4.11. Çalışma alanlarında yüzeyleyen manto peridotitleri ve kümülat ultramafik kayaçlarda gözlenen amfibollerin karşılaştırmalı mineral kimyası içerikleri

	Harmancık Ofiyoliti	**Orhaneli Ofiyoliti**		
	Tektonit	**Tektonit**	**Kümülat**	
	Harzburjit	**Harzburjit**	**Olivinli Klinopiroksenit**	**Gabro**
SiO_2	43.87-44.47	31.24-32.29	46.99-48.99	44.86-46.38
TiO_2	0.35-0.41	0.15-0.18	0.32-0.41	0.27-0.32
Al_2O_3	12.32-12.84	13.15-13.62	8.48-10.7	11.92-13.56
Cr_2O_3	2.36-2.65	-	0.61-0.74	0.03-0.06
FeO	2.98-3.21	4.87-6.34	4.93-5.5	7.11-7.59
MnO	0.01-0.07	0.49-0.51	0.07-0.1	0.04-0.12
MgO	18.28-18.5	26.76-28.09	17.81-18.8	16.15-16.87
CaO	12.4-12.94	2.39-2.62	12.34-12.55	12.53-12.75
Na_2O	2.43-2.73	0-0.05	0.85-1.26	1.07-1.23
K_2O	0.02-0.05	0.12-0.21	0.001-0.002	0-0.004



Şekil 4.88. Harmancık (HT-2A) ve Orhaneli (KM12-KM19) bölgelerinden örnek olarak seçilen ultramafik ve mafik kayaç örneğinde gözlenen amfibollerin kenar ve çekirdek zonları arasındaki kimyasal değişimler



Şekil 4.89. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitlerine ait ultramafik-mafik kayaçlardaki amfibolleri sınıflama diyagramı (Leake, 1978).

4.3.6. Plajiyoklas

Orhaneli (Bursa) bölgesinde yüzüeylemeler sunan mafik kümülat kayaçlar (gabro) içerisinde plajiyoklas mineralleri gözlenmektedir. Gabrolarda ölçülen plajiyoklas minerallerinin analiz sonuçların değer aralıkları Çizelge 4.12'da verilmektedir.

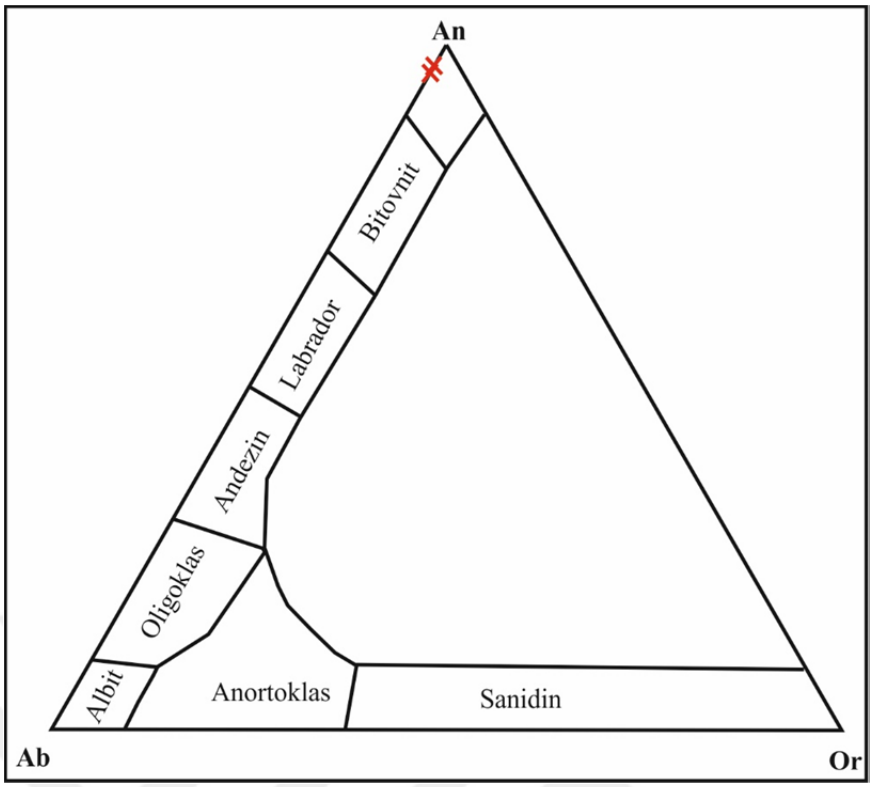
Plajiyoklas minerallerinin Al_2O_3 içerikleri %35.24 ile %35.31 arasında, CaO içerikleri %20.07 ile %20.61 arasında, Na_2O içerikleri %0.36 ile %0.43 arasında ve SiO_2 içerikleri %43.05 ile %42.78 arasındadır (Çizelge 4.9). Plajiyoklasların anortit (An) içeriklerinin seçili ana elementler ile değişimi karşılaştırıldığında; artan An içeriği ile Al_2O_3 ve CaO içeriklerinin arttığı, SiO_2 ve Na_2O içeriklerinin ise azaldığı gözlenmektedir (Şekil 4.90).

Barth (1962) tarafından önerilen anortit-albit-ortoklas üçgen diyagramında, plajiyoklasların oldukça kalsik bileşimli oldukları ve An içeriklerinin [An=100xCa/(K+Ca+Na); Ab=100xNa/(K+Ca+Na); Ab=100xK/(K+Ca+Na)] %96.13-96.89 arasında olduğu görülmektedir (Şekil 4.37). Yüksek-An içerikli kalsiyumca zengin plajiyoklaslar Doğu Akdeniz bölgesinde okyanus içi yitim zonu üzerinde oluşan ofiyolitlerde (Parlak ve ark., 1996, 2000, 2002, 2013, 2020; Hebert ve Laurent, 1990; Bağcı ve ark., 2005, 2006; Rızaoglu ve ark., 2006; Saka ve ark., 2014, 2019) ve aynı zamanda yay ile ilişkili magmatik kayaçlarda (Arculus ve Wills, 1980; Dupuy ve ark., 1982; Beard, 1986; Debari ve Coleman, 1989; Fujimaki 1986; DeBari ve ark., 1987) yaygın olarak görülmektedir.

Anortit içeriği yüksek plajiyoklasların kristallenmesi esas olarak magmanın Ca# (100xCa/Ca+Na), Al#(100xAl/Al+Si) ve H_2O bakımından zengin olması ile ilişkilidir (Panjasawatwong ve ark., 1995). Bu tür plajiyoklaslar özellikle yitimle ilişkili magmalardan itibaren kristallenirler (Arculus ve Wills 1980; Sisson ve Grove 1993; Panjasawatwong ve ark., 1997).

Çizelge 4.12 Orhaneli (Bursa) ofiyolitinde gözlenen gabrolara ait plajiyoklasların mineral kimyası içerikleri

Ana Element	% Değer
SiO_2	43.05-42.78
Al_2O_3	35.24-35.31
FeO	0.13-0.18
MnO	0-0.03
K_2O	0.004-0.027
Na_2O	0.36-0.43
MgO	0.008-0.89
CaO	20.07-20.61
TiO_2	0-0.23
An	96.13-96.89
Ab	3.09-3.72



Şekil 4.90. Orhaneli (Bursa) bölgesi ofiyolitine ait gabrolardaki plajiyoklasları sınıflandırma diyagramı (Barth, 1962)

4.4. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Ofiyolitlerinin Jeokimyası

Harmancık ve Orhaneli (Bursa) bölgelerinde yüzeylemeler sunan ultramafik ve mafik kayaçların petrolojik özelliklerinin ortaya çıkartılması amacıyla harzburjit, dunit, kromitit ve gabrolardan 44 adet örneğin tüm kaya analizleri yaptırılmış olup analiz sonuçları EK-3'de verilmektedir.

4.4.1. Peridotitler

Harmancık bölgesinde yüzeyleyen ultramafik kayaçların ateşte kayıp değerleri 4.87 ile 15.7 arasındadır (Ek-2). Manto peridotitlerinin TiO_2 içerikleri %0 ile% 0.12 arasında, Al_2O_3 içerikleri %0.19 ile % 6.68 arasında, CaO içerikleri % 0.06 ile %1.69 arasında, FeO* içerikleri %3.31 ile %14.31 arasında, Na_2O içerikleri % 0 ile % 0.07 arasında, SiO_2 içerikleri %31.12 ile %41.9 arasında ve MgO içerikleri 34.93 ile 43.65 arasında değişmektedir. Orhaneli bölgesinde yüzeyleyen ultramafik kayaçların ateşte kayıp değerleri ise 0.57 ile 14.45 arasındadır (Ek-2). Bu bölgedeki manto peridotitlerinin TiO_2 içerikleri %0 ile %0.01 arasında, Al_2O_3 içerikleri %0.18 ile %0.65 arasında, CaO içerikleri %0.18 ile %0.75 arasında, FeO* içerikleri %7.78 ile %9.5 arasında, Na_2O içerikleri %0.02 ile %0.1 arasında, SiO_2 içerikleri %36.2 ile %41.9 arasında ve MgO içerikleri 3%9.4 ile %42.6 arasında değişmektedir. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitinde manto peridotitlerinin karşılaştırmalı tüm kaya ana bileşik içerikleri Çizelge 4.13'de verilmiştir.

Harmancık ofiyolitinin manto peridotitlerinde MgO içerikleri ile seçili ana element içerikleri arasındaki değişime bakıldığında; herhangi bir ana elementleri ile pozitif korelasyon göstermezken SiO_2 ile negatif bir korelasyon sunmaktadır (Şekil 4.91). Orhaneli ofiyolitinin peridotitlerinde MgO içerikleri herhangi bir ana element ile korelasyon göstermemektedir (Şekil 4.92).

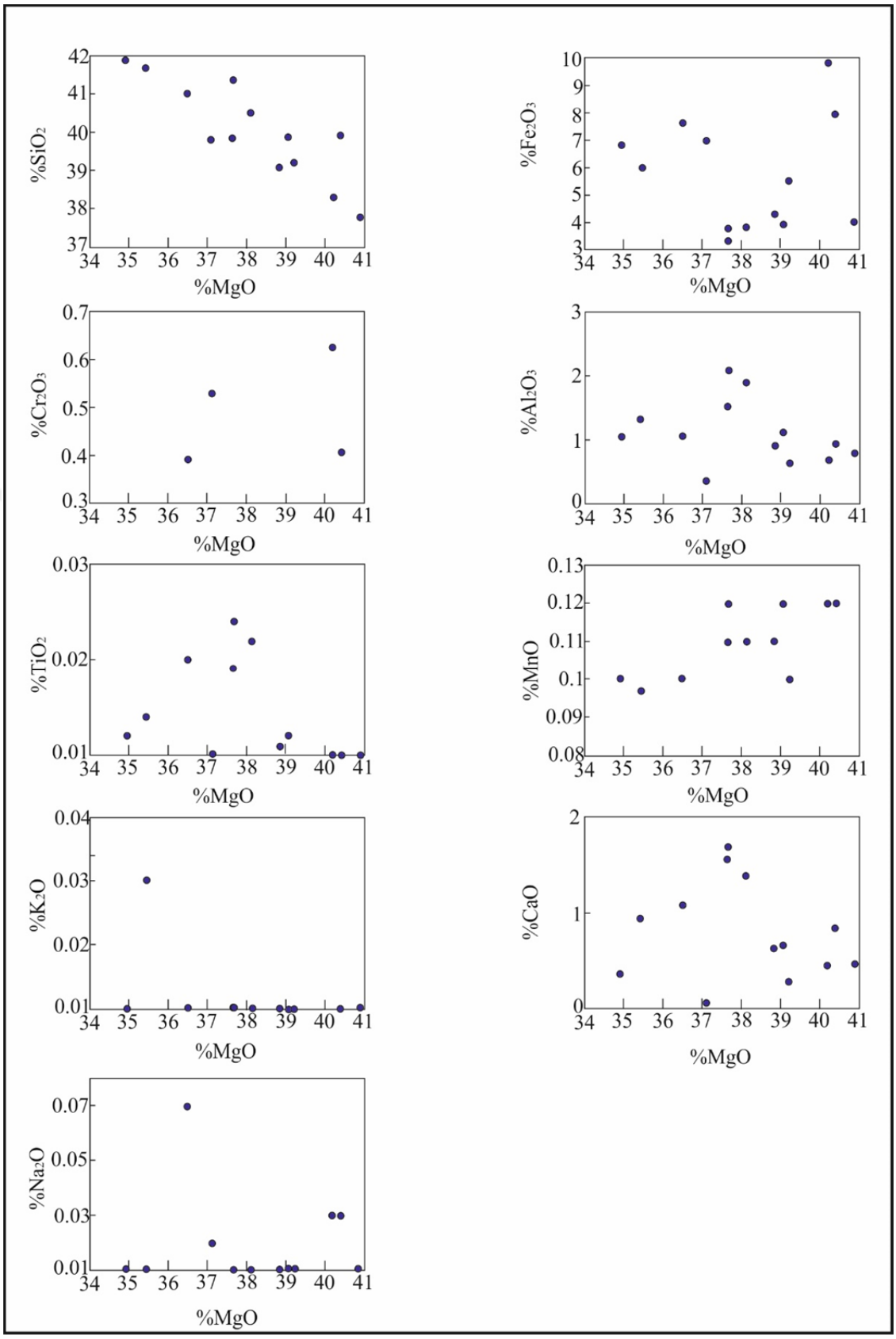
Çizelge 4.13. Harmancık ve Orhaneli ofiyolitinde manto peridotitlerinin karşılaştırmalı tüm kaya ana bileşik içerikleri Çizelge 4.14'de verilmiştir

	Harmancık Ofiyoliti		**Orhaneli Ofiyoliti**	**TOM**
	Harzburjit	**Dunit**	**Harzburjit**	
SiO_2	36.2-41.9	31.12-34.92	36.2-41.9	44.71
Al_2O_3	0.18-2.1	0.19-6.68	0.18-0.65	3.98
Cr_2O_3	0.36-1.12	-	0.36-1.12	0.57
Fe_2O_3	3.31-9.84	3.41-14.31	7.78-9.5	8.18
TiO_2	0-0.024	0.01-0.1	0-0.01	0.13
CaO	0.06-1.69	0.06-0.58	0.18-0.75	3.17
MgO	34.93-42.6	39.16-43.65	39.4-42.6	38.73
Na_2O	0-0.1	0.01-0.05	0.02-0.1	0.13
K_2O	0-0.03	0.01-0.02	0-0.02	0.006
MnO	0.08-0.13	0.08-0.34	0.11-0.13	0.13
P_2O_5	0-0.01	0-0	0-0.01	0.019
LOI	6.16-15.7	4.87-15.67	6.16-12.75	-

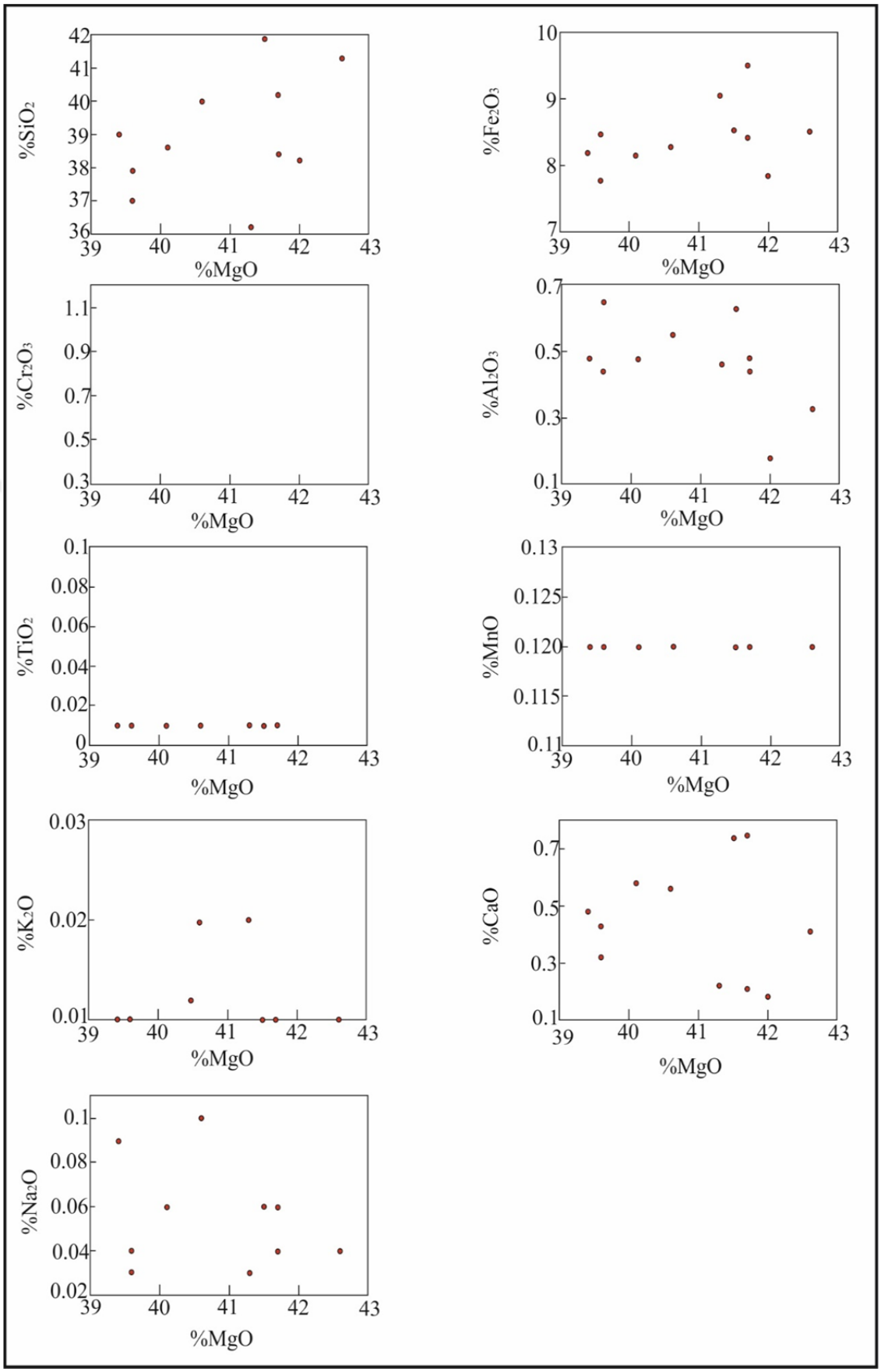
Harmancık peridotitlerinde yer alan harzburjitlerin ortalama ana element içerikleri Workman ve Hart, 2005'den alınan tüketilmiş okyanusal manto (TOM) değerleri ile karşılaştırıldığında tüm elementlerde tüketilme gösterirken, Orhaneli peridotitlerinde yer alan harzburjitlerin Fe_2O_3 ve MgO elementlerince zenginleşme, diğer ana elementlerce tüketilme göstermektedir (Şekil 4.93)

Harmancık ofiyolitinin manto peridotitlerinin iz element içerikleri ile MgO içerikleri herhangi bir iz element ile korelasyon göstermezken Orhaneli ofiyolitinin MgO içerikleri Yb (ppm) ve Y (ppm) ile negatif korelasyon göstermektedir (Şekil 4.95). Her iki bölgedeki manto peridotitlerinin TOM değerlerine göre SiO_2,Al_2O_3,Cr_2O_3,Fe_2O_3,TiO_2,CaO,MgO, Na_2O,K_2O ,MnO ve P_2O_5 elementler bakımından tüketilmiş olduğu ve %MgO elementler bakımından ise zenginleşmiş olduğu görülmektedir.

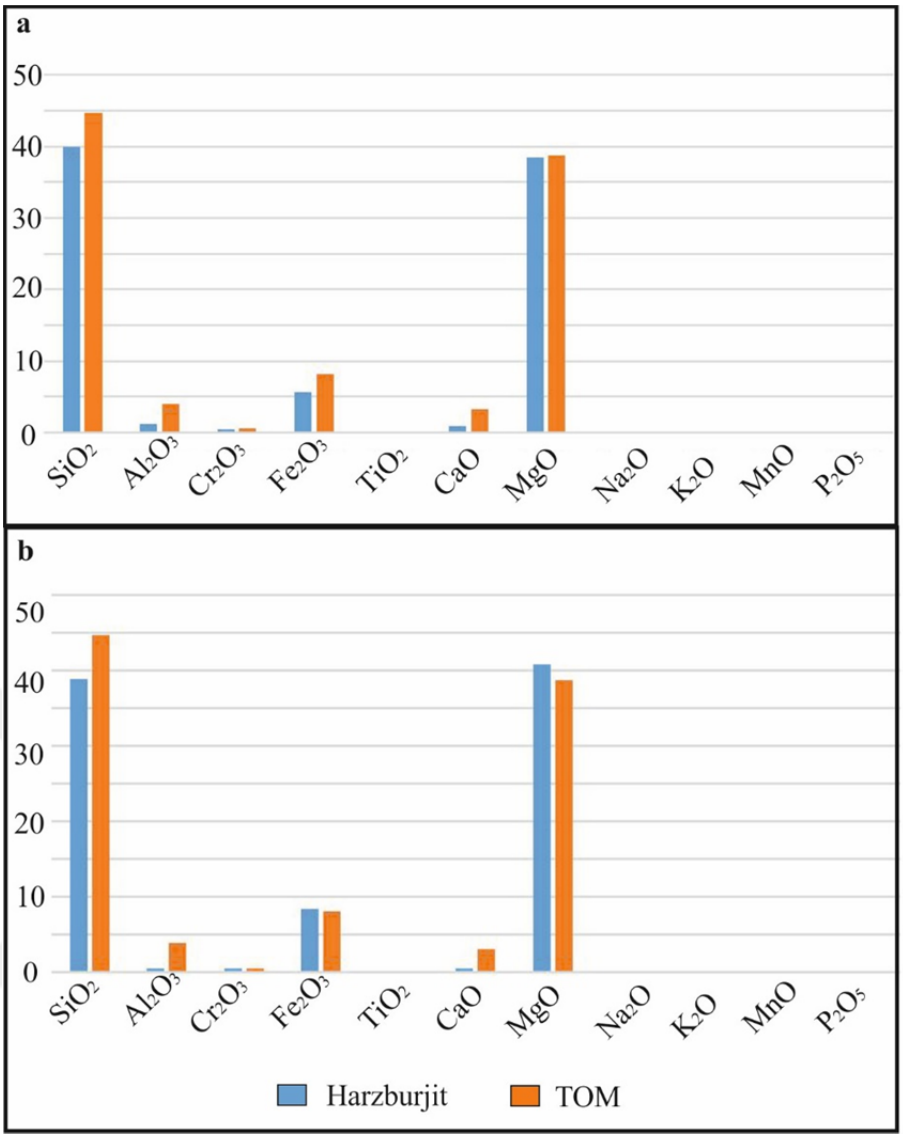
Peridotitlerin tüm kayaç ana element oksit içeriklerine bakıldığında; dunit-harzburjit ve lerzolit kayalarında Al_2O_3 ve CaO içeriklerinin bünyelerindeki klinopiroksen modal oranlarına göre artış gösterdiği bilinmektedir. Pearce ve Parkinson (1993), peridotitlerin tüm kaya analizleri ve klinopiroksen oranlarına ilişkin yapmış oldukları çalışmada; hacimsel olarak %3 klinopiroksen içeren peridotitlerin %0.08 CaO içeriğine sahip olduğunu, klinopiroksen içermeyen peridotitlerin ise < %0.03 CaO içeriği ile karakterize olabileceğini belirtmişlerdir.



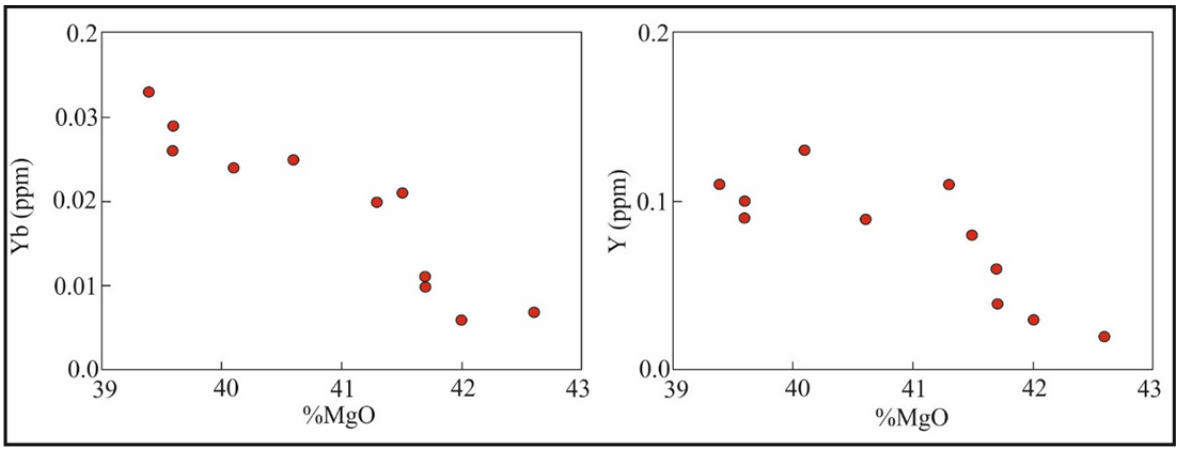
Şekil 4.91. Harmancık ofiyolitine ait harzburjitlerin %MgO içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



Şekil 4.92 Orhaneli ofiyolitine ait harzburjitlerin %MgO içeriklerinin ana oksit elementlere karşı korelasyon diyagramı



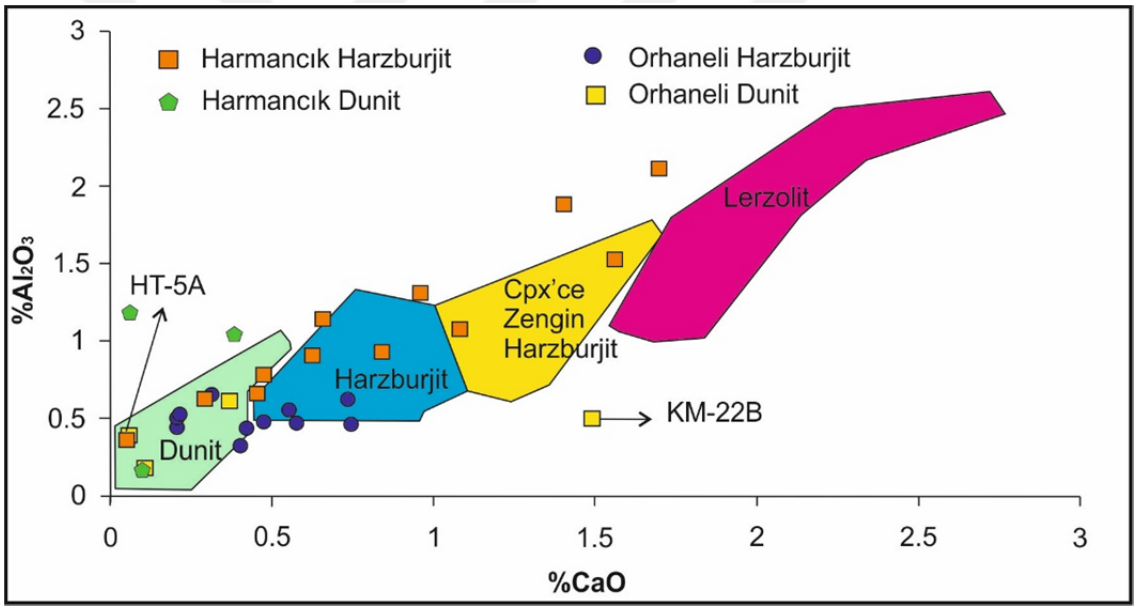
Şekil 4.93. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli ofiyolitinde yer alan harzburjitlerin ana element içeriklerinin TOM (tüketilmiş okyanusal manto) değerleri ile karşılaştırılması (TOM Değerleri Workman ve Hart, 2005'den alınmıştır)



Şekil 4.94. Orhaneli Ofiyolitinin manto peridotitlerinin (harzburjit) %MgO içeriklerinin iz elementler ile korelasyonu

Harmancık ve Orhaneli bölgesinden derlenen harzburjit ve dunit kayaç örnekleri Al_2O_3 - CaO ikili değişim diyagramramında kimyasal bileşim farklarına göre sınıflandırılmıştır. Harmancık bölgesinden derlenen HT5A ve Orhaneli bölgesinden derlenen KM-2, KM-3, KM-10 ve KM-8A nolu harzburjit örnekleri, bünyelerindeki klinopiroksen oranlarının düşük olması nedeniyle düşük CaO ve Al_2O_3 değerlerine sahip olmakta ve bu nedenle dunit alanlarına düşmektedir. Orhaneli bölgesindeki dunitlerden KM22-B nolu örnek ise CaO içeriğinin fazla Al_2O_3 içeriğinin ise düşük olması nedeniyle herhangi bir alana düşmemektedir (Şekil 4.73). Petrografik olarak örnekte klinopiroksen olmaması, CaO içeriğinin alterasyonlar sonucu artmış olabileceğine işaret etmektedir (Şekil 4.95).

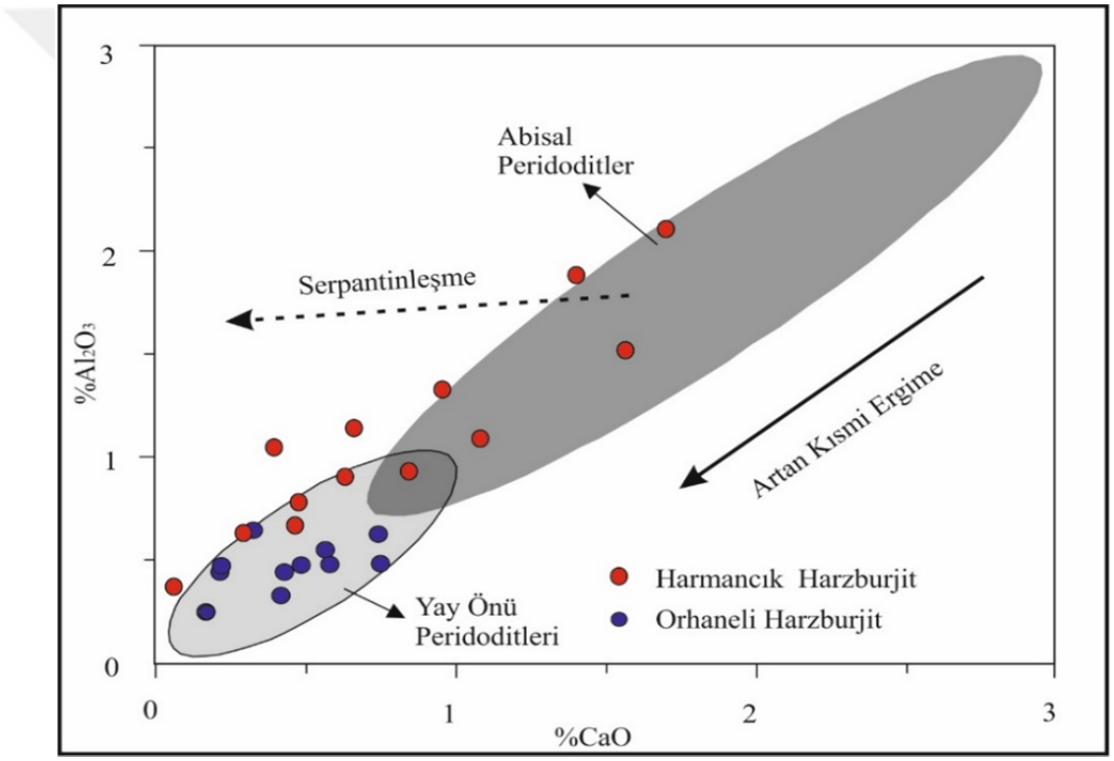
Harmancık bölgesinde derlenen harzburjitler kimyasal özelliklerine göre klinopiroksence zengin harzburjit, harzburjit ve klinopiroksence fakir harzburjit olarak üç gruba ayrılırken, Orhaneli bölgesinden derlenen harzburjitler ise klinopiroksence fakir harzburjit ve harzburjit olarak iki gruba ayrılmaktadır (Şekil 4.95).



Şekil 4.95. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin Al_2O_3 – CaO içeriğine göre sınıflandırılması (Johnson, 2012'den alınmıştır.)

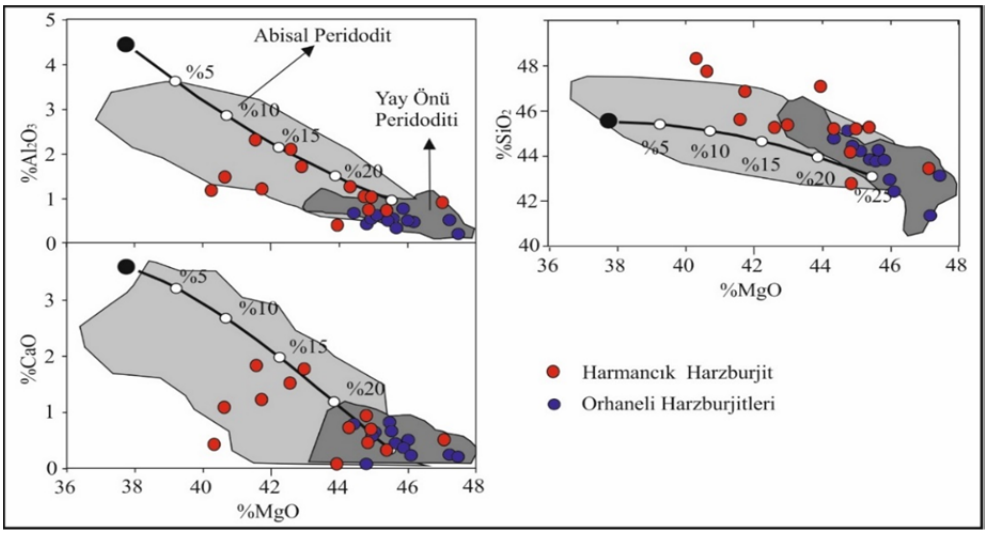
Orhaneli bölgesi ofiyolitinden alınan oniki adet harzburjit örneğinin Al_2O_3 değerleri %0.18- %0.65, CaO değerleri ise %0.05-%0.75 arasında değişkenlik gösterirken, Harmancık bölgesi ofiyolitinden alınan onüç adet harzburjit örneğinin Al_2O_3 değerleri %0.36-%2.1 arasında, CaO değerleri %0.06-%1.69 arasında değişkenlik sunmaktadır. Pearce ve ark (1992) tarafından önerilen Al_2O_3 - CaO ikili diyagramı, abisal ve yay-önü peridotitleri sınıflandırmak ve artan kısmi ergime derecesi ile bu elementler bakımından fakirleşmeyi ifade etmektedir (Şekil 4.96). Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait manto peridotitlerindeki tüm harzburjit örnekleri yay-önü peridotiti alanına düşerken, Harmancık bölgesi ofiyolitine ait harzburjit örneklerinden beş adedi abisal peridotitlere ve sekiz adedi ise yay-önü peridotitlere benzerlik sunmaktadırlar (Şekil 4.96).

Serpantinleşmenin element hareketliliğine etkisi bir çok araştırmacı tarafından belirtilmiştir (Niu, 2004; Iyer ve ark., 2008; Deschamps ve ark., 2010). Serpantinleşme sadece olivine etki ettiği durumlarda, ana elementler genellikle durağan kalmakta olup bu durumda sadece MgO oranları az miktarda tüketilmektedir (Niu, 2004). Her iki bölgedeki ofiyolitlerden derlenen harzburjit örneklerinin susuz bileşimleri hesaplanarak Al_2O_3, SiO_2 ve CaO içeriklerinin MgO içeriklerine göre değişimi baz alınarak yapılan tektonik ortam sınıflamasında; Harmancık bölgesindeki peridotitlere ait harzburjitlerin yarı-yarıya oranda abisal peridotit alanında, diğer yarısının ise yay-önü peridotit alanında olduğu ve gittikçe artan bir kısmi ergime sürecine maruz kaldığı görülmektedir (Şekil 4.96). Bunun yanında, Orhaneli bölgesindeki peridotitlere ait harzburjitlerin ise yay-önü peridotit alanında olduğu ve göreceli olarak yüksek dereceli kısmi ergimeya maruz kaldıkları görülmektedir (Şekil 4.97).



Şekil 4.96. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin Al_2O_3 – CaO içeriğine göre sınıflandırılması (Pearce ve ark.,1992'den alınmıştır.)

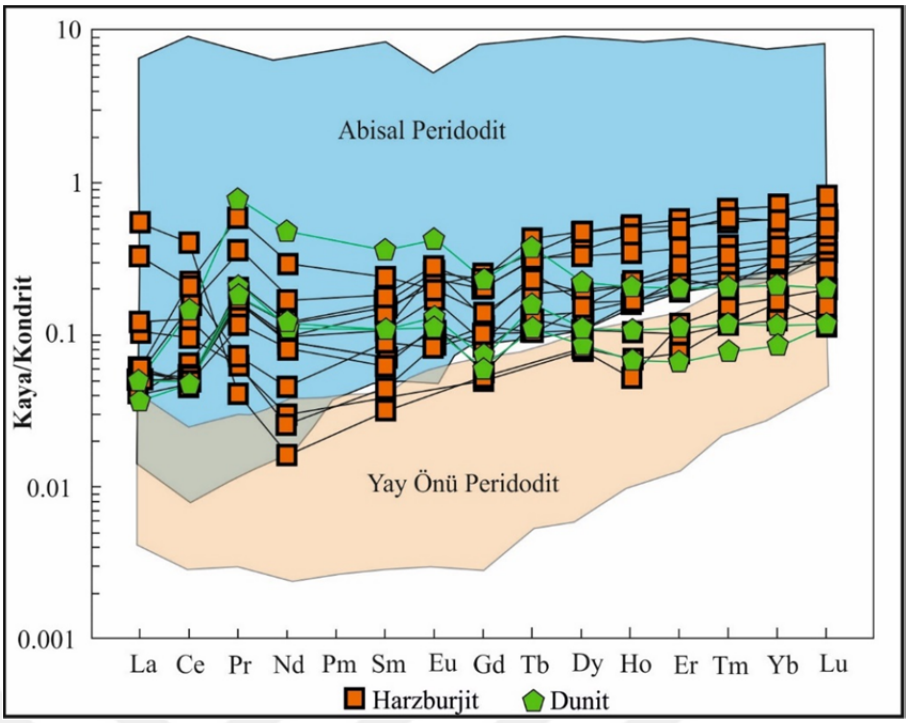
Boninitler, U-Şekilli nadir toprak element (NTE) desenleri ile karakteristiktir (Pearce ve ark., 1992). Boninik magmalar, tüketilmiş mantonun yüksek dereceli kısmi ergime (%30 - 40) süreçlerine maruz kalması ile oluşmakta olup manto kamasının hafif nadir toprak elementler (HNTE)'ce zengin akışkanlar tarafından metasomatizmaya uğratılması söz konusudur (Dupuis ve ark., 2005). Bazı araştırmacılar U-şekilli NTE desenlerinin, yitim zonlarındaki konsantrasyonlar ile ilişkili olarak Rb, La, Ce, Nd, Sr, Sm, Eu ve Zr gibi elementlerce zenginleşmeler sonucu oluşabileceğini ileri sürmüşlerdir (Pearce ve ark.,1992; Taylor ve ark.,1994; Parkinson ve ark; 1998).



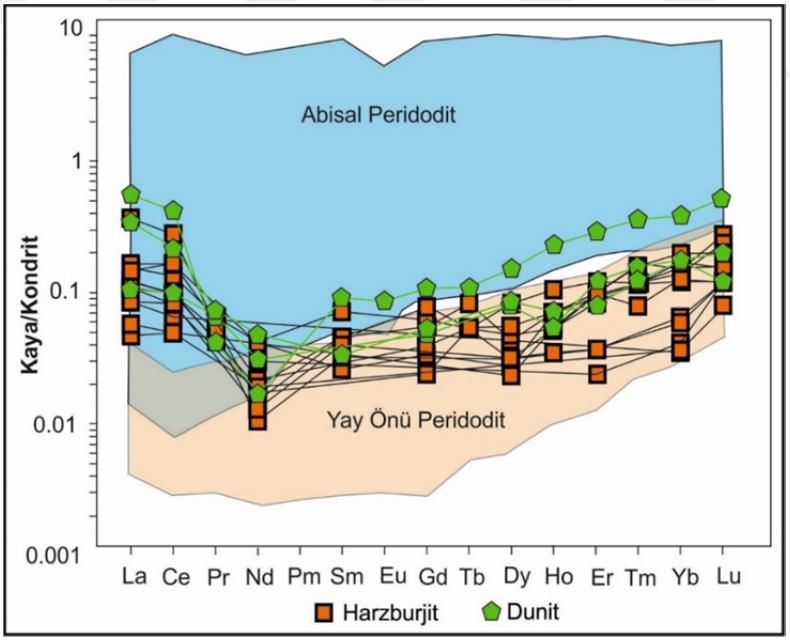
Şekil 4.97. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin ana oksit içeriklerinin hesaplanan susuz bileşimlere dayandırılan tektonik ortam sınıflaması (Abisal ve Yay-önü peridotit alanları Niu (2004) ve Ishii ve ark. (1992)'den; kaynak son ürünleri McDonough ve Sun (1995) ve fraksiyonel ergime eğrileri Ulric ve ark. (2010)'dan alınmıştır.)

Harmancık bölgesi ofiyolitinde yer alan ultramafik kayaçların (harzburjit ve dunit) nadir toprak element (NTE) içerikleri Sun ve McDonough (1989) tarafından önerilen kondrit değerlerine göre normalize edilmiş olup Şekil 4.98'te sunulmaktadır. Manto peridotitleri genel olarak 0.5 ile 9.5 kat arasında değişen oranlarda tüketilmişlerdir. Harzburjitlerin ağır nadir toprak elementlerden (ANTE) ortaç nadir toprak elementlere (ONTE) doğru tüketilme (Yb_N/Dy_N= 1.84), ortaç nadir toprak elementlerden (ONTE) hafif nadir toprak elementlere (HNTE) doğru ise bir tüketilme (Nd_N/La_N= 1.55) gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.98). Dunitlerin ise ağır nadir toprak elementlerden (ANTE) ortaç nadir toprak elementlere (ONTE) doğru yataya yakın veya hafif tüketilmiş bir desen (Yb_N/Dy_N= 1.00d) sundukları ve sonrasında ise ortaç nadir toprak elementlerden (ONTE) hafif nadir toprak elementlere (HNTE) oğru ise bir tüketilme (Nd_N/La_N= 4.97) gösterdiği (La ve Ce hariç) görülmektedir (Şekil 4.98).

Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan ultramafik kayaçların (harzburjit ve dunit) nadir toprak element (NTE) içerikleri Sun ve McDonough (1989) tarafından önerilen kondrit değerlerine göre normalize edilmiş olup Şekil 4.99'da sunulmaktadır. Manto peridotitleri genel olarak 0.01 ile 0.39 kat arasında değişen oranlarda tüketilmişlerdir. Bölgedeki harzburjit, dunit ve kromitit kayaçlarının birbirleri ile uyum içerisinde U-şekilli bir nadir toprak element deseni sundukları, ağır nadir toprak elementlerden (ANTE) ortaç nadir toprak elementlere (ONTE) doğru tüketilme (Yb_N/Dy_N= 3.45), ortaç nadir toprak elementlerden (ONTE) hafif nadir toprak elementlere (HNTE) doğru ise bir zenginleşme (Nd_N/La_N=0.19) göstermektedirler (Şekil 4.99). Dunitlerin ise ağır nadir toprak elementlerden (ANTE) ortaç nadir toprak elementlere (ONTE) doğru tüketilme (Yb_N/Dy_N= 1.92), ortaç nadir toprak elementlerden (ONTE) hafif nadir toprak elementlere (HNTE) doğru ise bir zenginleşme (Nd_N/La_N= 0.15) gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.99). Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan manto peridotitlerinin yay önü peridotitlerinin NTE desenlerine büyük benzerlik sundukları görülmektedir.



Şekil 4.98. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı.Kondrit değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan alınmıştır. Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.



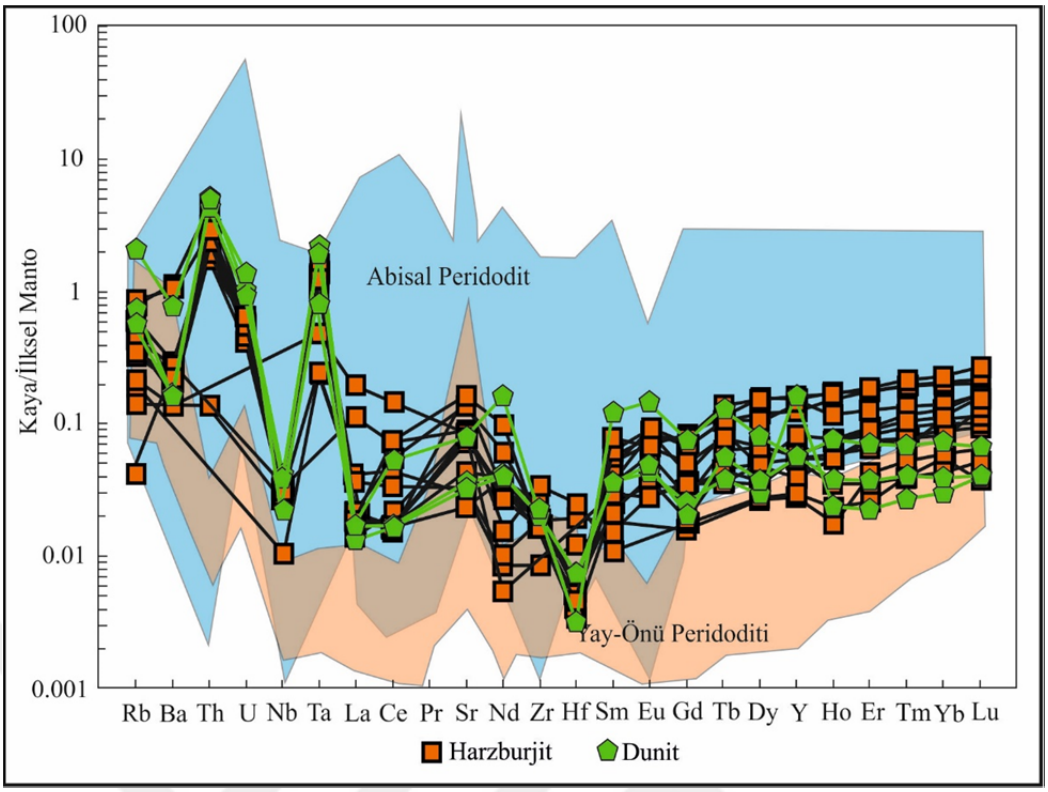
Şekil 4.99. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı.Kondrit değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan alınmıştır. Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.

Parkinson ve ark. (1992), Parkinson ve Pearce (1998) ve Pearce ve ark. (2000) yay önü ortamlarında yitim zonu üstü (SSZ) ve abisal peridotitlerin beraber gözlenebileceğini belirtmişlerdir. Yay önü ortamlarında bulunan peridotitler, dalan levhadan ortaya çıkan ergiyik ve sulu akışkanlar ile dengede bulunan dalma batma zonu manto peridotitlerinden başlayarak yay önü ortamlarında hapsolmuş önceki eski abisal peridotitlere kadar çeşitli kökenlere sahip olabilmektedir (Parkinson ve ark., 1992; Parkinson ve Pearce, 1998; Pearce ve ark., 2000; Batanova ve Sobolev, 2000).

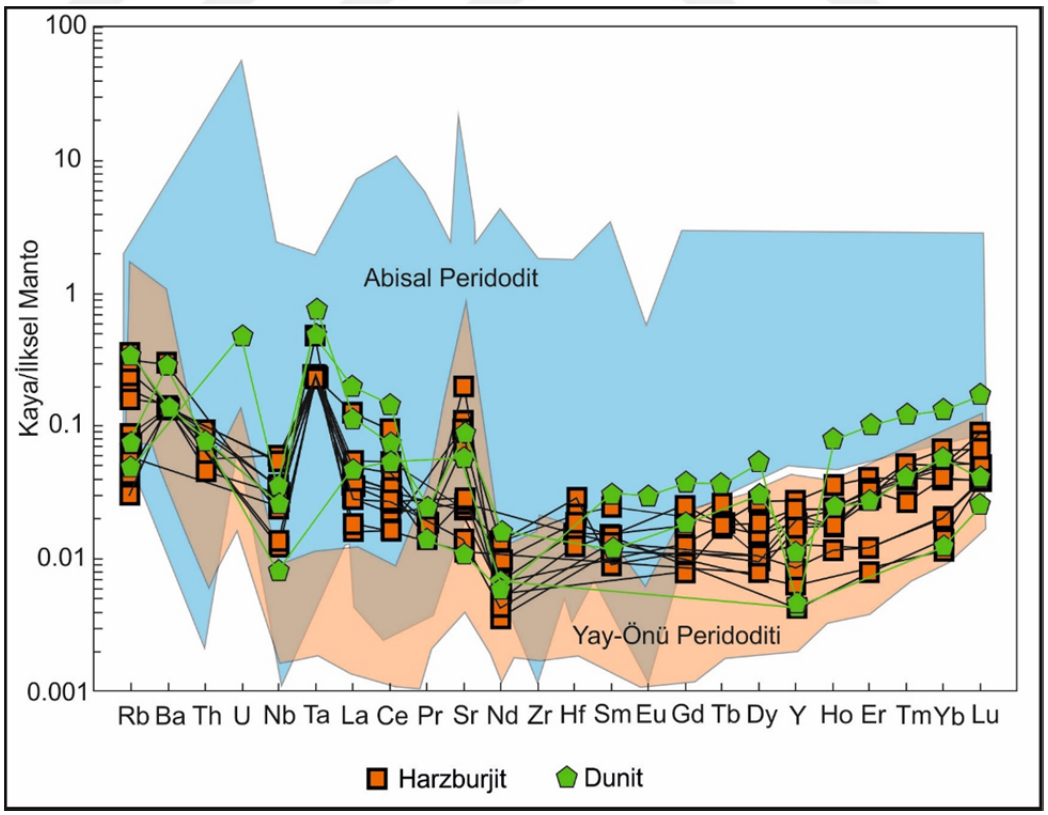
Yitim zonu ortamında oluşan magmalar, okyanus ortası sırtı bazalt magmalarına göre Ba ve Sr gibi yüksek iyon çaplı elementlerce (LILE) zenginleşmesi ve Nb gibi yüksek çekim alanlı elementlerce (HFSE) tüketilmesi söz konusudur (Pearce, 1982). LILE zenginleşmesi yitim esnasında dalan levhanın dehidrasyonu sonucu taşınan akışkanlar tarafından manto kamasının metasomatizmaya uğraması ile ilişkili iken, HFSE elementlerinin tüketilmesi yitim öncesi prosesler ile ilişkilidir. (Tatsumi ve ark., 1986; Duncan ve Green, 1980; McCulloch ve Gamble, 1991).

Harmancık bölgesi ofiyolitinde peridotitler Sun ve McDonough (1989) tarafından önerilen ilksel manto değerlerine göre normalize edilmiş olup Şekil 4.100'de sunulmaktadır. Harmancık bölgesi ofiyolitinde yer alan harzburjit ve dünitlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş (toplam yüksek iyon çaplı elementler/toplam yüksek çekim alanlı elementler) $\Sigma BİÇE_N/\Sigma YÇAE_N$ oranı harzburjitlerde 1.53 ile LIL elementlerince zenginleşme gösterirken, dunitlerde 0.58 LIL elementlerince tüketilme göstermektedirler. Harzburjit ve kromititlerin çoklu iz element içeriklerinin Sun ve McDonough (1989) ilksel manto değerlerine göre normalize edilerek oluşturulan örümcek ağı diyagramlarında yay-önü peridotitlere benzerlik sundukları görülmektedir (Şekil 4.100).Diyagramda, ağır nadir toprak elementler bakımından harzburjitten dunite doğru bir tüketilme dikkat çekmektedir. Bunun dışında; Hf ve Nb elementler bakımından negatif bir anomali, büyük iyon çaplı elementler bakımından da pozitif bir anomali görülmektedir (Şekil 4.100). Benzer şekilde abisal peridotitler ile yay-önü peridotitler arasında bir geçiş özelliği sundukları görülmektedir (Şekil 4.100).

Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan harzburjit ve dünitlerin (toplam büyük iyon çaplı elementler/toplam yüksek çekim alanlı elementler) ilksel mantoya göre normalize edilmiş $\Sigma BİÇE_N/\Sigma YÇAE_N$ oranları sırasıyla 4.94 ve 6.89 olup büyük iyon çaplı elementler bakımından zenginleşme göstermektedirler (Şekil 4.101). Manto peridotitlerinin Sun ve McDonough (1989) ilksel manto değerlerine göre normalize edilerek oluşturulan örümcek ağı diyagramı Şekil 4.101'te sunulmaktadır. Tüm kayaçlarda ağır nadir toprak elementler bakımından Harmancık bölgesi manto peridotitlerine göre tüketilme dikkat çekmektedir. Bunun dışında, Nb elementi bakımından negatif bir anomali, büyük iyon çaplı elementler bakımından da pozitif bir anomaliler görülmektedir (Şekil 4.101). Kayaçların tüketilmiş çoklu element desenleri yay-önü peridotitlerine büyük benzerlik sunmaktadır.



Şekil 4.100. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı. (İlksel manto değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan, Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.)



Şekil 4.101. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait peridotit ailesi kayaçların ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı.(İlksel manto değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan, Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.)

4.4.2. Harmancık Kromititlerinin Jeokimyası

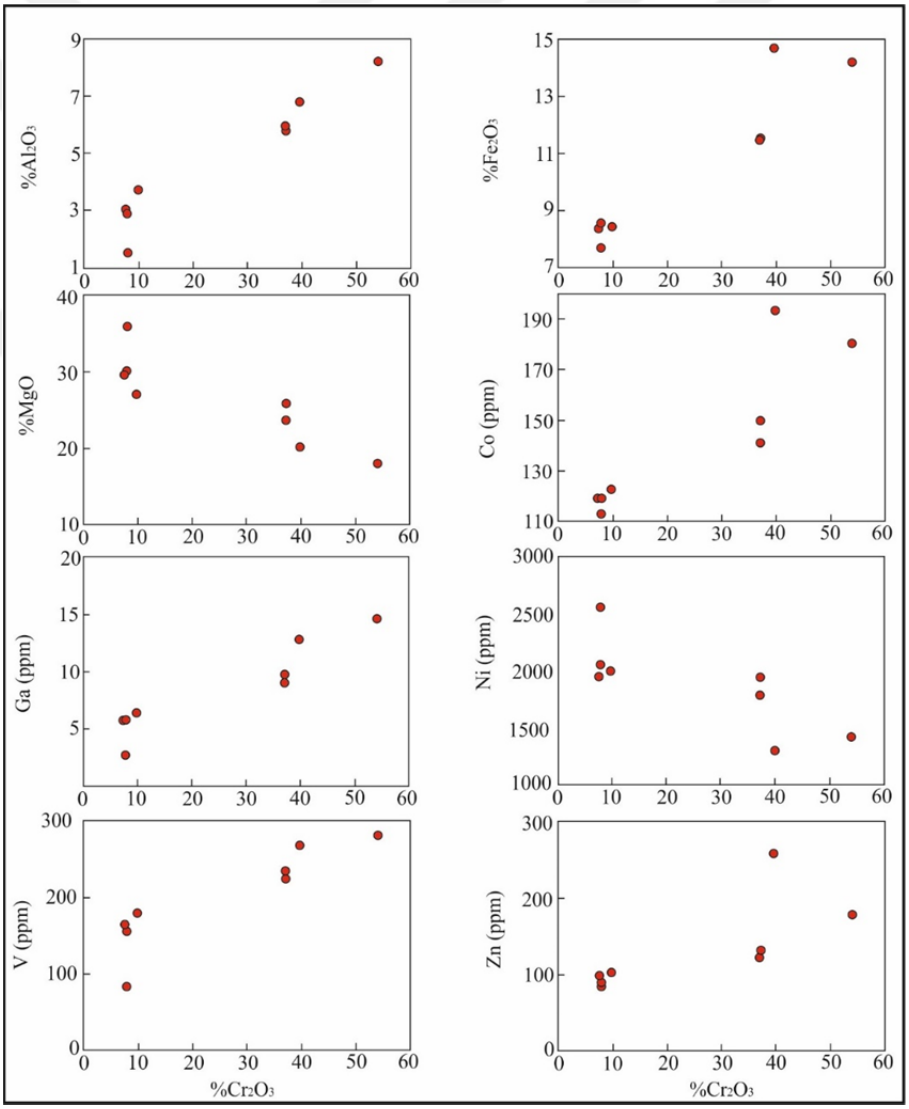
Harmancık bölgesi ofiyolitindeki manto tektonitlerinde gözlenen kromititler masif, bantlı, saçınımlı ve nodüler yapıya ve dokuya sahiptir. Toplamda yedi ocaktan alınan kromitit örneklerine ait ana ve iz element içerikleri Çizelge 4.14'te verilmektedir. Tüm kayaç analizlerine göre kromititler Al_2O_3, Fe_2O_3, Co, Ga, V, Zn ile pozitif korelasyon gösterirken MgO ve Ni ile negatif bir korelasyon göstermektedir (Şekil 4.103).

Çizelge 4.14. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait manto tektonitlerindeki kromititlerin ana ve iz element içerikleri

	HT-2C	**HT-3A**	**HT-4A**	**HT-5C**	**HT-6**	**HT-7**	**HT-9**	**HT-10C**
Doku	**Masif**	**Masif**	**Bantlı**	**Saçınımlı**	**Bantlı**	**Saçınımlı**	**Nodüler**	**Masif**
Lokasyon	**Swanapol**	**Baraj**	**Hudut 3**	**Yankoviç**	**Çin**	**Erk**	**Paşa**	**Kocayatak**
SiO_2	13.24	4.16	30.1	30.9	31.2	24	13.49	16.32
Al_2O_3	5.81	8.23	1.52	2.88	3.03	3.73	6.8	5.93
Cr_2O_3	37.12	54.06	7.92	7.83	7.54	9.66	39.6	37
Fe_2O_3	11.52	14.21	7.7	8.56	8.41	8.46	14.72	11.48
CaO	0.01	0.05	0.03	0.02	0.18	1.16	0.01	0.01
MgO	25.87	18.08	36	30.2	29.8	27.1	20.37	23.68
K_2O	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Na_2O	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
TiO_2	0.09	0.014	0.02	0.03	0.03	0.04	0.12	0.06
P_2O_5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
MnO	0.11	0.13	0.09	0.08	0.08	0.08	0.15	0.11
LOI	6.06	1.36	15.1	11.65	11.55	9.88	3.75	5.38
TOTAL	**99.83**	**100.294**	**98.48**	**92.17**	**91.85**	**84.12**	**99.01**	**99.97**
Cu	1.96	3.08	1.79	1.22	1.99	1.22	0.74	1.41
Pb	0.1	0.04	<0.01	0.1	0.05	0.02	<0.01	<0.01
Zn	131.5	179	85.3	90.8	98.6	103	260	123
Cr	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000
Ni	1940	1415	2560	2060	1960	2000	1300	1790
Co	150	181	119.5	113	119.5	123	193.5	141.5
Rb	0.02	0.02	<0.02	0.07	0.08	<0.02	0.04	<0.02
Cs	0.01	<0.01	<0.01	0.07	0.07	0.03	<0.01	0.01
Sr	0.23	0.5	0.52	1.05	1.65	14.05	0.47	0.37
Ba	<1	<1	<1	2	2	3	1	1
V	226	282	83.7	157	165.5	180.5	270	237
Sc	4.21	4.75	2.71	3.47	3.67	3.21	4.44	4.08
Nb	0.045	<0.005	0.009	0.007	0.019	0.023	<0.005	<0.005
Ta	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Zr	0.5	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Hf	0.008	0.004	0.005	0.004	0.005	0.009	0.006	0.008
Ga	9.77	14.7	2.76	5.82	5.78	6.44	12.9	9.08
U	<0.01	<0.01	<0.01	0.16	0.23	<0.01	<0.01	<0.01

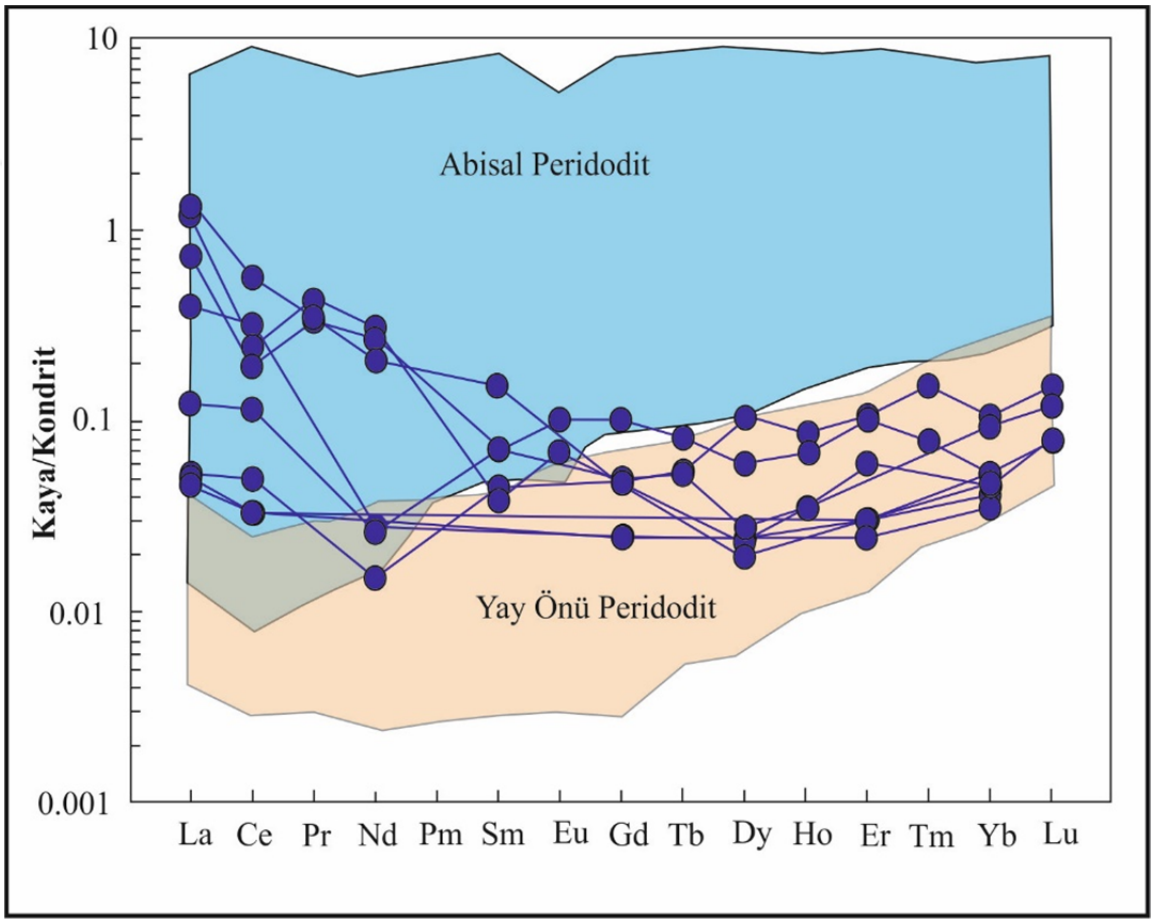
Çizelge 4.14'ün devamı

	HT-2C	HT-3A	HT-4A	HT-5C	HT-6	HT-7	HT-9	HT-10C
Th	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.007	<0.004	<0.004	<0.004
La	0.097	0.012	0.011	0.273	0.175	0.029	0.313	0.013
Ce	0.2	0.02	0.02	0.15	0.12	0.07	0.35	0.03
Pr	<0.004	<0.004	<0.004	0.042	0.033	<0.004	0.033	<0.004
Nd	0.013	<0.005	<0.005	0.146	0.13	0.012	0.098	0.007
Sm	<0.004	<0.004	<0.004	0.006	0.011	0.011	0.024	0.007
Eu	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.006	<0.004	<0.004	<0.004
Gd	0.005	<0.005	0.005	0.01	0.022	0.01	0.01	0.01
Tb	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	0.002	<0.002	0.002
Dy	0.006	<0.005	<0.005	0.006	0.015	0.007	0.005	0.028
Ho	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.004	0.002	<0.002	0.005
Er	0.005	0.005	0.004	<0.004	0.017	0.01	<0.004	0.018



Şekil 4.102. Harmancık bölgesi ofiyolitlerindeki kromititlerin Cr# karşı ana-iz element korelasyonları

Harmancık bölgesi ofiyolitinde yer alan kromititlerin nadir toprak element (NTE) içerikleri Sun ve McDonough (1989) tarafından önerilen kondrit değerlerine göre normalize edilmiş olup Şekil 4.103'te sunulmaktadır. Kromititler genel olarak 0.015 ile 1.32 kat arasında değişen oranlarda tüketilmişlerdir. Kromititlerde ise, ağır nadir toprak elementlerden (ANTE) ortaç nadir toprak elementlere (ONTE) doğru tüketilme (Yb_N/Dy_N= 1.95), ortaç nadir toprak elementlerden (ONTE) hafif nadir toprak elementlere (HNTE) doğru ise bir zenginleşme (Nd_N/La_N= 0.23) gösterdiği görülmektedir Harmancık bölgesi kromititleri genel olarak U-şekilli bir desen gözlenmekte olup yay önü peridotit geçiş zonunda olduğu görülmektedir (Şekil 4.103.).

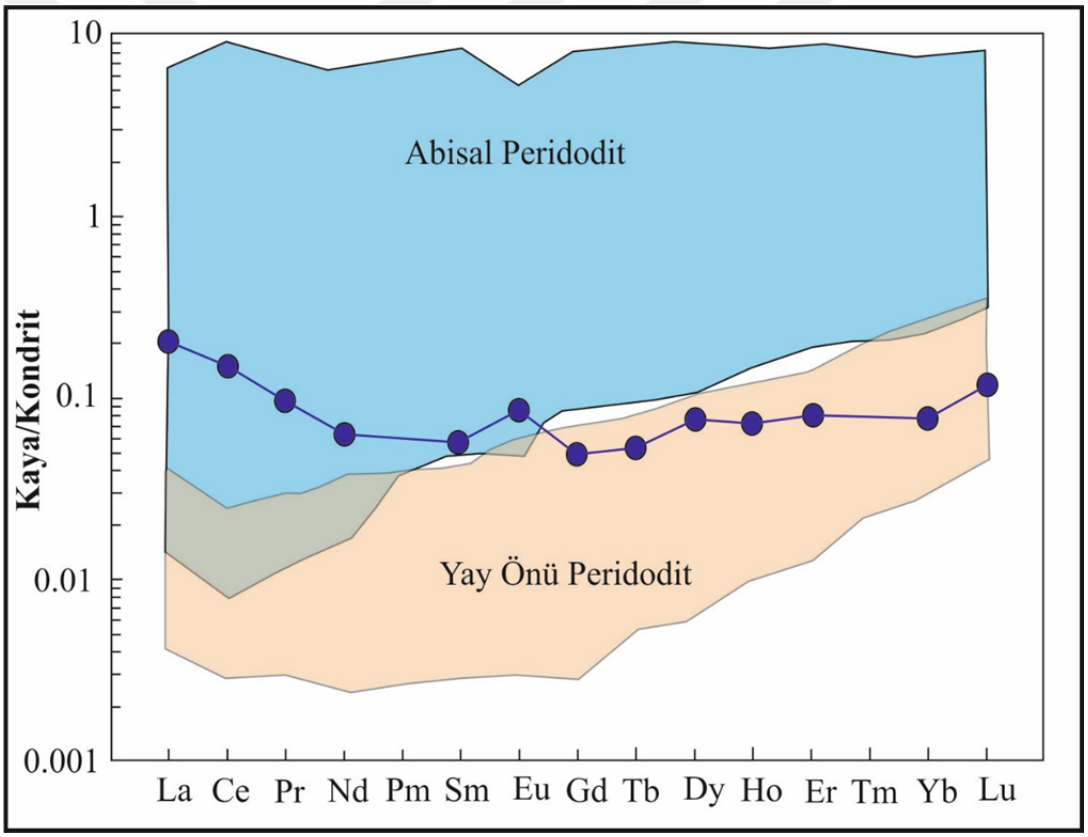


Şekil 4.103. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı.(İlksel manto değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan, Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.)

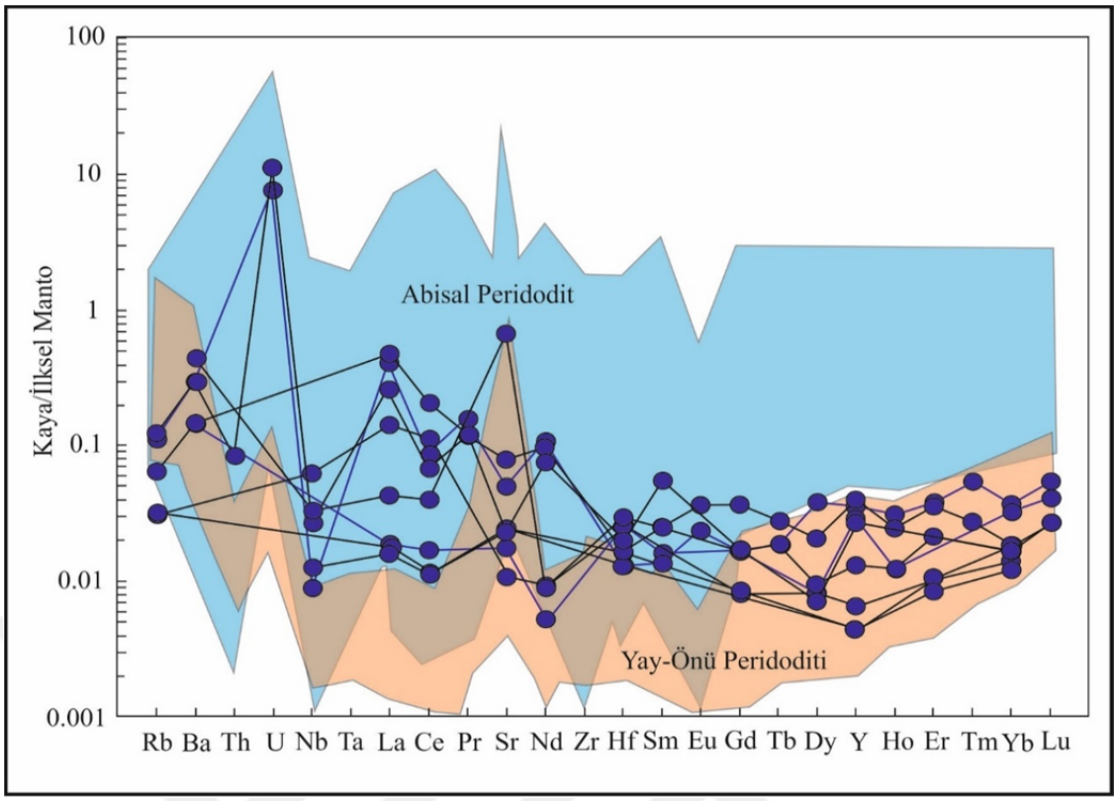
Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan kromititlerin nadir toprak element (NTE) içerikleri Sun ve McDonough (1989) tarafından önerilen kondrit değerlerine göre normalize edilmiş olup Şekil 4.105'te sunulmaktadır. Kromitit örneği bölgedeki harzburjit ve dunitler ile uyum içerisinde U-şekilli bir nadir toprak element deseni sunmaktadır. Ağır nadir toprak elementlerden (ANTE) ortaç nadir toprak elementlere (ONTE) doğru az oranda zenginleşme (YbN/DyN= 0.97), ortaç nadir toprak elementlerden (ONTE) hafif nadir toprak elementlere (HNTE) doğru ise bir zenginleşme (NdN/LaN= 0.36 göstermektedirler (Şekil 4.104).

Harmancık bölgesi ofiyolitinde bulunan kromititler Sun ve McDonough (1989) tarafından önerilen ilksel manto değerlerine göre normalize edilmiş olup Şekil 4.105'da sunulmaktadır. Harmancık bölgesi ofiyolitinde yer alan kromitlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş (toplam yüksek iyon çaplı elementler/toplam yüksek çekim alanlı elementler) ΣBİÇE $_N$/ΣYÇAE$_N$ oranı 0.86 olup büyük iyon çaplı elementler bakımından tüketilme göstermektedirler. Kromititlerin çoklu iz element içeriklerinin Sun ve McDonough (1989) ilksel manto değerlerine göre normalize edilerek oluşturulan örümcek ağı diyagramlarında yay-önü peridotitlere benzerlik sundukları görülmektedir (Şekil 4.105).

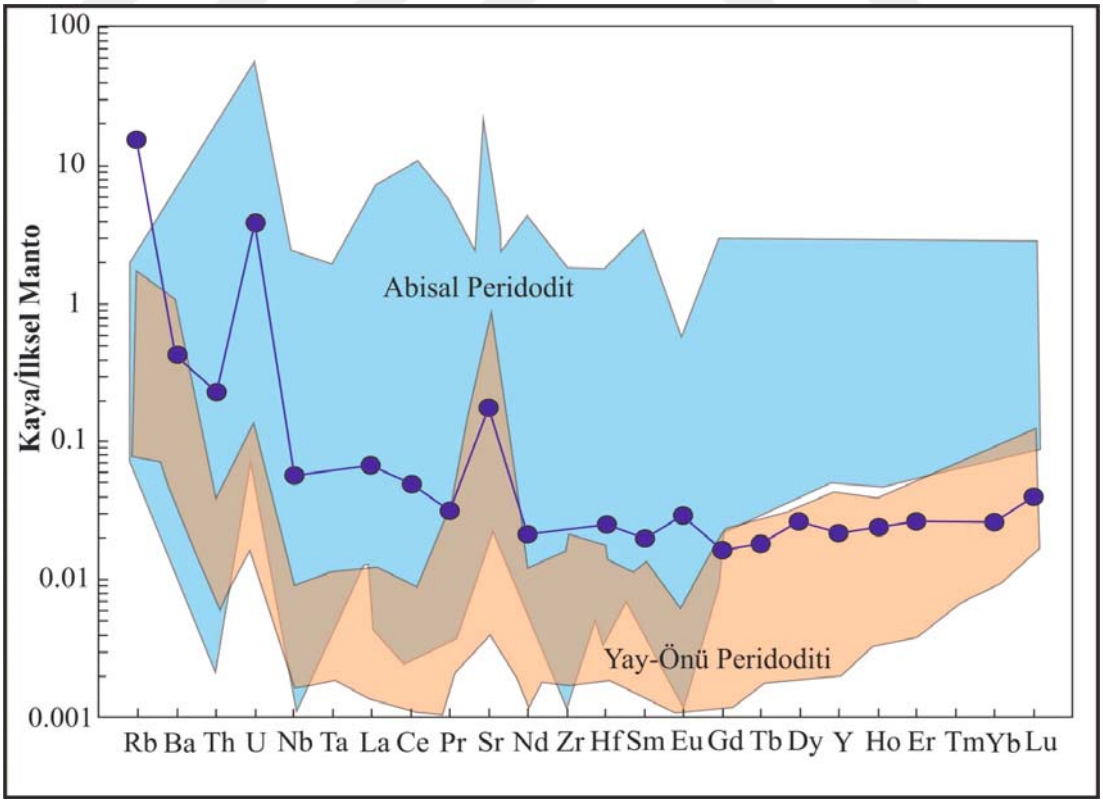
Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan kromititler (toplam büyük iyon çaplı elementler/toplam yüksek çekim alanlı elementler) ilksel mantoya göre normalize edilmiş ΣBİÇE$_N$/ΣYÇAE$_N$ oranları sırasıyla 30.59 olup büyük iyon çaplı elementler bakımından zenginleşme göstermektedirler (Şekil 4.106).



Şekil 4.104. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı. (İlksel manto değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan, Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.)



Şekil 4.105. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş genişletilmiş örümcek diyagramı.(İlksel manto değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan, Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.)

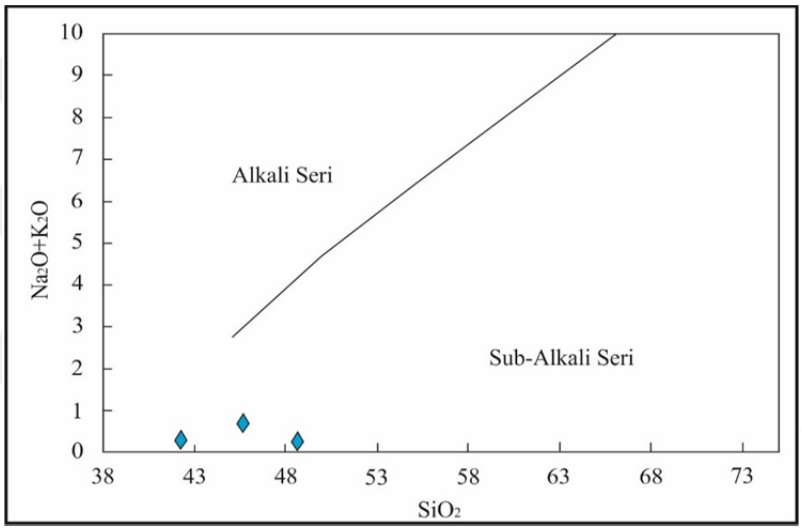


Şekil 4.106. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait kromititlerin ilksel mantoya göre normalize edilmiş genişletilmiş örümcek diyagramı.(İlksel manto değerleri Sun ve Mcdonough (1989)'dan, Abisal ve yay-önü peridotit alanları Lian ve ark. (2016)'dan alınmıştır.)

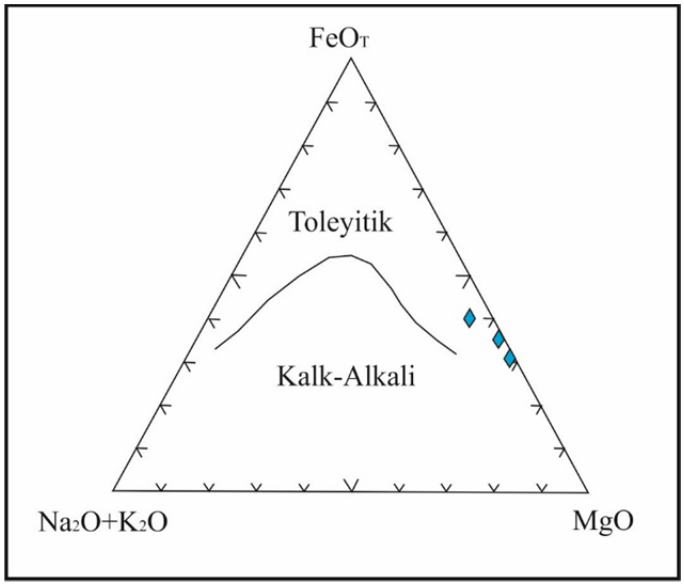
4.4.3. Kümülat Gabrolar

Orhaneli (Bursa) bölgesi ofiyolitinde yer alan tabakalı gabroların türedikleri magma türüne dair bir yaklaşımda bulunmak üzere Irvine ve Baragar (1971) tarafından önerilen total alkali (Na_2O+K_2O) – silika (SiO_2) diyagramı kullanılmıştır. Bu diyagramda tabakalı gabro örnekleri subalkalen alana düşmektedir (Şekil 4.107).

Subalkalen karakterli olan tabakalı gabroların magma türünün toleyitik - kalkalkalen ayırdımı için ise yine Irvine ve Baragar (1971) tarafından önerilen AFM diyagramı kullanılmış ve üç örneğin toleyitik alana düştüğü görülmektedir (Şekil 4.108). Bu diyagramlar ışığında, Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan tabakalı gabroların toleyitik özelikte bir magmadan itibaren oluştukları söylenebilir.

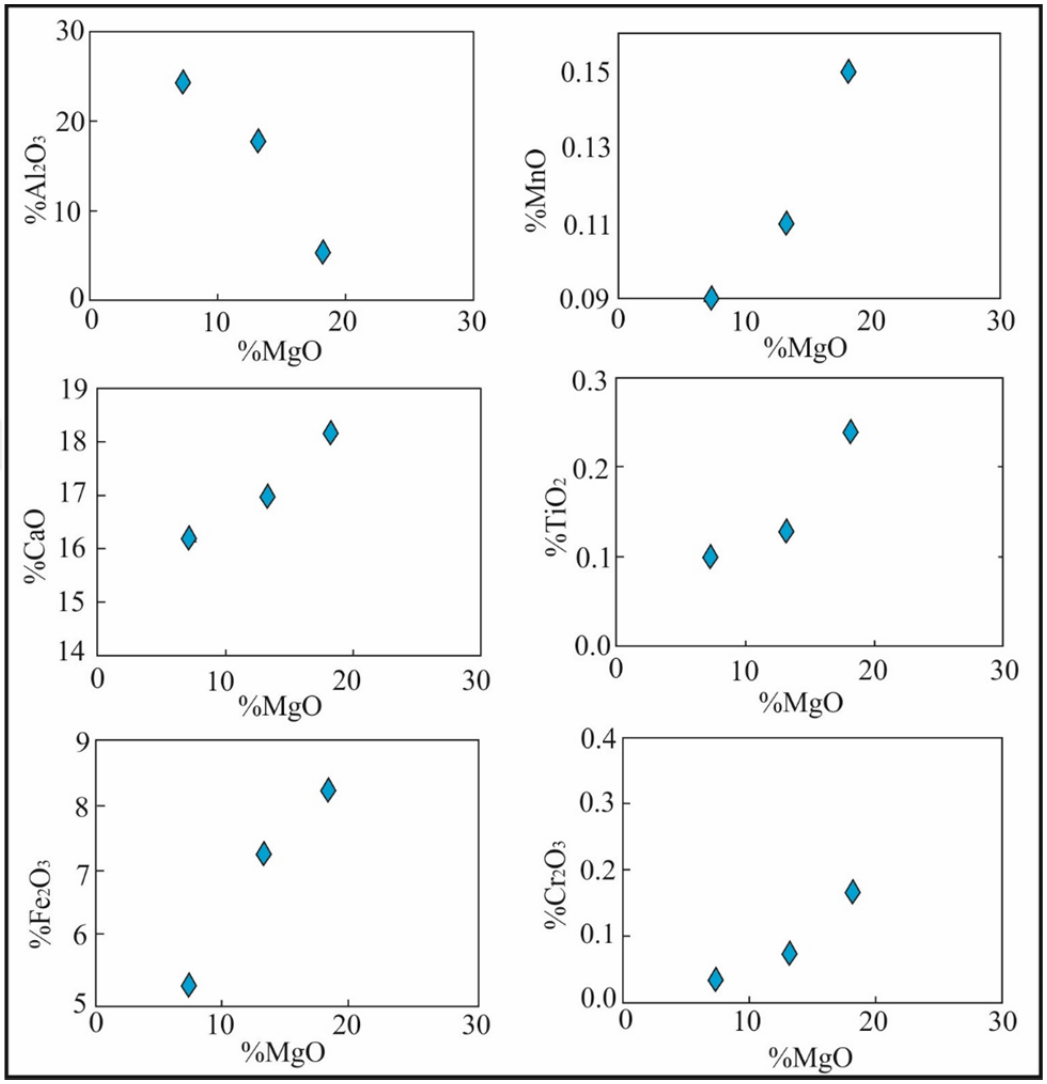


Şekil 4.107. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların total alkali - silika diyagramında sınıflandırılması.(Irvine ve Baragar, 1971'den alınmıştır)



Şekil 4.108. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların AFM diyagramında sınıflandırılması.(Irvine ve Baragar, 1971'den alınmıştır)

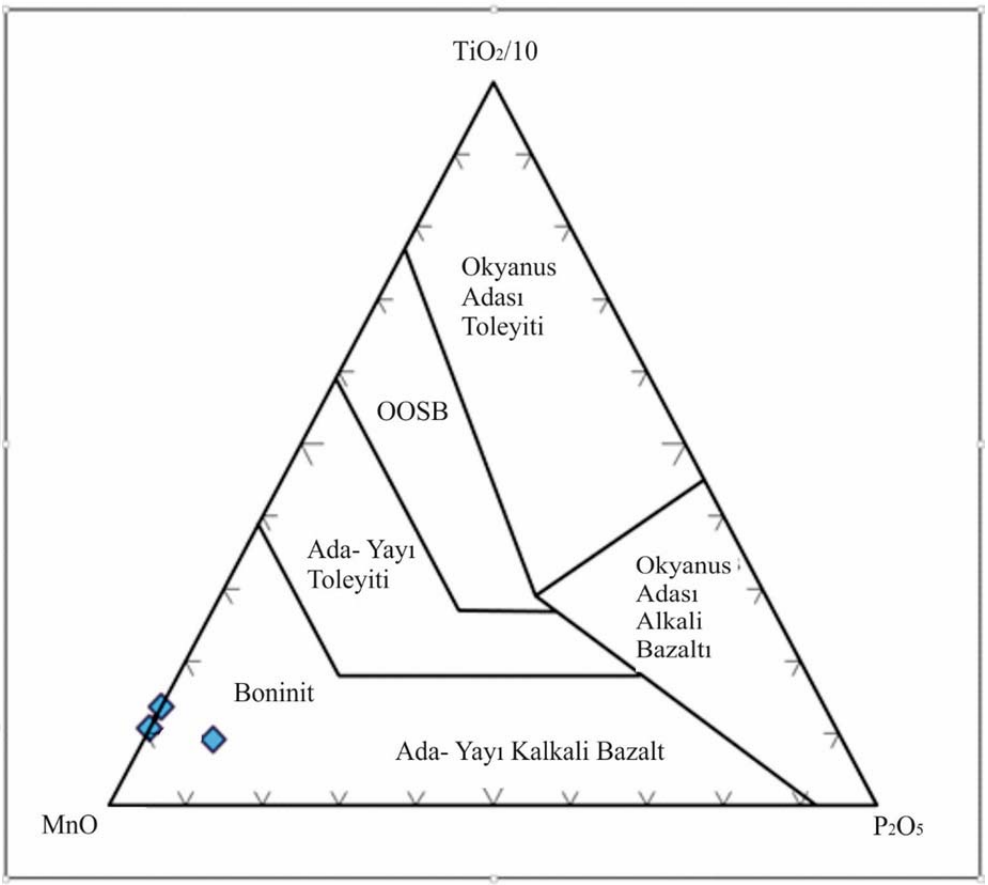
Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan tabakalı gabroların ana oksitleri içeriklerinin MgO'e karşı değişimleri incelendiği takdirde, Al_2O_3 ile negatif bir korelasyon gözlenirken, Fe_2O_3, MnO, CaO, TiO_2 ve Cr_2O_3 ile pozitif bir korelasyon gözlenmektedir (Şekil 4.109).



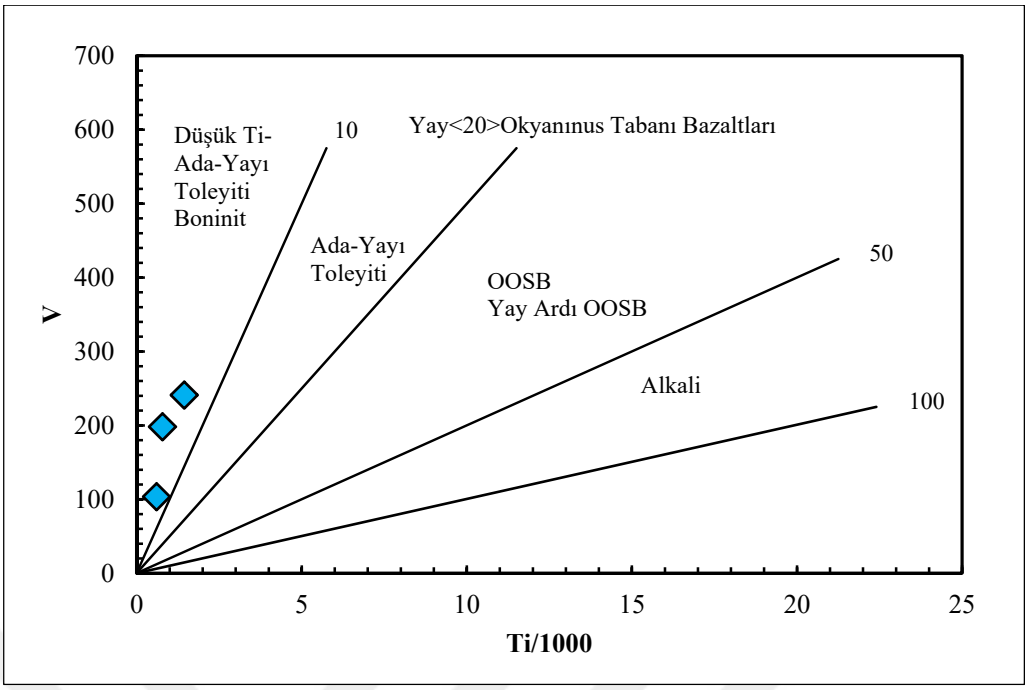
Şekil 4.109. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların ana element oksit içeriklerinin MgO'e göre değişimi.

Orhaneli bölgesi ofiyolitindeki tabakalı gabroların oluştukları tektonik ortama bir yaklaşımda bulunmak üzere ana ve iz elementlere göre önerilen çeşitli diyagramlar kullanılmıştır. Mullen (1983) tarafından önerilen TiO_2 – MnO - P_2O_5 üçgen diyagramında, gabro örneklerinin yüksek MnO içeriğine karşılık düşük TiO_2 ve P_2O_5 değerlerine sahip oldukları ve boninit alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 4.110).

Çalışma alanındaki tabakalı gabrolar yüksek V içeriklerine karşın düşük TiO_2 içeriklerine sahiptir. Shervais (1982) tarafından önerilen V - TiO_2 ikili değişimine dayalı tektonik ortam sınıflaması diyagramında örnekler "Düşük-Ti Ada Yayı Toleyiti-Boninit" alanına düşmektedir (Şekil 4.11).



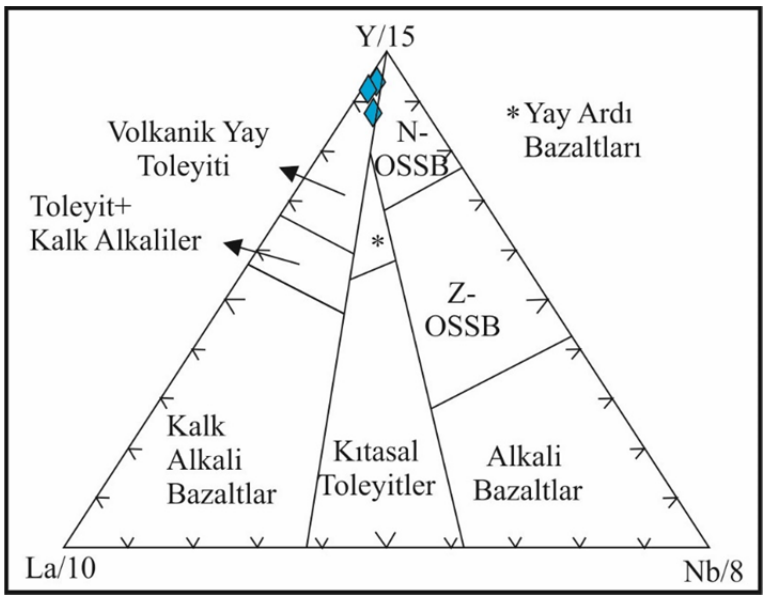
Şekil 4.110. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların TiO2 - MnO- P2O5 üçgen diyagramında sınıflandırılması.(Mullen, 1983'ten alınmıştır).



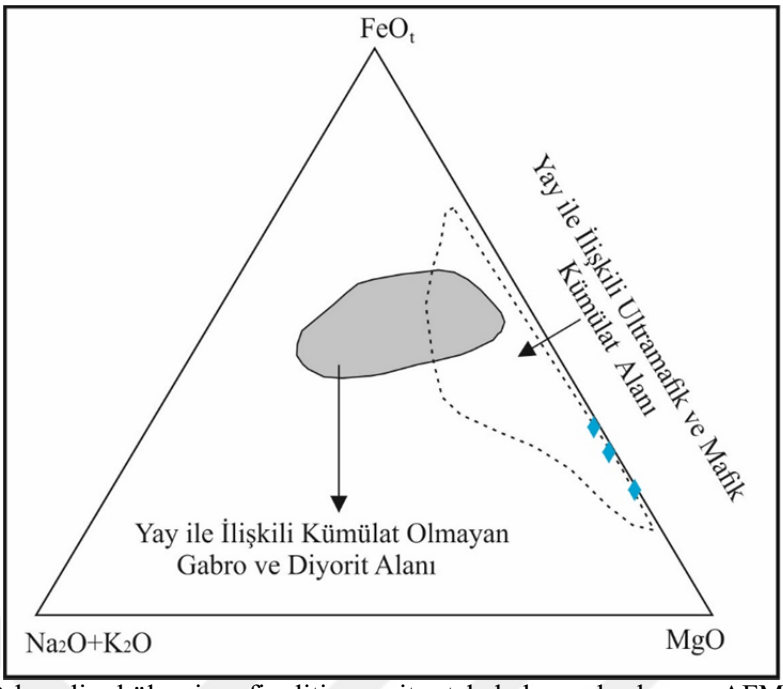
Şekil 4.111. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların V - Ti ikili diyagramında sınıflandırılması.(Shervais, 1982'den alınmıştır)

Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan tabakalı gabrolar, yüksek Y içeriklerine karşın düşük La ve Nb içeriklerine sahiptirler. Cabanis ve Lecolle (1989) tarafından önerilen Y/5-La/10-Nb/8 üçgen diyagramında, gabroyik kayaçlar "Volkanik Yay Toleyiti " alanına düşmektedir (Şekil 4.112).

Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan tabakalı gabrolar, Irvin ve Baragar (1971) tarafından önerilen A (Na_2O+K_2O) - F ($FeO_{(t)}$) - M (MgO) üçgen diyagramında, yay ortamı ile ilişkili ultramafik ve mafik kümülat alanına düşmektedir (Şekil 4.113).



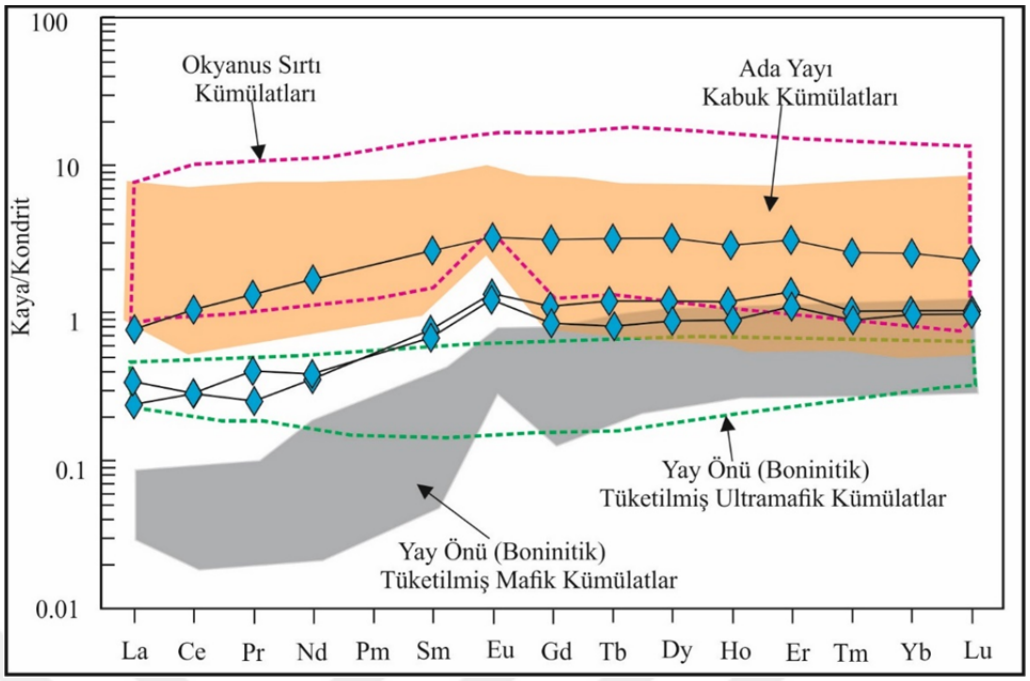
Şekil 4.112. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların Y – La - Nb üçgen diyagramında sınıflandırılması.(Cabanis ve Lecolle, 1989'dan alınmıştır)



Şekil 4.113. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların AFM diyagramında sınıflandırılması. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabroların AFM diyagramında sınıflandırılması. (Irvine ve Baragar, 1971'den alınmıştır). Kümülat ve izotrop gabro/diyorit kayaç alanları Beard (1986)'dan alınmıştır.

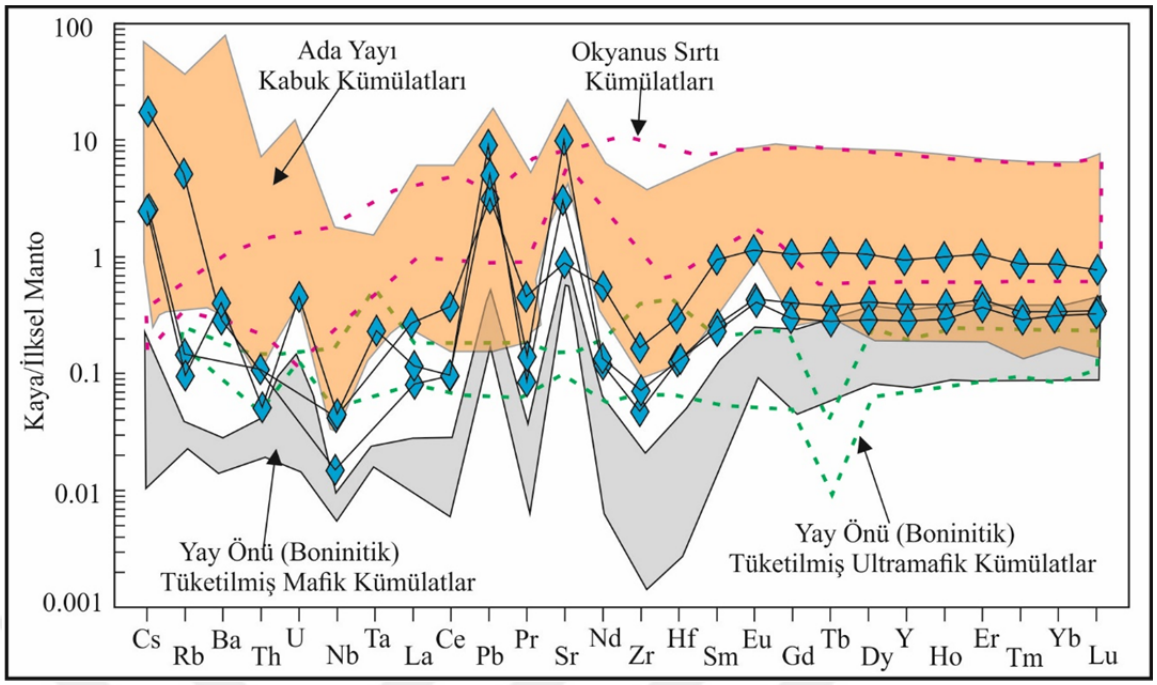
Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait gabroyik kayaçlarının kondrtite göre normalize edilmiş nadir toprak element içerikleri Lantandan Samaryuma doğru artan bir desen sergilerken, Gadolinyumdan Yiterbiyuma doğru da yatay-yataya yakın (Gd_N/Yb_N = 0.90-1.19) bir NTE deseni sergilerler. Gabrolardaki Eu/Eu* oranı 1.06-1.62 arasında değişmekte olup pozitif Eu anomalisi sunmaktadır. Gabrolarda görülen pozitif Eu anomalisi kalsik plajioklasların çökelimi ile meydana gelmekte olup kümülatların doğal özelliklerini yansıtmaktadır (Berger ve ark., 2001; Greeneet ve ark., 2006). Ayrıca gabroların bol miktarda klinopiroksen içereğine sahip olmaları, ağır nadir toprak elementleri (ANTE) bakımından düzgün bir desen sunmaktadırlar (Berger ve ark., 2001). Gabrolarda gözlenen La_N/Sm_N=0.16-0.66 ve La_N/Yb_N=0.13-0.69 oranları, hem orta nadir toprak elementler (ONTE) hem de ağır nadir toprak elementlere (ANTE) nazaran hafif nadir toprak elementleri (HNTE) bakımından tüketilmeye işaret etmektedir (Şekil 4.114).

Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait gabroların NTE içerikleri, kondrit değerlerine (Sun ve McDonough, 1989) göre normalize edilerek tektonik ortam sınıflaması yapılmıştır. Orhaneli bölgesi gabrolarından KM18 nolu örnek okyanus ortası sırtı kümülatları ile ada yayı kümülatlarının ortak alanına düşerken, diğer gabrolar yay önü (boninitik) tektonik ortamında oluşan tüketilmiş ultramafik-mafik kümülatlar alanına düşmektedir (Şekil 4.114).



Şekil 4.114. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabrolarının kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı.Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabrolarının kondrite göre normalize edilmiş nadir toprak element (NTE) diyagramı. [Kondrit değerleri Sun ve Mcdonough (1989), okyanus ortası sırtı kümülat kayaç alanları Ross ve Elthor (1997) ve Hart ve ark. (1999), ada yayı kümülat kayaç alanları Greene ve ark. (2006) ve yay-önü ortamı tüketilmiş mafik kümülat alanları Marchesi ve ark. (2009)'dan alınmıştır.]

Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan gabroyik kayaçların (toplam yüksek iyon çaplı elementler/toplam yüksek çekim alanlı elementler) ΣLILE/ΣHFSE oranları 29.9 olup LIL elementlerince zenginleşme göstermektedirler (Şekil 4.115). Gabroyik kayaçların çoklu iz element içeriklerinin Sun ve McDonough (1989) ilksel manto değerlerine göre normalize edilerek oluşturulan örümcek ağı diyagramında, ada yayı kümülat kayaçları ile yay-önü (boninitik) tüketilmiş mafik kümülatlar arasında geçiş gösterdiği görülmektedir (Şekil 4.67). Ayrıca tabakalı gabroların (a) yüksek iyon çaplı elementler (LIL) bakımından zenginleşme (Cs, Rb), (b) Nb ve Zr bakımından fakirleşme, (c) Pb ve Sr elementleri bakımından zenginleşme ve (d) nadir toprak elementleri bakımından da yataya yakın bir desen sundukları görülmektedir. Yukarıda açıklanan jeokimyasal özellikler gabroyik kayaçların okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuklarını desteklemektedir.



Şekil 4.115. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait tabakalı gabrolarının ilksel mantoya göre normalize edilmiş örümcek diyagramı.[Kondrit değerleri Sun ve Mcdonough (1989), okyanus ortası sırtı kümülat kayaç alanları Ross ve Elthor (1997) ve Hart ve ark. (1999), ada yayı kümülat kayaç alanları Greene ve ark. (2006) ve yay-önü ortamı tüketilmiş mafik kümülat alanları Marchesi ve ark. (2009)'dan alınmıştır.]

5. TARTIŞMA

İzmir–Ankara–Erzincan (İAE) kenet kuşağı, Türkiye'nin kuzeyinde ~1500 km boyunca uzanan ve ofiyolitlerle ilişkili kayaçlar ile metamorfik kayaçları içeren önemli bir tektonik zondur (Okay ve Tüysüz, 1999; Dilek ve Thy, 2006; Çelik ve ark., 2011, 2013, 2019; Parlak ve ark., 2013; Rojay, 2013; Topuz ve ark., 2013; Robertson ve ark., 2013; Sarıfakıoğlu ve ark. 2014, 2017). Bu tektonik kuşak, kuzeyde Sakarya Zonu, güneyde ise Anatolid-Torid platformu ve Kırşehir bloğu ile sınırlanmıştır (Şengör ve Yılmaz, 1981; Robertson ve Dixon, 1984; Dilek ve Moores, 1990; Okay ve Tüysüz, 1999). İAE kenet zonunun, Balkanlar (Dimo-Lahitte ve ark., 2001; Robertson, 2002), Ermenistan (Rolland ve ark., 2009) ve İran (Moghadam ve Stern, 2015)'daki Jura-Erken Kretase yaşlı Neotetis ofiyolitleri ile ilişkili oldukları ifade edilmektedir.

İzmir–Ankara–Erzincan (İAE) kenet kuşağı boyunca gözlenen ofiyolitler farklı yaş konakları (Triyas, Jura ve Kretase) ile temsil edilmektedirler. İAE okyanusal baseninden türeyen okyanus içi yitimle ilişkili Geç Triyas [Kızıldağ (Sivas)-Çamlıbel (Tokat) ofiyoliti (Çelik ve ark., 2019)], Jura [Eldivan (Çankırı) ofiyoliti (Çelik ve ark., 2011), Refahiye (Erzincan) ofiyoliti (Topuz ve ark., 2013; Robertson ve ark., 2013; Uysal ve ark., 2015), ve Küre (Kastamonu) ofiyoliti (Çelik ve ark., 2017)] ve Geç Kretase [Köyceğiz (Muğla) ofiyoliti (Uysal ve ark., 2009, 2012), Marmaris (Muğla) ofiyoliti (Xu ve ark., 2020), Orhaneli (Bursa) ofiyoliti (Uysal ve ark., 2017; Akbulut, 2018), Harmancık (Bursa) ofiyoliti (Uysal ve ark., 2014; Akbulut, 2018; Xin ve ark., 2022), Kütahya ofiyoliti (Önen ve Hall, 2000), Dağküplü (Eskişehir) ofiyoliti (Uysal ve ark., 2009)] yaşlı ofiyolitler üzerine bir çok jeokimyasal çalışma gerçekleştirilmiştir.

Kuşağın orta kesiminde Ankara melanjı ile ilişkili olarak gözlenen Eldivan ofiyoliti tabandan tavana doğru metamorfik dilim, peridotitler, gabro, tekil diyabaz daykları, levha dayk kompleksi ve plajiyogranitten oluşmaktadır (Dangerfield ve ark., 2011; Dilek ve Thy, 2006; Çelik ve ark., 2013). Gabroyik kayaçlar ve izole dayklar üzerine yapılan jeokimyasal ve jeokronolojik (Ar-Ar) çalışmalar, bu kayaçların geç Jura'da okyanus içi yitimle ilişkili tektonik ortamda oluştuklarını işaret etmektedir (Çelik ve ark., 2013). Ayrıca Eldivan ofiyolitine ait yitimle ilişkili bir plajiyogranitten ayıklanan zirkonlarda 179±15 My (Erken-Orta Jura) U-Pb kristallenme yaşı elde edilmiştir. Benzer şekilde, aynı bölgede ofiyolit tabanı metamorfik dilim kayaçlarından (amfibolitler) Erken-Orta Jura Ar-Ar soğuma yaşları (177-167 My) elde edilmiştir. Tüm kanıtlar, İzmir-Ankara-Erzincan Okyanusu boyunca Jurassik bir okyanus içi yitim ve yitimle ilişkili bir okyanusal kabuğun oluşumuna işaret etmektedir. Benzer şekilde, Çelik ve ark. (2016) Kızılırmak yığışım kompleksinde (Kargı bölgesi, Orta Pontidler) Orta-Geç Jura (Ar-Ar) yaşlı metabazik kayaların varlığını ortaya koymuşlar ve bir yitimin varlığına işaret etmişlerdir.

İzmir-Ankara-Erzincan (IAE) kenet kuşağının batısında, Kuzeybatı Anadolu'da Kütahya yakınlarındaki ofiyolitle ilişkili metamorfik dilim kayaçlarında (amfibolit), İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun kapanmasına ilişkin önemli veriler elde edilmiştir (Önen ve Hall, 2000). Ofiyolit

tabanı metamorfik dilim kayaçları okyanus adası bazalt jeokimyasal özelliklerine sahip olup Ar-Ar tarihlemesi ile 93±2 My soğuma yaşı elde edilmiştir. Ofiyolit tabanı metamorfik dilim kayaçları okyanusun kapanması sırasında Tavşanlı (Kütahya) bölgesinde mavişist metamorfizmasına da maruz kalmışlardır (Önen ve Hall, 2000). Bu durum, batıda Geç Kretase döneminde okyanus içi bir yitim ve kabuk oluşumuna işaret etmektedir. Xin ve ark. (2022), Bursa bölgesi ofiyolitlerinde yapmış oldukları çalışmalarında ofiyolitlerin tabanındaki metamorfik dilim kayaçları ile ofiyolitleri kesen tekil diyabaz dayklarında zirkon U-Pb tarihlendirmesi yaparak 96.4±1.9 My ve 89.8±0.9 My Geç Kretase oluşum yaşları elde etmişlerdir.

İzmir–Ankara–Erzincan (IAE) kenet kuşağının doğusunda, Refahiye (Erzincan) bölgesinde Topuz ve ark. (2013) tarafından ofiyolitik kökeni işaret eden eklojitlerde 172 ± 4 My U-Pb rutil yaşı elde etmişlerdir. Ayrıca, Robertson ve ark. (2013), Erzincan-Erzurum-Kars bölgelerinde yüzeylemeler sunan yitimle ilişkili magmatik kayaçların ofiyolitik kayaçlardan Erken Jura zirkon U-Pb kristalleşme yaşları elde etmişlerdir. Bu durum, Doğu Pontidlerde Erken Jura'dan beri kuzeye doğru okyanus içi bir yitim olduğunu düşündürmektedir.

İAE kenet zonu boyunca Çamlıbel (Tokat) ve Kızıldağ (Sivas) çevresinde yüzeyleyen, esas olarak serpantinleşmiş ultramafik kayaçlar, mafik kümülatlar, izotropik gabrolar, levha dayklar, plajiyogranitler, bazaltik volkanitler ve epi-ofiyolitik sedimanter kayalardan oluşan bir yığışım kompleksinin varlığı belgelenmiştir (Çelik ve ark., 2019). Yığışım kompleksinin bazı bölümlerinin mavişist fasiyesinde bir metamorfizmaya maruz kaldığı ifade edilmiştir. Yitimle ilişkili jeokimyasal özellik sunan bu kayaçlardan meta-plagiogranitlerde 222 – 227 My (Geç Triyas) zirkon U-Pb kristallenme yaşları, meta-gabrolarda 167-174 My (Orta Jura) Ar-Ar soğuma yaşları ve 104 My (Albiyen-Erken Kretase) mavişist fasiyesi metamorfizma yaşları elde edilmiştir. Buna göre, Noriyen döneminde oluşan okyanusal kabuğun, Jura döneminde erken Kretase'ye kadar başkalaşım geçirdiği ve daha sonra geç Kretase'de yığışım kompleksi oluşumu sırasında parçalanıp kıta kenarına yerleştikleri ifade edilmektedir.

Mevcut verilerden anlaşılacağı üzere, İzmir–Ankara–Erzincan (İAE) kenet zonu boyunca Geç Triyas ve Jura yaşlı ofiyolitik birimlerin daha ziyade kuşağın orta ve doğu kesiminde görüldüğü, batıda ise Geç Kretase yaşlı ofiyolitlerin gözlendiği anlaşılmaktadır. İzmir–Ankara–Erzincan (İAE) kenet kuşağı üzerinde önemli bir kromit üretim merkezi olan Harmancık-Orhaneli (Bursa) bölgesinde manto tektonitleri içerisinde kromitit oluşumu ve yan kayaç-ergiyik etkileşimi süreçlerinin iyi anlaşılması oldukça önemlidir. Bu nedenle, aşağıdaki bölümlerde elde edilen veriler ışığında bu konular tartışılarak gerekli değerlendirmeler yapılacaktır.

5.1. Harmancık ve Orhaneli Ofiyolitlerinin Tektonik Ortamları

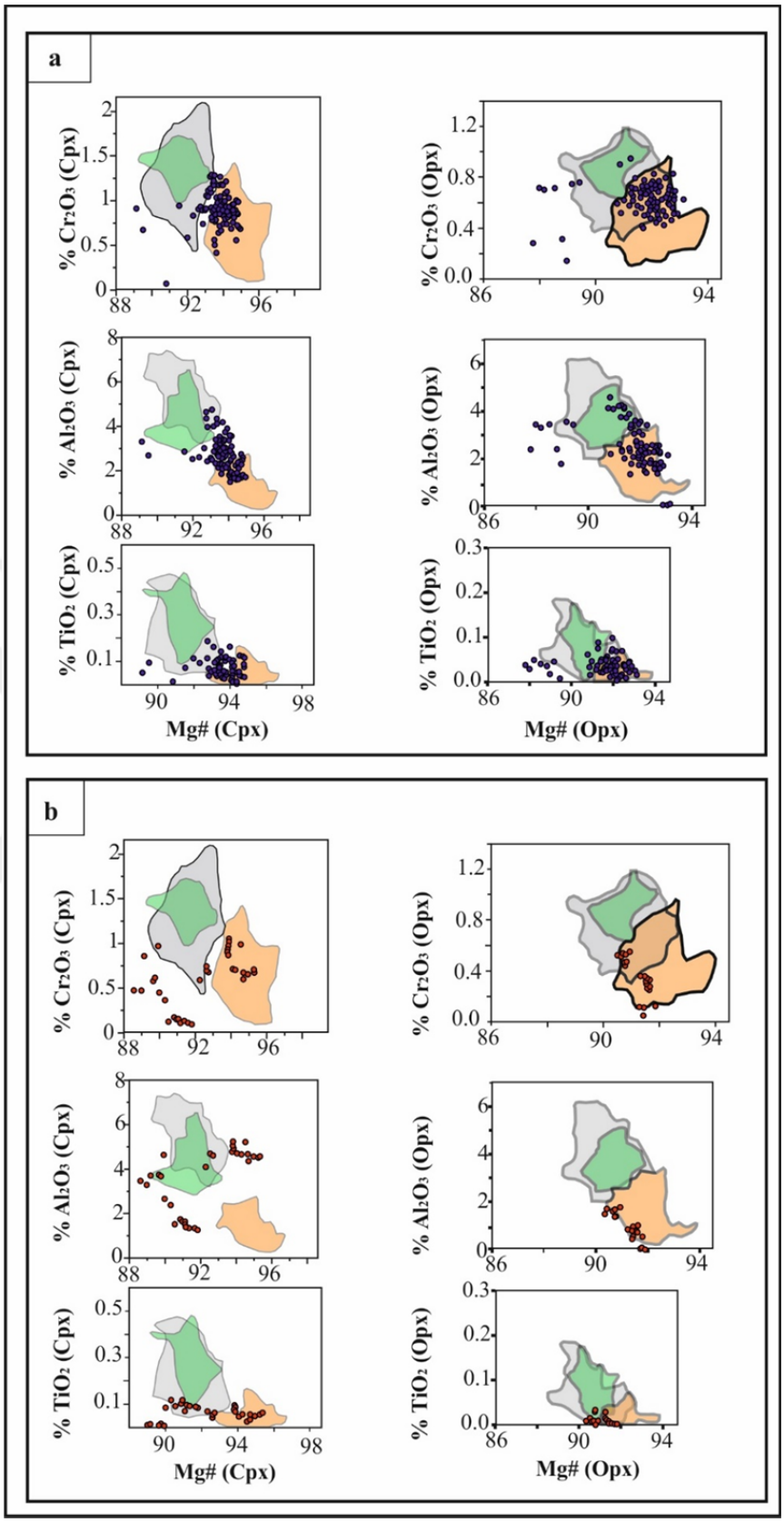
Ofiyolitlere ait ultramafik ve mafik kayaçlarda farklı mineral fazlarının (örn., piroksen, kromit, plajiyoklas) kimyasal bileşimlerinden yola çıkarak oluştukları jeodinamik ortama dair yaklaşımlarda bulunmak olasıdır.

Orhaneli ve Harmancık (Bursa) bölgelerinde çalışılan ultramafik kayaçlardaki ortopiroksen ve klinopiroksen mineralleri yüksek Mg# (82.99-95.34), düşük Al_2O_3 (%0.44-6.44), düşük Cr_2O_3 (%0.01-2.71), düşük Na_2O (%0.021-1.64) ve düşük TiO_2 (<%0.2) içeriği ile temsil edilmekte olup yay önü peridotitlerine büyük benzerlikler sunmaktadırlar (Page ve ark., 2008; Ishii, 1992) (Şekil 5.1a-b).

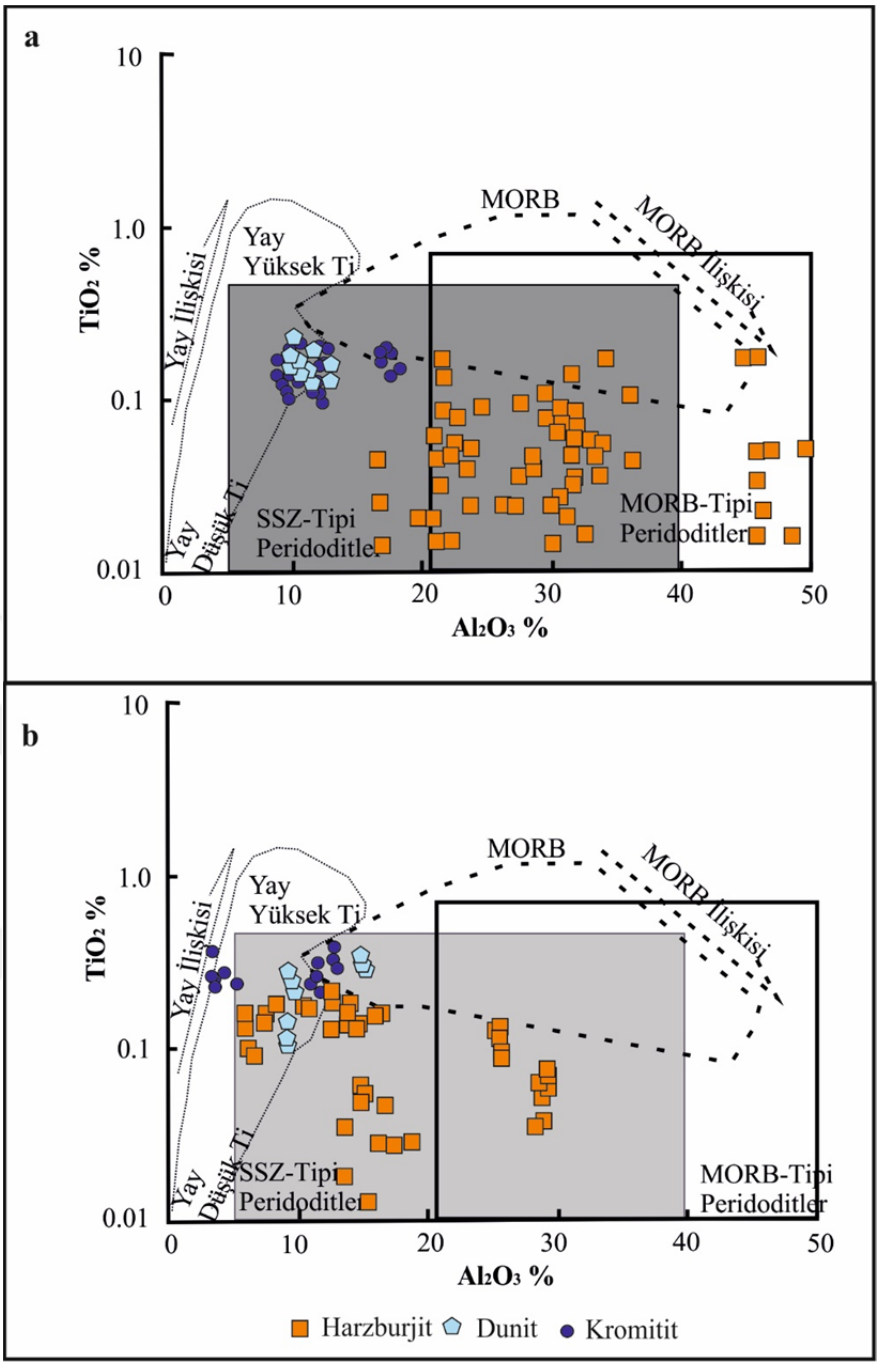
Yay-önü tektonik ortamlarında oluşan boninitik kayaçların klinopiroksen mineral fazları yüksek Mg# ve düşük %Cr_2O_3, ortopiroksen mineral fazları ise düşük %Al_2O_3 içeriğine sahip olduğu çeşitli araştırıcılar tarafından ifade edilmiştir (Bédard, 1999; Beccaluva ve ark., 2004; Dilek ve ark., 2008; Dilek ve Thy, 2009). Benzer özellikleri nedeniyle çalışma alanındaki ultramafik kayaçların da yay-önü tektonik ortamında ya da okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuğu söylenebilir.

Kamanetsky ve ark (2001) ultramafik kayaçlardaki krom spinellerin Al_2O_3 ve TiO_2 içeriklerinin genel olarak ilksel magma kaynaklı olduğunu ifade ederek, kayaçların türediği farklı magma türleri, oluştukları tektonik ortam ve manto kaynaklarının belirlenmesinde kullanılabileceğini belirtmişlerdir. Harmancık bölgesindeki ultramafik kayaçlara ait krom spinellerin TiO_2-Al_2O_3 diyagramında bir kısmının okyanus ortası sırtı peridotitleri alanına, büyük çoğunluğun ise okyanus ortası sırtı ile yitim zonu üstü peridotitleri ortak alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.2a). Bunun yanında aynı bölgedeki dunit ve kromititler içerisindeki spinellerin ise ağırlıklı olarak yitim zonu üstü peridotitleri alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.2a). Orhaneli (Bursa) bölgesindeki ultramafik kayaçlara ait krom spinellerin az oranda okyanus ortası sırtı ile yitim zonu üstü peridotitleri ortak alanına, büyük oranda ise yitim zonu üstü peridotitleri alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 5.2a). Aynı bölgedeki dunit ve kromititler içerisindeki spinellerin ise yitim zonu üstü peridotitleri alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.2b).

Ultramafik kayaçlardaki krom spineller, peridotitlerin tektonik ortamlarını ve maruz kaldıkları kısmi ergime derecelerini belirlemek için kullanılabilmektedir (Arai, 1994; Hellebrand ve ark., 2001). Abisal (okyanusal) peridotitlerde bulunan krom spineller düşük Cr# (< 0.6) içeriğine sahipken, yay veya yitim zonu üstü peridotitlerinde bulunan krom spineller değişken Cr# içeriğine (0.2-0.8) sahiptir (Dick ve Bullen, 1994; Arai, 1994; Arai ve Ishimaru, 2008). Harmancık ofiyolitine ait peridotitlerdeki kromitler yüksek Cr#(Cr/Cr+Al) ve Mg#(Mg/Mg+Fe^{+2}) içeriklerine sahip olup Şekil 5.2a'da görüldüğü üzere; harzburjitler az oranda abisal peridotit ve büyük oranda abisal-yay önü peridotitleri geçiş zonu alanına düşmekte olup okyanus ortası sırtı ortamında MORB-tipi magma oluşumu ve kalıntı peridotitlerin varlığını işaret etmektedir (Klemen ve ark., 1995).



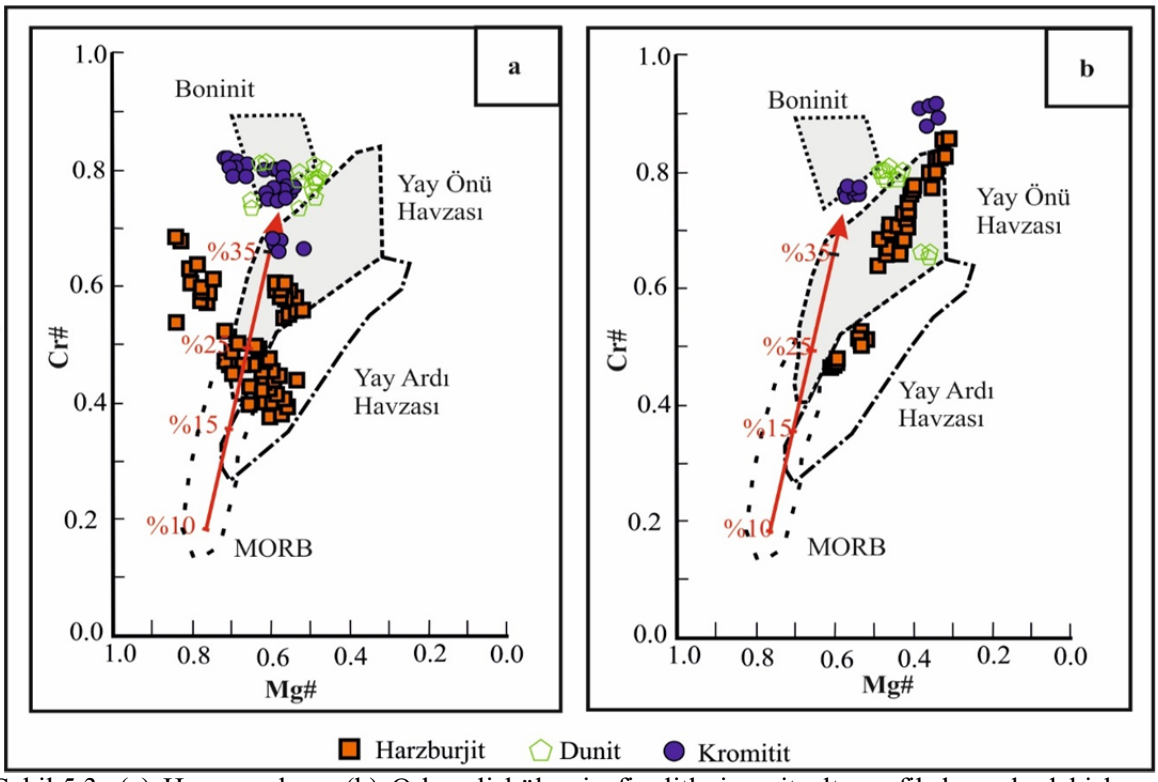
Şekil 5.1. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait ultramafik kayaçlarda gözlenen piroksen minerallerinin Cr_2O_3, Al_2O_3 ve TiO_2 içeriklerinin Mg# numarasına karşı değişim diyagramı.[Turuncu alanlar yay-önü, yeşil alanlar yay-ardı ve gri alanlar ise abisal peridotit alanlarını temsil etmektedir. Alanlar Komor ve ark. (1990), Bonatti ve ark. (1992), Johnson ve Dick (1992), Snow ve Dick (1995), Brunelli ve ark. (2006)'dan alınmıştır.]



Şekil 5.2. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait ultramafik kayaçlardaki krom spinellerin TiO_2-Al_2O_3 diyagramındaki konumları.Kamenetsky ve ark. (2001)'den alınmıştır)

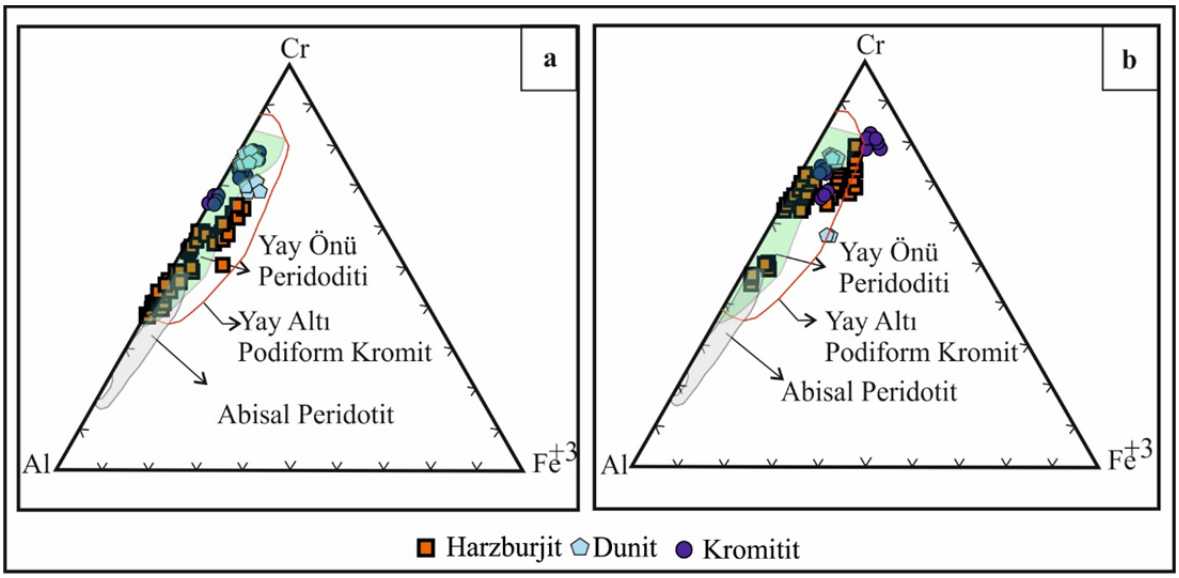
Dunit ve kromititler içerisindeki krom spinellerin ise boninitlere benzerlik sunduğu görülmektedir. Bu durum yitimle ilişkili bir ortamda boninitik magma oluşumu ve kalıntı peridotitlerin varlığına işaret etmektedir. Bunun yanısıra, Orhaneli ofiyolitine ait peridotitlerdeki (harzburjit) kromitler ise göreceli olarak daha düşük Mg#(Mg/Mg+Fe^{+2}) değerine sahip olup genellikle yay önü peridotitleri alanı içerisinde kalmaktadır (Şekil 5.3b). Bu durum, yitimle ilişkili bir ortamda kısmi ergime süreciyle magma oluşumu ve kalıntı peridotitlerin varlığını işaret etmektedir. Aynı bölgedeki dunit ve kromititler içerisindeki krom spinellerin ise yay-önü

peridotitlerine ve az oranda da boninitlere benzerlik sundukları görülmektedir. Bu durum yitimle ilişkili bir ortamda boninitik magma oluşumu ve kalıntı peridotitleri işaret etmektedir. Her iki bölgede yer alan manto peridotitlerinin, abisal ortamdan yitimle ilişkili bir ortama doğru gittikçe artan bir kısmi ergime (~ %35-45) derecesine bağlı magma oluşumu sonucundaki kalıntılar olduğu anlaşılmaktadır (Şekil 5.3).



Şekil 5.3. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait ultramafik kayaçlardaki krom spinellerin tektonik ortamları ve kısmi ergime derecelerini gösterir Cr# - Mg# diyagramı. [SSZ: yitim zonu üstü; Alanlar Tamura ve Arai (2006) ve Oh ve ark. (2012) 'den alınmıştır.]

Kromititler içerisindeki krom spineller serpantinleşme sırasında genellikle kristal tane bileşimlerini korumak suretiyle Al, Fe ve Cr elementi bakımından kimyasal homojenliğe sahip olurlar (Dick ve Bullen, 1984; Ishii ve ark., 1992; Arai, 1997; Stern ve ark., 2004; Arai ve Ishımura, 2008; Arai ve ark., 2011). Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait peridotitlerdeki krom spinellerin katyonik Al ((Al/(Al+Cr+Fe^{+3})) değeri 0.07-0.52 arasında, Cr ((Cr/(Cr+Al))değeri 0.47-0.92 arasında ve Fe+3 ((Fe^{+3}/(Al+Cr+Fe^{+3}) değeri 0 -0.14 arasındadır. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotitlerdeki krom spinellerin katyonik Al ((Al/(Al+Cr+Fe^{+3})) 0.16-0.62 arasında, Cr ((Cr/(Cr+Al)) değeri 0.38-0.82 arasında ve Fe+3 ((Fe^{+3}/(Al+Cr+Fe^{+3}) değeri 0-0.11 arasında değişmektedir. Bu değerler kullanılarak Cr-Al-Fe^{+3} diyagramında yapılan sınıflandırmada; Harmancık bölgesindeki manto peridotitleri içerindeki kromitlerin abisal (harzburjit) ile yay-önü (harzburjit-dunit-kromitit) peridotitleri alanına düştüğü, Orhaneli bölgesindeki manto peridotitleri içerisindeki kromitlerin ise sadece yay-önü peridotitleri alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 5.4a-b).



Şekil 5.4. Harmancık (a) ve Orhaneli (b) ofiyolitlerine ait peridotitlerde gözlenen krom spinellerinin Al-Cr-Fe+3 katyonlarına göre sınıflandırılması . Sınıflamalarda abisal peridotit alanları Arai (1994), Arai ve ark. (2001), Dick ve Bullen (1984), yay-önü peridotit alanları Ishii ve ark. (1992) ve yay-gerisi podiform kromit alanları Ishii ve ark. (1992) ve Arai (1997b)'den alınmıştır.

5.2. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Ofiyolitlerinin Kısmi Ergime Dereceleri

Kısmi ergime modellemelerinde iz elementlerin kullanımı (a) magmanın oluşumu, (b) göç sistemlerini anlama ve (c) ilksel magmanın kimyasal bileşimini yorumlamak açısından oldukça önemlidir. Literatürde küme, fraksiyonel ve dinamik olmak üzere 3 ergime modeli bulunmaktadır (Schilling ve Winchester, 1967; Gast, 1968; Shaw, 1970 Langmuir ve ark., 1977; McKenzie, 1985).

Küme ergime modelinde, magma katı kaynak ile dengededir. Fraksiyonel ergime modelinde ergiyik oluşur oluşmaz ilksel kaynaktan uzaklaşmakta ve geriye kalıntı ergiyik kalmamaktadır. Dinamik ergim modelinde ise ergiyiğin kritik bir oranı kalıntı manto içerisinde kalmaktadır.

Dinamik ergime modeli basınç düşmesi esnasında meydana gelen ergime göz önüne alındığında magmada meydana gelen ergime prosesleri açısından daha gerçekçi bir senaryo sunmaktadır (Richter ve McKenzie, 1984; Ribe, 1988; Williams ve Gill, 1989; Hemmond ve ark, 1994; Zou ve Zindler, 1996).

Petrogram Programı yardımıyla verimli okyanus ortası sırtı bazaltı manto (FMM) değerlerinin (Bedard, 1999) modal olmayan dinamik ergime modeline göre kısmi ergime miktarları hesaplanmış ve Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinden alınan manto kayaçlarının kısmi ergime miktarları bu değerlere göre yorumlanmıştır. FMM değerlerinin modal olmayan dinamik ergime modeline göre kısmi ergime miktarları Çizelge 5.1'de verilmiştir. Hesaplamalarda Zhou (1998) tarafından önerilen Denklem 5.1 kullanılmıştır.

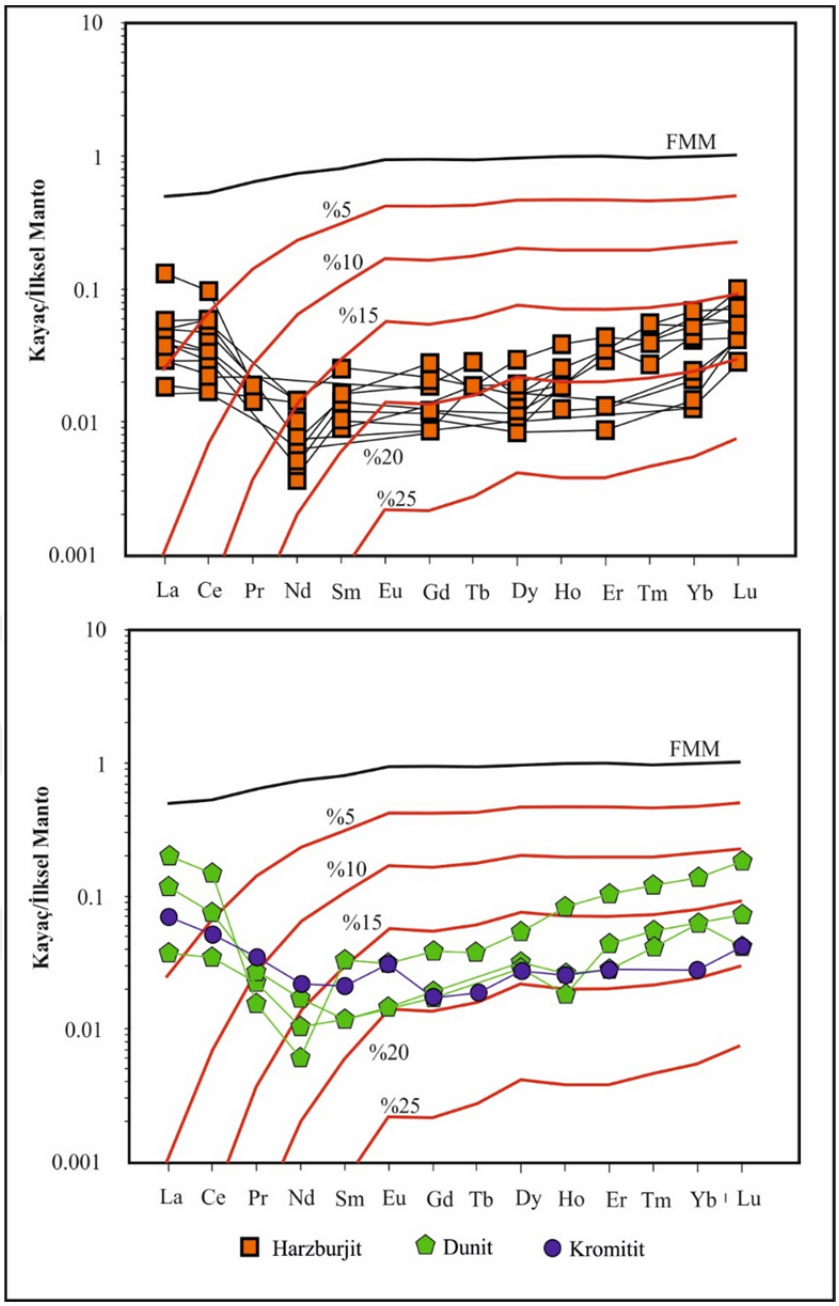
Hesaplanan kısmi ergime dereceleri ile Orhaneli ve Harmancık bölgesi ultramafik kayaçları Palme ve Oneil (2004) ilksel manto değerlerine normalize edilerek, çalışma alanındaki manto peridotitleri ve kromititlerin kısmi ergime derecelerine yaklaşımda bulunulmuştur. Bunun için spinel lerzolit modal bileşimleri Do için %53 Ol, %27 Opx, %17 Cpx ve Po için %10 Ol, %27 Opx, %50 Cpx baz alınmıştır (Kinzler, 1997). Orhaneli bölgesi ultramafik kayaçları ve kromititlerinin kısmi ergime derecelerini gösterir diyagram Şekil 4.66'da sunulmaktadır. Buna göre, manto peridotitleri ve kromititlerin benzer yönsemeler sundukları ve %15 ile %22 arası kısmi ergimeye maruz kaldıkları görülmektedir (Şekil 5.5).

$$01 \,/\, [\Phi + (1 - \Phi)P] \tag{5.1}$$

$$C_{res} = C_0 \frac{\perp}{1 - x}\left\{1 - \frac{x[P + \Phi(1 - P)]}{D_0 + \Phi(1 - P)}\right\}$$

Çizelge 5.1. Verimli okyanus ortası sırtı bazaltı manto (FMM) değerlerinin farklı kısmi ergime derecelerine göre kalıntı mantodaki iz element içeriklerinin hesaplanması

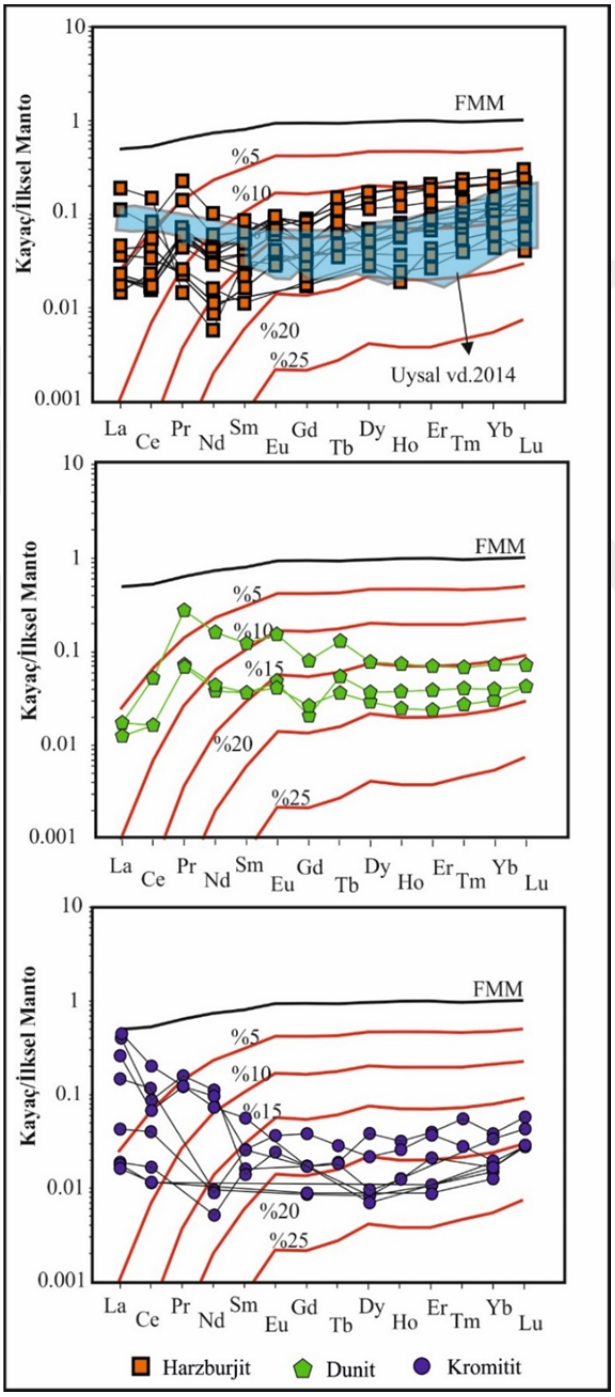
İz Element	**FMM Değerleri (Bedard, 1999)**	**Kısmi Ergime Oranlarına Göre Kalıntı İz Element Değerleri**				
		5%	**10%**	**15%**	**20%**	**25%**
La	0.334	0.0169233	0.0007165	0.00002	0.0000003	0.0000000020
Ce	0.93	0.11707	0.01204	0.000852	0.0000357	0.0000007
Pr	0.17	0.03756	0.00695	0.000949	0.0000800	0.0000036
Nd	0.992	0.3141735	0.08578	0.018241	0.0026845	0.0002173
Sm	0.349	0.1352367	0.04617	0.012742	0.0025630	0.0003065
Eu	0.156	0.0696839	0.027895	0.009274	0.0023361	0.0003710
Gd	0.55	0.2429553	0.09619	0.031664	0.0079239	0.0012640
Tb	0.1	0.0456341	0.01875	0.006460	0.0017129	0.0002959
Dy	0.7	0.3358197	0.14607	0.053839	0.0155257	0.0029969
Ho	0.158	0.0739359	0.031337	0.011249	0.0031655	0.0006020
Er	0.465	0.2161882	0.091125	0.032609	0.0091970	0.0017769
Tm	0.071	0.0334922	0.0144019	0.005312	0.0015739	0.0003318
Yb	0.475	0.2265028	0.0988952	0.037359	0.0115053	0.0025985
Lu	0.072	0.0355207	0.0161513	0.006428	0.0021244	0.0005321



Şekil 5.5. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait peridotit kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösterir diyagram (İlksel Manto değerleri Palme ve Oneil, 2004'ten alınmıştır.)

Harmancık bölgesine ofiyolitine ait manto peridotitleri kromititlere bakıldığında, harzburjitlerin %10-20 arası, dunitlerin %15-20 arasında ve kromititler ise %17-22 arası kısmi ergimeye maruz kaldıkları görülmektedir (Şekil 4.67). Uysal ve ark. (2014) Harmancık bölgesinde yapmış oldukları çalışmada benzer kısmi ergime derecelerini hesapladıklarını belirtmişlerdir (Şekil 5.6).

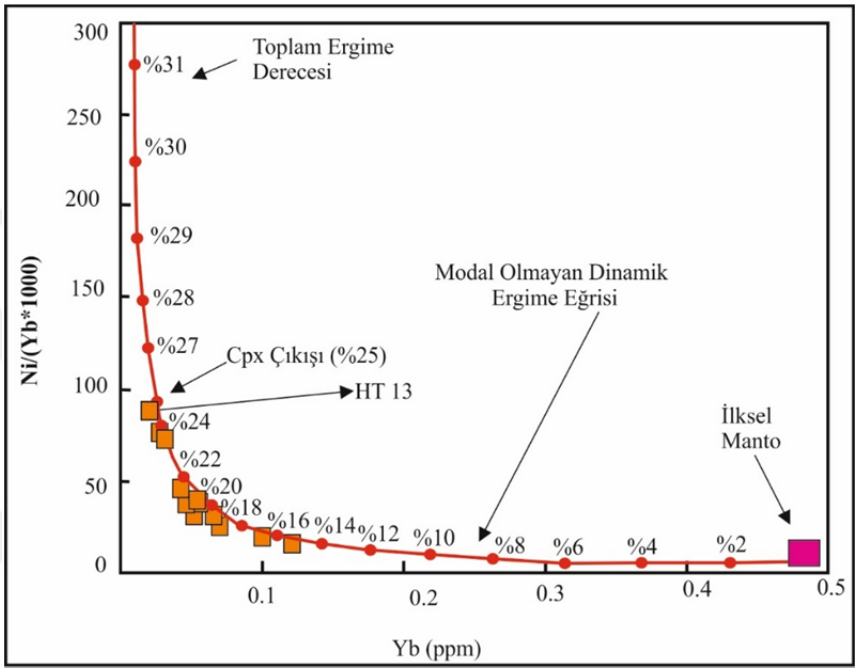
Peridotitlerdeki Ni ve Yb içeriği özellikle harzburjitlerin oluşumunda etkili olan ergime süreçlerini modellemede kullanılabilmektedir. Her iki elementin de magmada hareketsiz olduğu bilinmektedir (Parkinson ve Pearce, 1998). Ergime süreçlerinde olivin ve piroksen içerisinde Yb uyumsuzken Ni uyumlu özellik sergilemektedir (Suhr, 1999; Green ve ark., 2000). Tüketilmiş peridotitlerdeki Ni/Yb-Yb sistematiği manto ergime tipi ve derecesini ortaya çıkarmak için kullanılmıştır (Uysal ve ark., 2012).



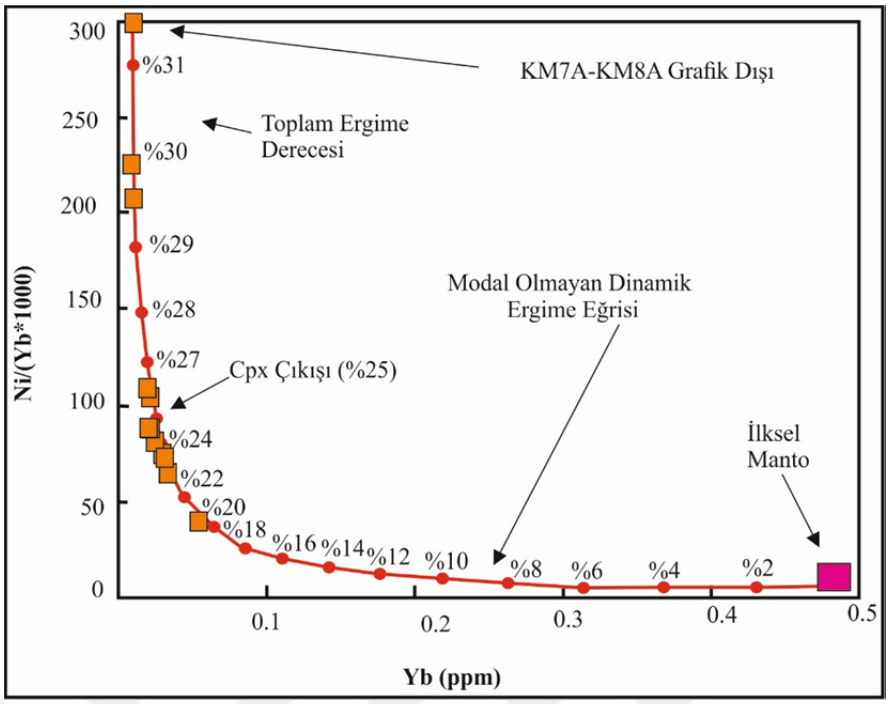
Şekil 5.6. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotit kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösterir diyagram (İlksel Manto değerleri Palme ve Oneil, 2004'ten alınmıştır.)

Harmancık bölgesi ofiyolitine ait harzburjitleri modal olmayan dinamik ergime modeline göre Ni/Yb-Yb grafiğinde %15-22 arasında kısmi ergimeye uğradığı gözlenmekte olup en fazla kısmi ergimeye %24-25 ergime derecesi ile HT13 numunesinin uğradığı görülmektedir (Şekil 5.7).

Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait harzburjitlerde, modal olmayan dinamik ergime modeline göre Ni/Yb-Yb grafiğinde harzburjitlerin %22-26 arasında kısmi ergimeye maruz kaldığı gözlenmekte olup en fazla kısmi ergimeye ise %32'den fazla kısmi ergime derecesi ile KM7A ve KM8A nolu harzburjit örnekleri uğramaktadır (Şekil 5.8).



Şekil 5.7. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait harzburjitik kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösteren Ni/Yb – Yb diyagramı (İlksel Manto değerleri Palme ve Oneil (2004)'ten alınmıştır.)



Şekil 5.8. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait harzburjitik kayaçların modal olmayan dinamik ergime oranlarına göre kısmi ergime derecelerini gösteren Ni/Yb – Yb diyagramı (İlksel manto değerleri Palme ve Oneil (2004)'ten alınmıştır.)

5.3. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Peridotitlerinde Yer Alan Kromititleri Oluşturan Ana Ergiyik Bileşimi

Kromit mineralleri içerdikleri Cr# (Cr/Cr+Al) numarasına göre Yüksek-Cr (Cr# > 0.6) ve Düşük-Cr (Cr# < 0.6) kromitler olarak iki sınıfa ayrılmaktadır (Arai, 1994; Arai ve Miura, 2016; Zhou ve ark.,1994, 1998, 2014; Robinson ve ark., 2015). Ancak son dönemlerde yapılan çalışmalarda kromitler, Yüksek-Cr (Cr# >0.7), Ortaç-Cr (0.5> Cr# <0.7) ve Düşük-Cr (Cr# <0.5) numaralı kromitler olarak 3 sınıfa ayrılmaktadır (Chen ve ark., 2018; Uysal ve ark., 2016, 2018). Harmancık bölgesi manto peridotitleri içerisindeki kromititlerde gözlenen krom spinellerin ortalama Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri 0.79, Orhaneli bölgesi manto peridotitleri içerisindeki kromititlerde gözlenen krom spinellerin ortalama Cr# (Cr/Cr+Al) değerleri ise 0.8 olup dolayısıyla Yüksek-Cr numaralı kromitler olarak değerlendirilmektedir.

Krom spinel minerallerinin kimyasal bileşimleri oluştukları ana ergiyiğin kökenini ve oluştukları tektonik ortamları analiz etmede kullanılabilmektedir (Dick ve Bullen, 1984; Kamenetsky ve ark., 2001; Page ve Barnes, 2009). Yüksek-Cr oranına sahip (Cr# > 0.6) ve düşük TiO_2 içeren krom spineller yitimle ilişkili ortamlarda oluşurken, okyanus ortası sırt (OOS) ortamlarında oluşan krom spineller ise düşük-Cr (Cr# < 0.6) oranına sahiptir (Dick ve Bullen, 1984; Zhou ve ark., 1994; Niu ve Hekinian, 1997; Arai ve ark., 2006, 2011). Harmancık ve Orhaneli bölgesi peridotitlerine ait krom spineller yüksek-Cr ve düşük TiO_2 içeriğine sahip olup yitimle ilişkili jeodinamik ortam özellikleri sunmaktadırlar.

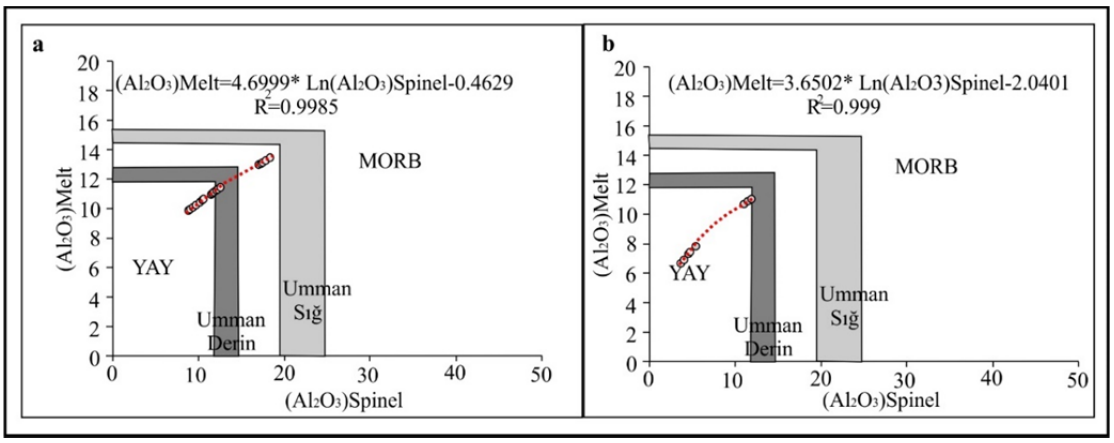
Krom spinellerdeki Al_2O_3 içeriği ana magmadaki Al_2O_3 içeriği tarafından kontrol edilmektedir (Maurel ve Maurel, 1982). Bu nedenle krom spineller içerisindeki Al_2O_3 değeri aşağıda denklem 5.2 ile, ergiyikteki Al_2O_3 içeriği ise aşağıdaki denklem 5.3 kullanılarak hesaplanmıştır. Harmancık ve Orhaneli bölgesi manto peridotitlerine ait kromititlerdeki krom spinellerin Al_2O_3 ergiyik - Al_2O_3 spinel grafiğine bakıldığında, yay (yitim) ortamında oluşmuş Umman ofiyoliti manto peridotitlerine ait Wadi Rajmi kromititlerindeki krom spinellerin derin kesimi ile örtüşmektedir (Şekil 5.9). Çalışma alanlarında yer alan kromitlerin oluştuğu ergiyiğe ait ortalama Al_2O_3, TiO_2 ve FeO/MgO değerleri Çizelge 5.2'de verilmiştir.

(Maurel ve Maurel, 1982) % $Al_2O_{3\ (spinel)}$= 0.035 x Al_2O_{3Melt} 2.42 (5.2)

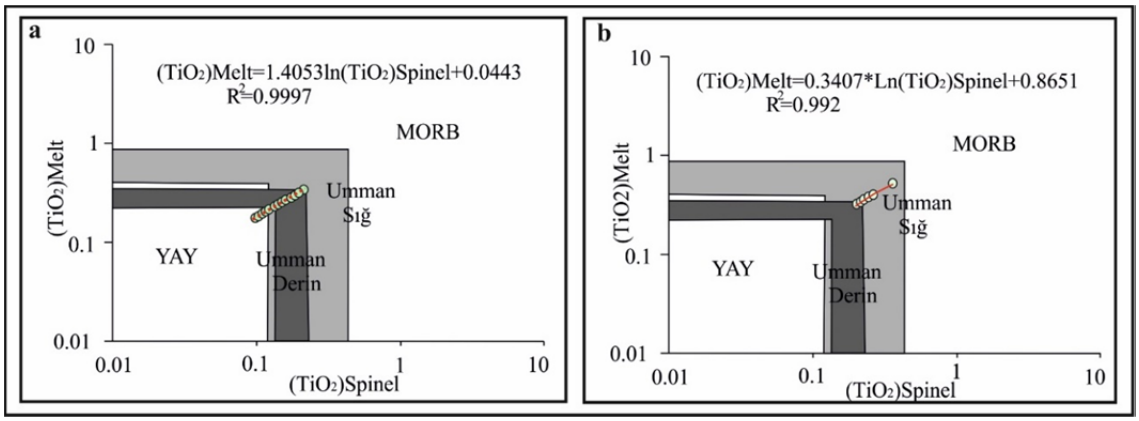
(Rollinson, 2008) $Al_2O_{3\ (ergiyik)}$= 5.2181x ln($Al_2O_{3\ spinel}$) – 1.0505 (5.3)

Ergiyik içerisindeki kromitlerin TiO_2 içeriği oluştukları tektonik ortama bağlıdır (Arai, 1992). Çalışma alanlarındaki krom spinellerin oluştuğu TiO_2 içerikleri Kamenetsyky vd. 2001 tarafından önerilen denklem 5.4 kullanılarak hesaplanmış ve her iki ofiyolitin (Harmancık ve Orhaneli) manto peridotitleri içerisindeki kromititlere ait krom spinellerin yitim ile ilişkili bir magmadan itibaren türedikleri görülmektedir. Harmancık bölgesi ofiyoliti manto peridotitlerine ait kromititlerin çoğunlukla Umman ofiyoliti derin-sığ geçiş alanına, Orhaneli bölgesi ofiyoliti manto peridotitlerine ait kromititlerin ise Umman ofiyoliti sığ alanına düştükleri görülmektedir (Şekil 5.10).

(Kamenetsyky vd.ş 2001) $TiO_{2\ (Ergiyik)}$= 0.708 Ln (TiO_2)Kromit+1.66436 (5.4)



Şekil 5.9. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde yer alan kromititler içerisindeki krom spinellerin hesaplanan Al_2O_3 içeriklerine göre ana magma bileşimleri (Kamenetsky ve ark., 2001; Rollinson, 2008'den alınmıştır)

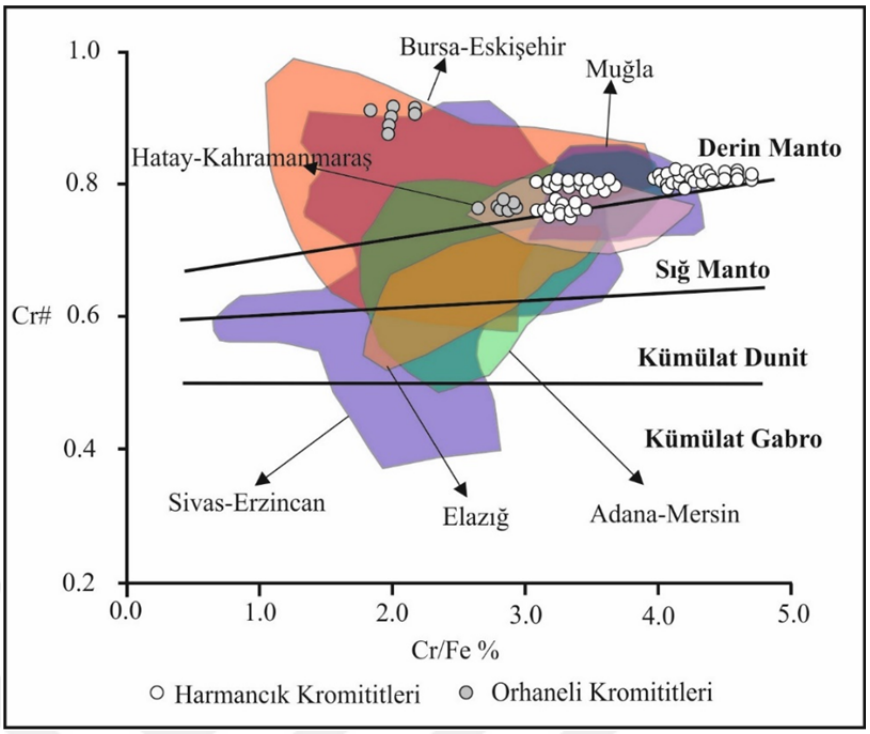


Şekil 5.10. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde yer alan kromititler içerisindeki krom spinellerin TiO_2 içeriklerine göre ana magma bileşimlerinin sınıflandırılması (Kamenetsky ve ark., 2001; Rollinson, 2008'den alınmıştır)

Ana ergiyiğin karakteri ve mantonun stragrafisinin de, manto kaynaklı krom spinellerin kimyasal bileşimlerinde belirgin bir etkisinin bulunduğu araştırmalarda ortaya konmuştur (Rammlmair ve ark., 1987; Leblanc ve Nicolas, 1992; Rollinson, 2008; González-Jiménez ve ark., 2011; Zaccarini ve ark., 2011). Yüksek-Cr'lu kromitler ve Yüksek-Al'lu kromitler aynı jeodinamik ortamda görülebilmektedir (Leblanc ve Nicolas, 1992; Zhou ve Bai, 1992; Melcher ve ark., 1997; Kocks ve ark., 2007; Rollinson, 2008; Uysal ve ark., 2009b; Zaccarini ve ark., 2011; Dönmez ve ark., 2014). Yüksek-Cr'lu kromitler derin manto kesiminde yer alırken, yüksek-Al kromitler ise stratigrafik olarak daha üst seviyelerde yer almaktadır (Zaccarini ve ark., 2011). Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde gözlenen kromititlerin, Rammlmair (1986) tarafından önerilen Cr# - %Cr/Fe diyagramlarında derin manto alanına düştüğü görülmektedir (Şekil 5.11).

Çizelge 5.2. Çalışma alanlarında yer alan kromitlerin oluştuğu ergiyiğe ait hesaplanan ortalama Al_2O_3,TiO_2 ve FeO/MgO değerleri

Numune	Al_2O_3 (Spl)	Al_2O_3 (Melt)	TiO_2 (Spl)	TiO_2 (Melt)	(FeO/MgO)Melt
HT2C	9.28	10.03	0.14	0.25	1.36
HT3A	9.33	10.05	0.15	0.25	1.36
HT4A	9.83	10.28	0.15	0.25	1.34
HT5A	17.52	13.05	0.17	0.28	1.14
HT5C	12.08	11.19	0.18	0.30	1.28
HT6	11.90	11.12	0.11	0.20	1.27
HT7	9.66	10.20	0.15	0.25	1.34
HT9	10.08	10.38	0.18	0.29	1.33
HT10C	9.57	10.16	0.14	0.24	1.35
KM22A	9.63	10.00	0.24	0.37	1.37



Şekil 5.11. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait manto peridotitlerindeki kromititlerin krom spinel minerallerinin Cr# - %Cr/Fe oranlarına göre manto stratigrafisindeki konumları (Rammlmair, 1986'den alınmıştır) (Türkiye ofiyolit alanları Uçurum, 2006'dan alınmıştır.)

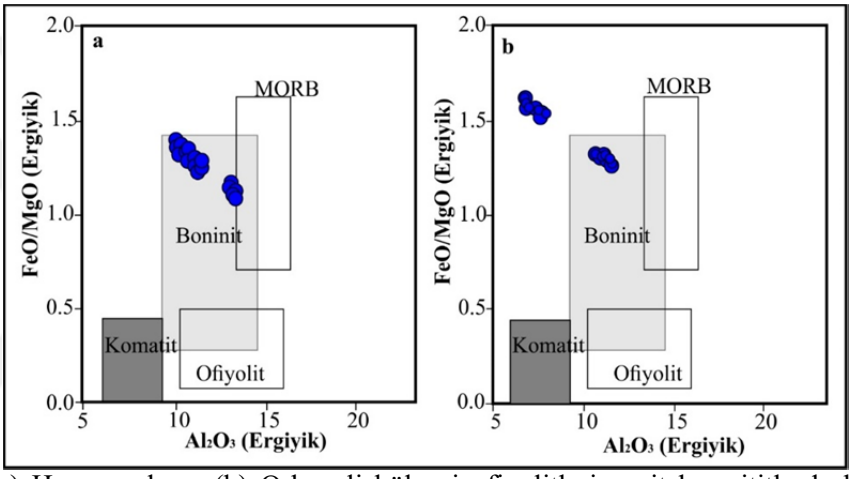
Krom spinel bileşimlerinden itibaren ana ergiyiğin FeO/MgO oranını hesaplayabilmek için ergime denge koşulları altında kromit ve olivin arasındaki Mg^{+2} ve Fe^{+2} katyonlarının da hesaba katılması gerekmektedir (Maurel ve Maurel, 1982). Yeniden denge koşulları krom spinel bileşimini önemli oranda ilksel bileşiminden farklı hale getirecek ve hesaplanan herhangi bir ergiyik bileşimi ilksel magmayı yansıtmayacaktır. Bu nedenle krom spinel içerisindeki Mg^{+2} ve Fe^{+2} içeriklerinin en az düzeyde değiştiği birincil mineral fazları kullanılmalıdır. Masif kromititler, (>90 modal bileşime sahip) düşük sıcaklık denge koşulları altında ilksel kimyasal bileşimlerini koruyabilmektedir (Maurel ve Maurel, 1982). Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde gözlenen kromititlerin krom spinellerin ana ergiyiğinin FeO/MgO oranını ve Al_2O_3 içeriğini hesaplamak için Auge (1987) tarafından önerilen aşağıdaki denklem 5.5 kullanılmıştır. Hesaplanmış olan $FeO/MgO_{(ergiyik)}$ - $Al_2O_{3\ (ergiyik)}$ içeriklerinden yola çıkarak yapılan sınıflandırmaya göre kromititler yay-önü ortamlarını karakterize eden boninit alanı içerisine düşmektedir (Şekil 5.12).

(Auge, 1987) $Ln(FeO/MgO)_{spinel} = 0.47 - 1.07Y^{Al}_{(spinel)} \times 0.64Y^{Fe+3}_{(spinel)} \times Ln(FeO/MgO)_{ergiyik}$

$Y^{Al}_{(spinel)} = Al/(Al+Cr+Fe^{+3})$

$Y^{Fe+3}_{(spinel)} = Fe^{+3}/(Al+Cr+Fe^{+3})$ (5.5)

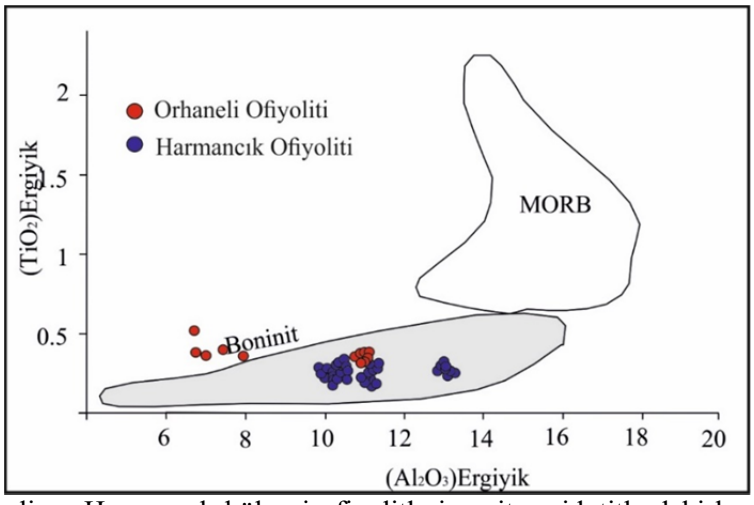
Yüksek-Al içeren kromitler (>%19 Al_2O_3) ile Düşük-Al içeren kromitlerin (< %15 Al_2O_3) Al_2O_3 ve TiO_2 içeriklerine bağlı olarak farklı oluşum ortamlarını işaret etmektedirler. Düşük-Al içeren kromitler genellikle okyanusal yay toleyiti bileşimli ergiyiklerden itibaren oluşumu temsil ederken, yüksek-Al içeren kromitlerin ise okyanus ortası sırtı (OOS) ortamından türeyen ergiyiklerden itibaren oluştukları ifade edilmektedir (Kamenetsky ve ark., 2001). Krom spinellerin Al_2O_3 ve TiO_2 içerikleri arasındaki ilişki hem deneysel olarak hem de doğal sistemler üzerindeki çalışmalarda ortaya konmuştur (Maurel ve Maurel, 1982; Roeder ve Reynolds, 1991; Kamenetsky ve ark., 2001). Krom spinellerin Al_2O_3 ve TiO_2 içerikleri, kromitlerin kristallendiği ergiyiğin kimyasal bileşiminin belirlenmesinde kullanılabilmekte ve bu içerikler ergime süreçlerindeki yeni denge koşullarında olivin veya post kümülüs reaksiyonlardan etkilenmemektedir (Page ve Barnes, 2009).



Şekil 5.12. (a) Harmancık ve (b) Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait kromititlerde bulunan krom spinellerin ilksel magmalarının FeO/MgO - Al_2O_3 içeriklerine göre sınıflandırılması (Barnes ve Roeder, 2001'den alınmıştır)

Kamenetskv ve ark (2001) okyanusal yay ve okyanus ortası sırtı (OOS) tektonik ortamlarda yer alan kromit ergiyik intrüzyonları ve kromit-olivin çiftlerini kullanarak Al_2O_3 ve TiO_2 arasıdaki ilişkiyi tanımlamışlardır. Page ve Barnes (2009) bu verileri kullanarak podiform kromititlerin yay ergiyiklerinden okyanus ortası sırtı (OOS) ergiyik tiplerine kadar ergiyiklerden itibaren oluşabileceğini belirtmişlerdir.

Kamenetsky ve ark (2001) ana magma bileşimlerine göre tektonit ortamları belirlemiştir. Çalışma alanlarındaki krom spineller çoğunlukla boninit alanında yer almaktadır (Şekil 5.13).



Şekil 5.13. Orhaneli ve Harmancık bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerdeki krom spinellerin ana magmalarının türedikleri tektonik ortamları gösterir diyagram..(Kamenetsky ve ark., 2001'den alınmıştır)

Okyanus içi yitim proseslerinin başlangıcının 3 aşamada geliştiği kabul edilmektedir (Whattam ve Stern, 2011; Stern ve ark., 2012). Yitimin ilk aşamalarında, dalan okyanusal levhanın üzerinde astenosferik yükselme ile verimli lerzolitik mantodan basınç ferahlamasına bağlı olarak okyanus ortası sırtı bazaltik magmalar yay-önü ortamda oluşmaktadır. Bu aşamada geriye kalıntı harzburjitler kalmakta ve ana magmanın okyanus ortası sırtı (OOS) bazaltı tipi ergiyiklerden oluşmasından dolayı kromitit gelişimi sınırlı olmaktadır. İkinci aşamada, dalma işleminin devam etmesi ile okyanus ortası sırtı (OOS) bazalt türü yay önü bazaltları ile boninitler arasında geçiş magmaları ile ilksel yay kabuğu ve ortaç kromititlerin oluştuğu düşünülmektedir. Kromit kristallerinin oluşumu genellikle ergiyik-kayaç etkileşimi, asimilasyon ve magma karışımına bağlı olarak gelişmektedir (Ahmed ve Arai, 2002; Arai ve ark., 2004; Zhou ve ark., 2014). Bu aşamada dalan okyanusal levha ile birlikte deniz sedimanları, okyanusal kabuk parçaları gibi materyaller yitim zonundaki manto kaması içerisine taşınmaktadır (Stern ve ark., 2012; Van Hinsbergen ve ark., 2015). Daha sonra bu materyaller manto kaması içerisindeki refrakter ergiyikler ile karışabilmektedir (Dilek ve ark., 2008). En son aşamada, dalan levhalar ile taşınan malzemelerin ergimesi ve uçucu bileşenlerin harzburjitik manto kamasının içerisine nufüz etmesi daha fazla ergimeyi tetikleyerek boninitler ve volkanik yaylar oluşmaktadır. Bu aşamada oluşan yüksek-Cr içeren kromititlerin ana magmaları boninitlere benzer olabilecektir (Chen ve ark., 2018).

Okyanus ortası sırtı (OOS) türü magmalar %16 civarında Al_2O_3 ve %1.2-1.6 oranında FeO/MgO bileşimine sahipken, boninitik magmalar %10.6-14.4 civarında Al_2O_3 ve %0.7-1.4 oranında FeO/MgO bileşime sahiptir (Wilson, 1989). Harmancık ofiyolitinde yer alan kromititler %9.82-13.06 civarında Al_2O_3 ve %1.11-1.38 oranında FeO/MgO bileşime sahip, Orhaneli ofiyolitinde yer alan kromititler ise %10.81-11.07 civarında Al_2O_3 ve %1.29-1.32 oranında FeO/MgO bileşimine sahiptir. Hesaplanan ana magma bileşimleri, bölgedeki ofiyolitlere ait

peridotitler içerisindeki kromititleri oluşturan magma kaynağının boninitik magmalara büyük benzerlik sunduğunu işaret etmektedir.

Harmancık ve Orhaneli bölgesindeki ofiyolitlere ait manto peridotitleri içerisindeki kromititlerden itibaren hesaplananan ana magma bileşimlerine göre; içerdikleri yüksek-Cr# (Cr/Cr+Al) numarası, düşük Al_2O_3, TiO_2, içeriği ve FeO/MgO oranlarına göre mantonun derin kesimlerinde oluştuğu ve boninitik bileşimli bir magmadan itibaren türemiş oldukları söylenebilir.

5.4. Harmancık ve Orhaneli Bölgesi Peridotitlerinin Sıcaklık Basınç Koşulları

Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin oluşum sıcaklık ve basınç koşulları iki piroksen (Opx-Cpx) ve olivin-spinel jeotermometreleri kullanılarak hesaplanmıştır.

İki piroksen jeotermometresi kayaçlarda ortopiroksen ve klinopiroksen arasındaki Ca alışverişini temel almakta ve hesaplamalar Fe-Mg ayrımlaşma oranına göre de kalibre edilmektedir (Wells, 1977). Brey ve Köhler (1990) ise, iki piroksen jeotermometresinin piroksen içerisindeki Fe, Mg, Ca ve Na elementlerini de dikkate alacak şekilde genişletmiştir.

Olivin-Spinel jeotermometresinde ise, olivin ve spinel arasındaki Fe-Mg alışverişine bağlı olarak birçok jeotermometre hesaplama yöntemi bulunmaktadır (Fabries, 1979; Ballhaus ve ark., 1991; Jianping ve ark., 1995). Ballhaus ve ark (1991) ile O'Neil ve Wall (1987), olivin ve spinel arasındaki Mg - Fe^{+2} alışverişine göre sıcaklık hesaplaması yapmışlar ve Ti içeriğini de ilk defa hesaplamaya katan bir jeotermometre yöntemi geliştirmişlerdir.

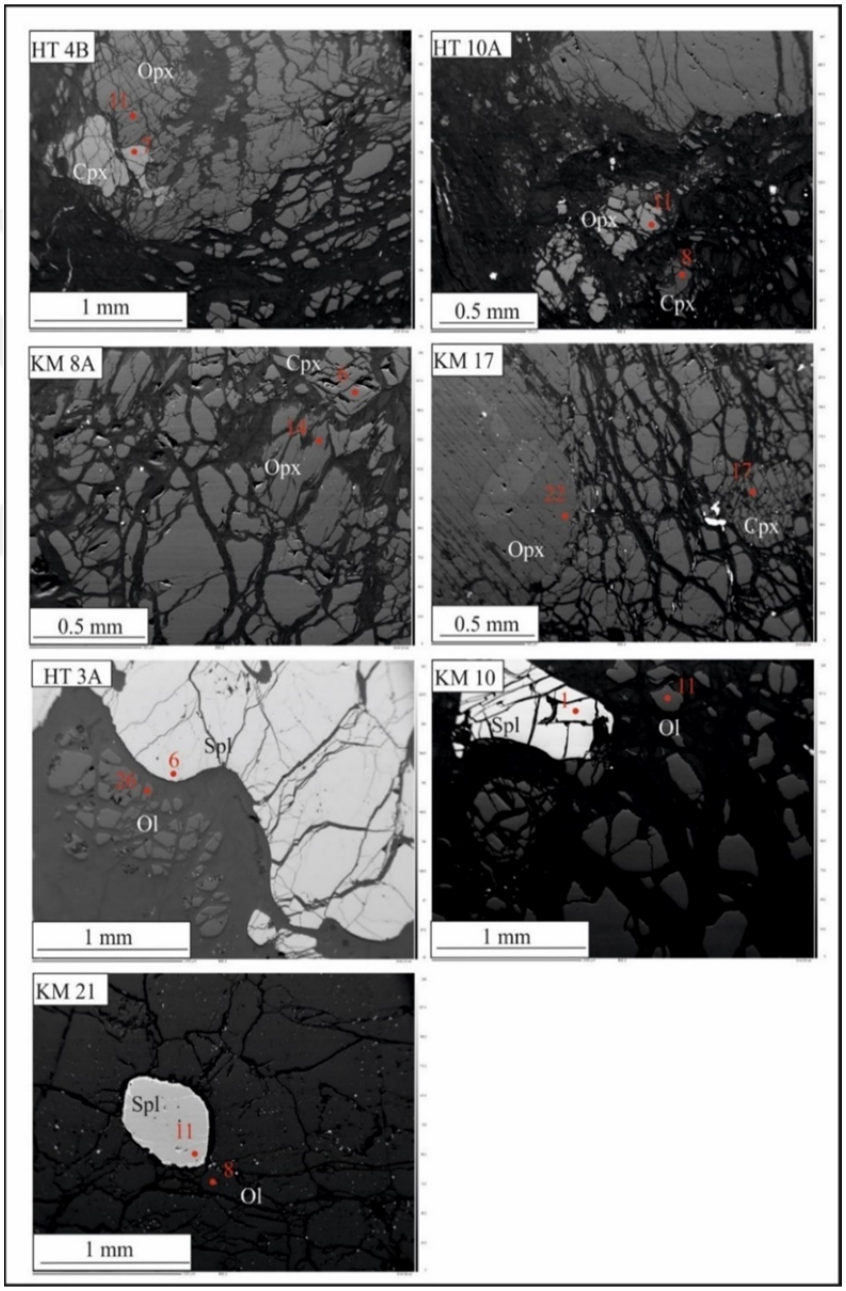
Harmancık ve Orhaneli bölgesindeki ofiyolitlerin manto peridotitlerine ait harzburjit için Wells (1977) ve Brey ve Köhler (1990)'in geliştirdiği iki piroksen jeotermometreleri, dunitler için Ballhaus ve ark (1991) ve O'Neil ve Wall (1987)'ın geliştirdiği olivin-spinel jeotermometreleri kullanılarak "P-T Quick" programı ile sıcaklık-basınç hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Hesaplamalarda element alışverişlerinin daha efektif olarak hesaplanabilmesi amacı ile birbirine en yakın iki mineral baz alınmıştır (Şekil 5.14).

Spinel peridotitlerin jeobarometre hesaplaması için geniş çaplı kullanılabilir bir hesaplama bulunmamaktadır (Greenfield ve ark., 2013). Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait manto peridotitlerinin maruz kaldığı basınç/derinlik ise Mercier (1980) tarafından geliştirilen tek piroksen jeobarometre formülüne göre hesaplanmıştır.

Harmancık (Bursa) bölgesi ofiyolitine ait manto peridotitlerinde yapılan sıcaklık hesaplamalarına göre harzburjitler için 787°± 89°C, kromitler için ise 755 °C sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Basınç hesaplamalarına göre harzburjitler için ise 17.96 kbar basınç değerleri hesaplanmıştır.

Orhaneli (Bursa) bölgesi ofiyolitine ait manto peridotitlerinde yapılan sıcaklık hesaplamalarına göre harzburjitler için 1391±29 °C, dunitler 738±68 °C sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Basınç hesaplamalarına göre de hazburjitler için 15 kbar basınç değeri hesaplanmıştır. Greenfield ve ark. (2013), en sığ derinlikteki mantonun, MOHO zonuna yakınlığı ~

33 km olup bunun da yaklaşık olarak 0.905 Gpa basınca karşılık geldiği belirtmişlerdir. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotitlerin 65.49±4 km derinlikte, Orhaneli ofiyolitine ait peridotitlerin ise 54.8±3 km derinlikte oluştuğu yapılan hesaplamalar ile ortaya çıkmaktadır. Arazi gözlemleri ışığında; Harmancık bölgesindeki manto peridotitleri ve bunlarla ilişkili kromititlerin kabuk-manto sınırından daha derinde, Orhaneli bölgesindeki manto peridotitleri ve ilişkili kromititlerin ise kabuk-manto sınırına daha yakın bir alanda oluşması gerektiği sonucu hesaplanan basınç değerleri ile de uyumluluk sunmaktadır.



Şekil 5.14. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde yeralan ultramafik kayaçların sıcaklık hesaplamalarında kullanılan mineral çiftlerine ait geri saçılmış elektron görüntüleri (BSE) (Opx: ortopiroksen, Cpx: klinopiroksen, Ol: olivin, Spl: spinel)

Harmancık ve Orhaneli (Bursa) bölgesindeki ofiyolitlere ait peridotitlerdeki mineral çiftleri üzerine hesaplanan sıcaklık, basınç ve derinlik değerleri Çizelge 5.3'de verilmiştir.

Çizelge 5.3. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait peridotitlerin sıcaklık, basınç ve derinlik değerleri

	HT4	**HT10A**	**KM8A**	**KM17**		**HT3A**	**KM10**	**KM21**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**		**Kromit**	**Dunit**	**Dunit**
Cpx	7	8	6	17	**Ol**	26	11	8
SiO_2	53.24	52.67	54.26	56.5	SiO_2	42.22	40.41	39.69
Al_2O_3	1.7	3.02	3.67	2.69	Al_2O_3	0	0	0
FeO	2	1.98	1.91	2.31	FeO	2.57	8.63	10.38
MnO	0.04	0.11	0.04	0.1	MnO	0.03	0.16	0.17
K_2O	0.01	0.01	0.01	0.03	K_2O	0	0	0
Na_2O	0.26	0.05	0.73	0.39	Na_2O	0.01	0	0
MgO	17.77	16.49	22.82	23.59	MgO	54.43	48.69	48.8
CaO	24.09	24.55	12.63	13.21	CaO	0	0	0
TiO_2	0.03	0.1	0.01	0.04	TiO_2	0	0	0
Cr_2O_3	0.8	0.86	0.62	0.49	Cr_2O_3	0.05	0.02	0.01
NiO	0.09	0.06	0.12	0.08	NiO	0.92	0.34	0.28
Opx	11	11	14	22	**Spl**	6	1	11
SiO_2	56.03	56.78	56.96	56.13	SiO_2	0	0.05	0
Al_2O_3	1.85	2.42	0.76	1.7	Al_2O_3	9.59	29.23	14.97
FeO	5.33	6.19	5.76	6.32	FeO	14.11	18.06	32.62
MnO	0.13	0.2	0.17	0.16	MnO	0.19	0.28	0.48
K_2O	0	0.01	0	0	K_2O	0.01	0	0.02
Na_2O	0	0.03	0	0.03	Na_2O	0.02	0	0.02
MgO	35.09	33.4	35.28	34.76	MgO	14.8	13.3	7.11
CaO	0.84	0.45	0.27	0.52	CaO	0	0	0
TiO_2	0.01	0.04	0	0.04	TiO_2	0.14	0.07	0.34
Cr_2O_3	0.51	0.32	0.28	0.48	Cr_2O_3	61	38.97	43.35
NiO	0.07	0.09	0.04	0.09	NiO	0.12	0.12	0.17
T(KB90-T)	777.09	696.87	1365.85	1380.69		-	-	-
T(W77)	876.08	800.27	1394.69	1424.4		-	-	-
T(BBG91)	-	-	-	-		755.41	800.08	669.57
T(ONW87)	-	-	-	-		754.44	768.44	715.31
T(Ort) C°	826.59	748.57	1380.27	1402.55		754.93	784.26	692.44
P(M80a)Kbar	16.8	19.12	14.25	15.79		-	-	-
Derinlik (km)	61.26	69.72	51.96	57.58		-	-	-

5.5. Harmancık Bölgesi Kromititlerinin Oluşum Mekanizması

Kromitlerin oluşumu bir çok araştırmacı tarafından tartışılmıştır (Arai ve Yurimoto, 1994; Arai ve Miura, 2016a; Zhou ve ark., 1994; Uysal ve ark., 2009; Gonzalez-Jimenez ve ark., 2013; Ahmed ve Habtoor, 2015). Birçok oluşum modelinin ilk basamağını bazik magma-harzburjit reaksiyonu oluşturmaktadır. Peridotit (harzburjit) – bazik magma etkileşimi sonucu peridotitlerdeki ortopiroksenlerin çözülmesi ile olivince zengin bir dunitik zon oluşmaktadır (Arai ve Yurimoto, 1994). Bu şekilde oluşan dunit, kromiti çevrelemekte ve dokanaklar boyunca harzburjitin yerini almaktadır. Bu durum, kromit oluşumunun az veya çok yan kayaç peridotitinin kimyası tarafından kontrol edildiği anlamına gelmektedir (Arai ve Abe, 1995; Arai, 1997). Özellikle, Chen ve ark. (2020) Harmancık ve Orhaneli (Bursa) ofiyolitlerinde gözlenen dunit ve kromitit oluşum proseslerini iz element ve Li izotoplarını kullanarak açıklamaya çalışmışlardır. Bu ofiyolitlerde

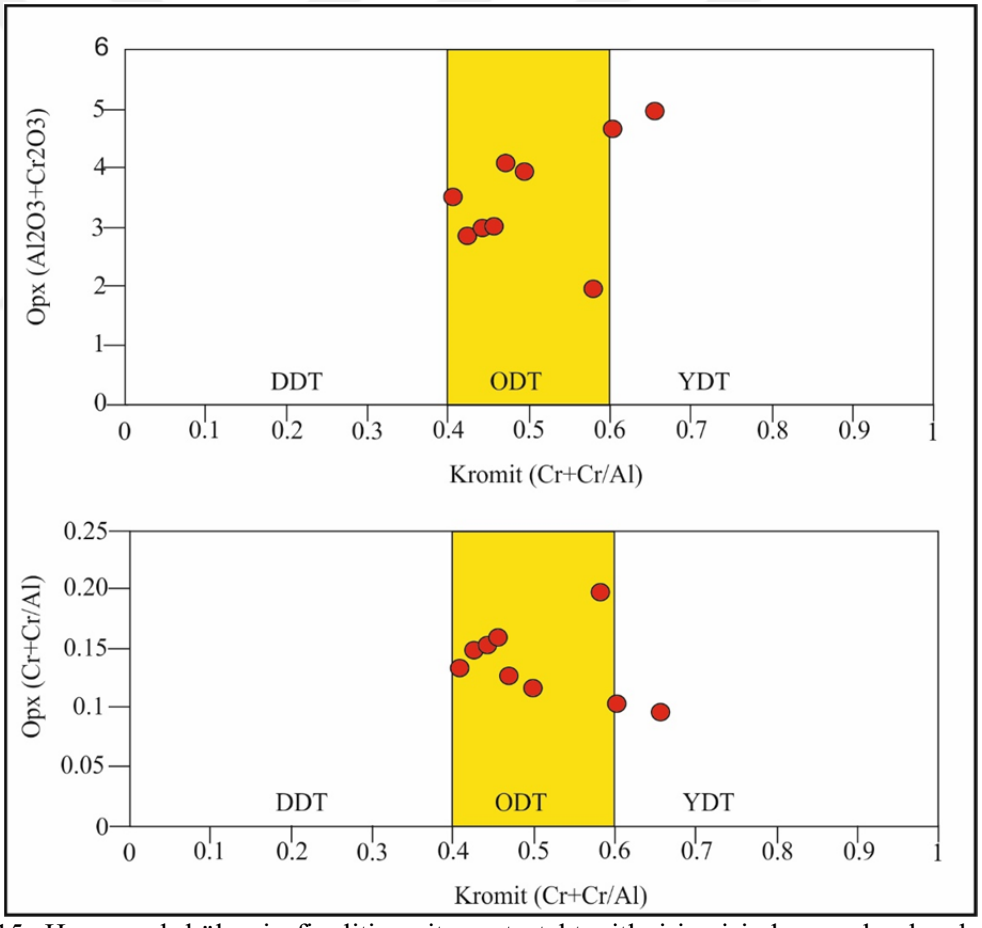
gözlenen dunitlerin kümülüs proseslerle oluşmadığını ve kaya-ergiyik etkileşimi sonucunda oluştuğunu ileri sürmüşlerdir. Olivinlerde ölçülen Li-izotop içerikleri, dunitlerin oluşumunu sağlayan oldukça tüketilmiş ergiyiklerin yan kayaç ile etkileşiminin Orhaneli bölgesinde tamamlanabildiği ve homojenleştiği, Harmancık bölgesinde ise bu etkileşimin tamamlanamadığı sonucunu ortaya çıkarmıştır. Dolayısıyla, çalışma alanındaki kromititlerin oluşumunu açıklamak için yegane model Arai ve Yurimoto (1994) tarafından önerilen kaya-ergiyik etkileşimine dayanmaktadır.

Ekonomik öneme sahip podiform kromititlerin oluşumu için en uygun ortamı, genellikle az oranda klinopiroksen ve Cr# numarası (Cr/Cr+Al) 0.4-0.6 arasında kromit (veya krom spinel) içeren orta derecede tüketilmiş olan harzburjitik manto peridotitleri barındırmaktadır (Arai ve Yurimoto 1994; Arai ve Miura, 2016a; Arai ve Miura, 2015). Lerzolitler içerisinde podiform kromititler çok küçük miktarlarda bulunmakta veya hiç bulunmamaktadır (Arai ve Abe, 1995; Morishita ve ark., 2006; Payot ve ark., 2014). Bunun yanında kromititler yüksek Cr numarasına sahip (Cr# > 0.6) yüksek oranda tüketilmiş harzburjitler içerisinde de çok küçük boyutlarda bulunmaktadır. Bu durum podiform kromititlerin oluşumunun yan kayacın kontrolünde olduğunu düşündürmektedir. Cr# (Cr/Cr+Al) numarası 0.4-0.6 arasında olan krom spinel ve klinopiroksen içeren orta derecede refrakter peridotitler büyük ölçekli kromitit yatakları için elverişli yan kayaçlar olmaktadır (Arai, 1997).

Harmancık bölgesi ofiyolitine ait manto tektonitleri içerisinde bulunan harzburjitlerin bünyesindeki krom spineller ortalama 0.46 Cr# (Cr/Cr+Al) numarasına sahiptir. Ortopiroksenler içerisinde ise ortalama 0.16 Cr# (Cr/Cr+Al) numarasına sahiptir. Harmancık bölgesinde yer alan harzburjitler içerisindeki ortopiroksen ve kromitlerin Al_2O_3, Cr_2O_3 ve Cr# değerleri Çizelge 5.4'de verilmektedir. Dolayısıyla, Harmancık bölgesinde gözlenen harzburjitik manto tektonitlerinin rezerv anlamında büyük ölçekli kromitit yataklarının oluşması için uygun yan kayacı oluşturduğu Şekil 5.15'te görülmektedir. Bu durumu destekler nitelikteki veriler Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG)'nden alınmıştır. Buna göre, Harmancık bölgesi ofiyolitine ait manto tektonitleri içerisinde 2021 yılı sonu itibari ile 6.000.000 ton kromit rezervi bulunmakta olup 2004-2021 yılları arasında da özel sektör tarafından 2.000.000 ton üretim yapılmıştır.

Çizelge 5.4. Harmancık bölgesi manto tektonitlerinde gözlenen harzburjitler içerisindeki ortopiroksen ve kromitlerin Al_2O_3, Cr_2O_3 ve Cr# değerleri

Numune Adı	**Lokasyon**	**Al_2O_3**	**Cr_2O_3**	**Krom Spinel Cr/Cr+Al**	**Ortopiroksen Cr/Cr+Al**
H1	Swanapol Ocak	0.72	3.37	0.47	0.12
H2	Swanapol Ocak	0.67	2.35	0.45	0.16
H3	Hudut-3 Ocak	0.66	2.84	0.41	0.14
H12	Osmanlı Ocak	0.66	3.28	0.5	0.12
H13	Erk Ocak	0.49	1.45	0.58	0.20
H14	Osmanlı-Erk	0.6	2.29	0.42	0.15
H15	Hudut-3 Ocak	0.64	2.35	0.44	0.15
H16	Baraj Ocak	0.69	3.94	0.59	0.10
H17	Swanapol Ocak	0.68	4.27	0.66	0.1

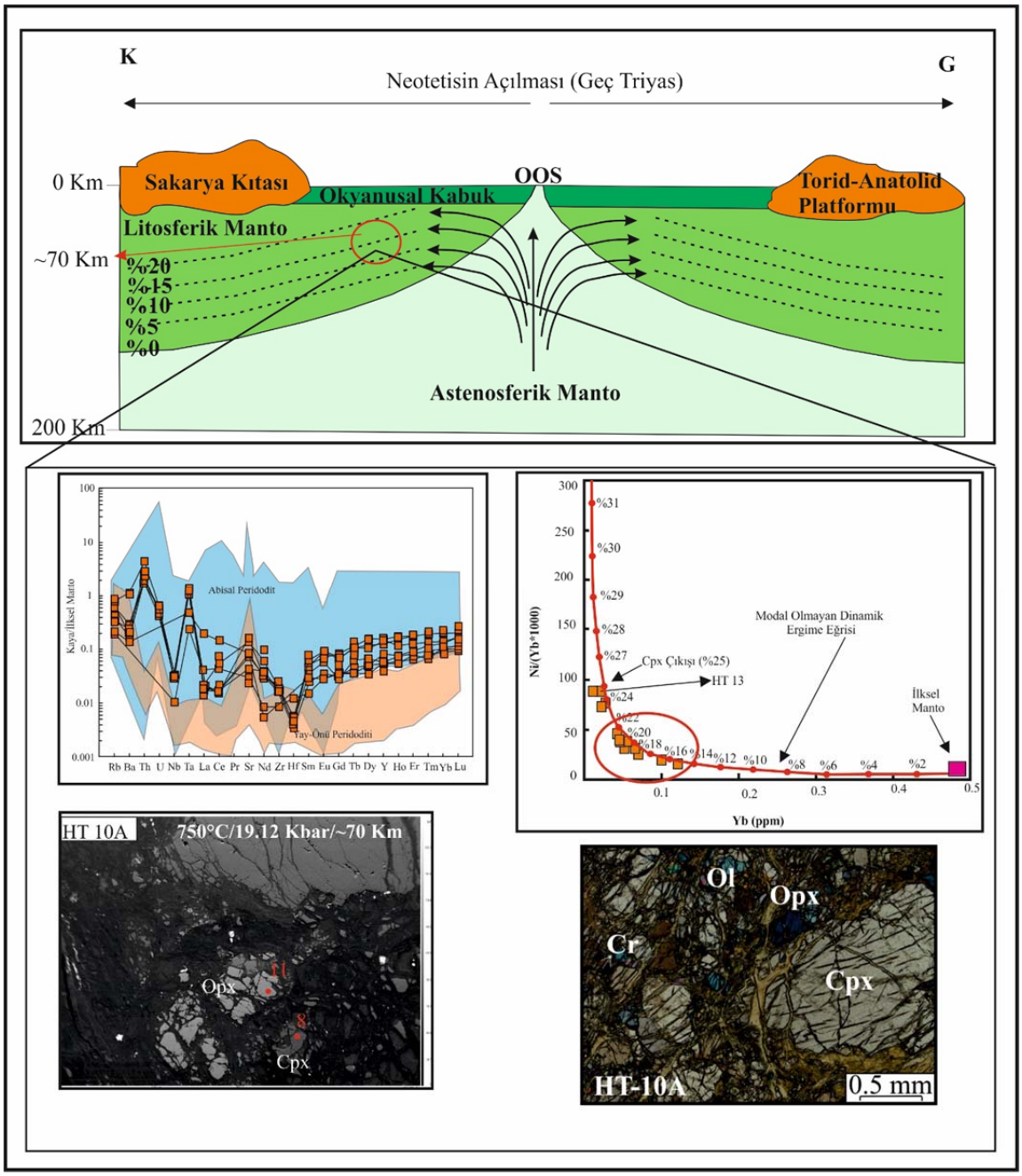


Şekil 5.15. Harmancık bölgesi ofiyolitine ait manto tektonitleri içerisinde yer alan harzburjitlerin tüketilme derecesi ile kromitit oluşumuna uygunluğu arasındaki ilişki (DDT: Düşük Derecede Tüketilmiş, ODT: Orta Derecede Tüketilmiş, YDT: Yüksek Derecede Tüketilmiş) (Arai,1997)

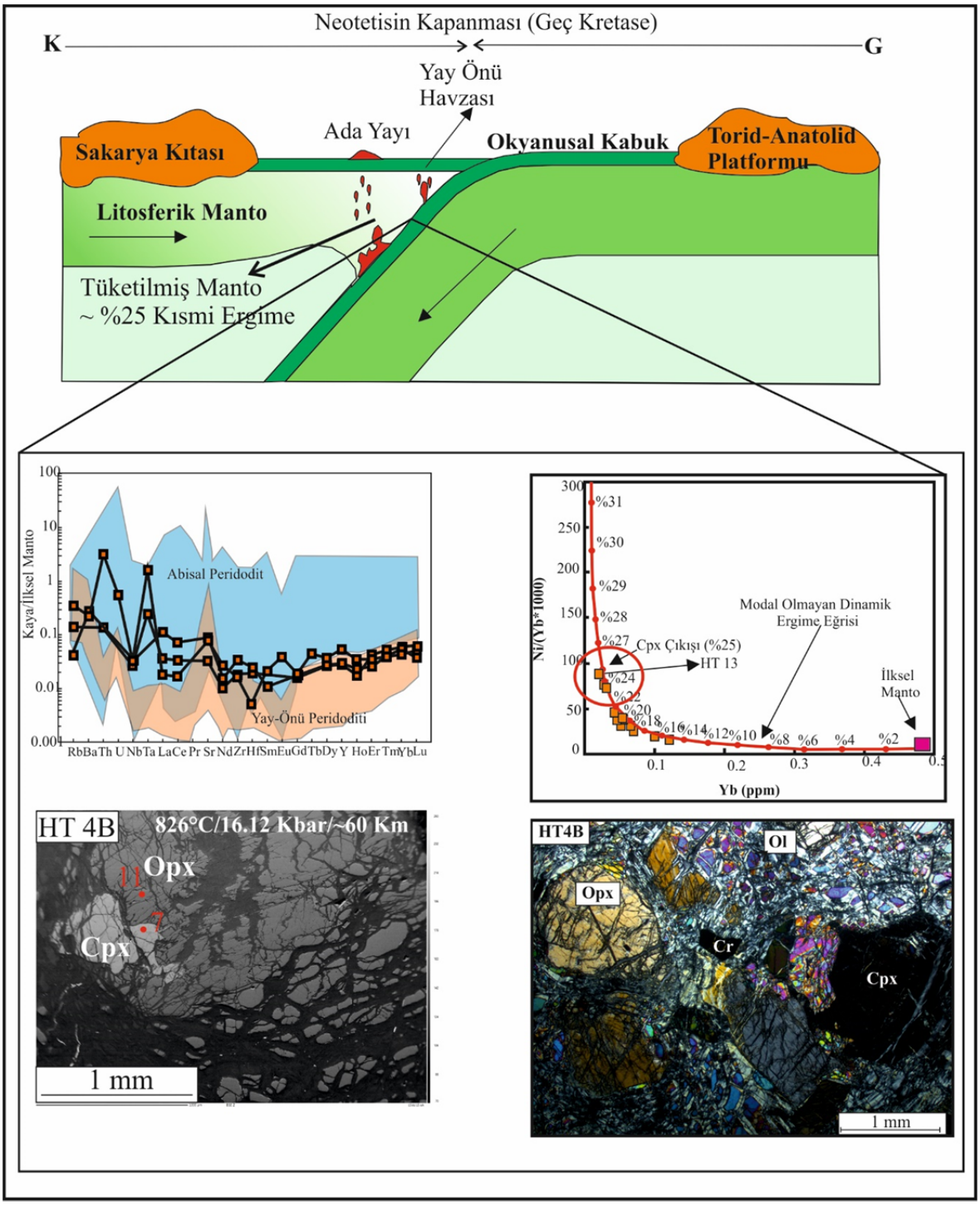
Harmancık bölgesi ofiyolitine ait manto tektonitleri içerisindeki masif kromititler halihazırda yıllardır en çok Miran bölgesinde (Harmancık kuzeybatısı) üretilmektedir. Bu bölge içerisinde Ömerağa, Hudut-3, Swanapol, Baraj, Kısmet vb. gibi bir çok ocakta yıllardır üretim devam etmektedir. Bunun yanısıra, Kozluca Köyü ve güneyinde her ne kadar büyük bir dunit istifi ve bu istifin içerisinde bir çok kromitit mostrası ve ocağı varsa da, bu bölgedeki rezervlerin küçük ölçekli ve cevher devamlılıklarının az olduğu gözlenmektedir.

Cr ve Al elementlerince doygun ortamların oluşması ve çökelmesini içeren podiform kromitit üretim sisteminin mostra ve maden alanlarındaki kromititlerden daha büyük alanlar kapsaması gerektiği ve ayrıca Cr toplanan alanların kromit çökelim alanından farklı olabileceğine bazı araştırıcılar dikkat çekmiştir (Ahmed ve Habtoor, 2015). Arai ve Muira (2016a), mantonun kısmi ergimesi ile oluşan olivin ve kromitçe doygun bir ergiyiğin (Ergiyik A) yan kayaçtaki (harzburjit) ortopiroksen ile reaksiyon yapması sonucu silisce zengin hibrid bir ikincil magma (Ergiyik B) ve dunit kılıfı oluşmaktadır. Silisce zengin ergiyik (Ergiyik B) daha sonra mantonun kısmi ergimesi ile gelen yeni bir ergiyik ile karıştığında kromitçe doygun bir ergiyik (Ergiyik C) oluşur ve bu ergiyikten itibaren kromit kristalleri çökeltilerek kromititleri oluştururlar. Bazı durumlarda, asılı halde kromit kristallerini bünyesinde barındıran "Ergiyik B" başka alanlara veya bölgelere hareket ederek geride kısır/kıraç dunitleri bırakabileceğini belirtmişlerdir (Arai ve Ahmed, 2018). İkincil magmanın (Ergiyik B) askıda kalan kromit kristallerini alarak başka bir alana veya bölgeye taşıması ve burada daha sonra ortama gelecek olan bir bazik ergiyik (Ergiyik A) ile karışarak podiform kromititleri çökeltmesi söz konusudur (Arai ve Ahmed, 2018).

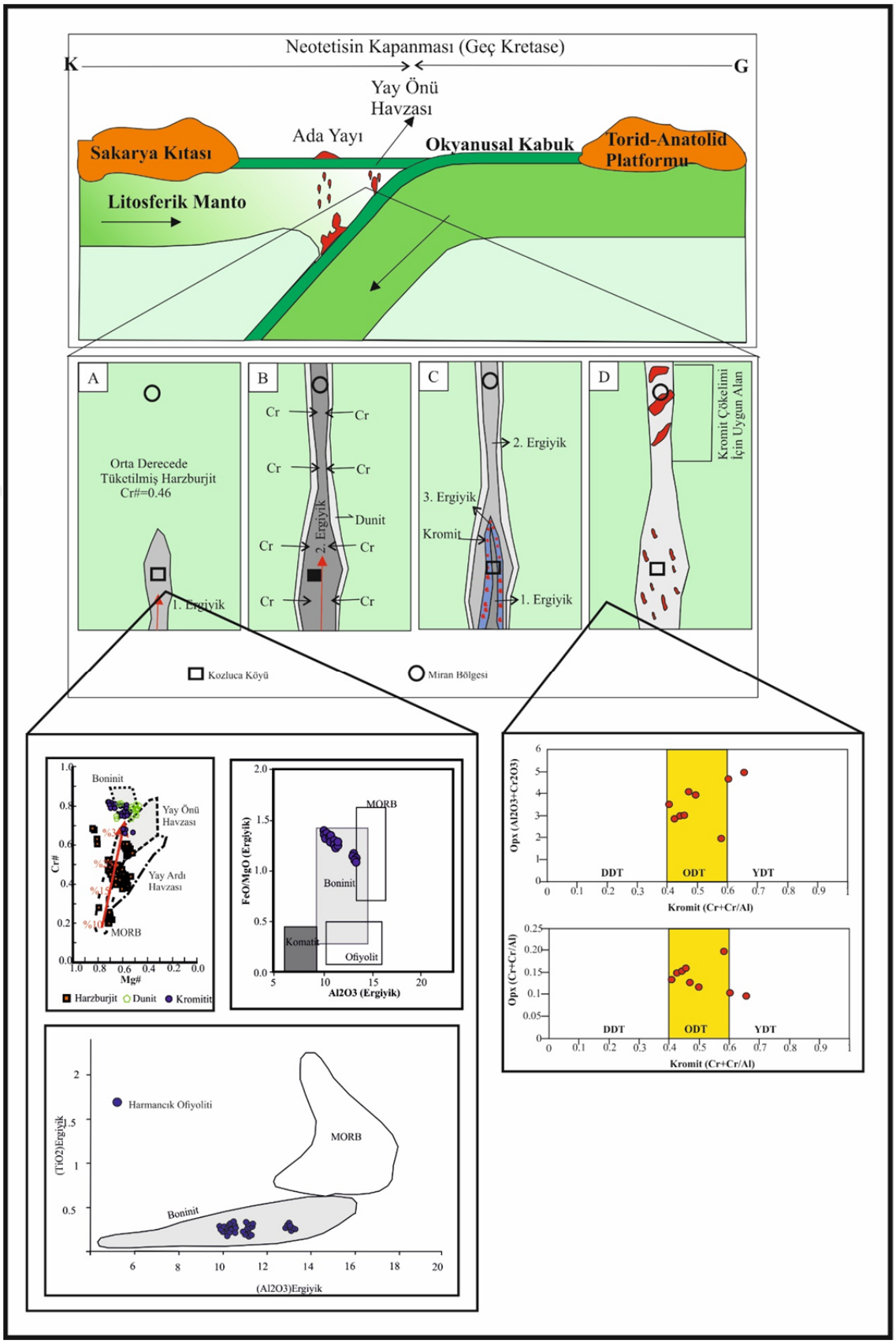
Harmancık bölgesi manto tektonitlerinde okyanus içi yitim zonunda oluşan ilksel magmanın (Ergiyik A) bugünkü konumuyla Kozluca Köyü civarında yüzeylenen harzburjitler içerisindeki ortopiroksenleri çözerek yan kayaç boyunca dunitleri oluşturduğu düşünülmektedir. Ortopiroksenlerin çözülmesi ile beraber Si ve Cr'ca zenginleşen bir ikincil magma (Ergiyik B) gelişimi ortaya çıkmaktadır. Kayaç-ergiyik etkileşimi ile oluşan bu ikincil magma (Ergiyik B), asılı haldeki krom spinelleri Miran bölgesine taşıyarak ve burada daha sonra ortama gelecek olan bir bazik ergiyik (Ergiyik A) ile karışarak podiform kromititleri çökelterek bugün itibariyle bölgenin büyük yataklarını oluşturmuştur. Bu işlemler sonucu Kozluca Köyü civarında kısır bir dunit ve bu dunitlerin içerisinde göreceli olarak düşük rezervli ve devamlılığı az kromitit yataklarının varlığı söz konusudur (Şekil 5.16-5.17-5.18-5.19).



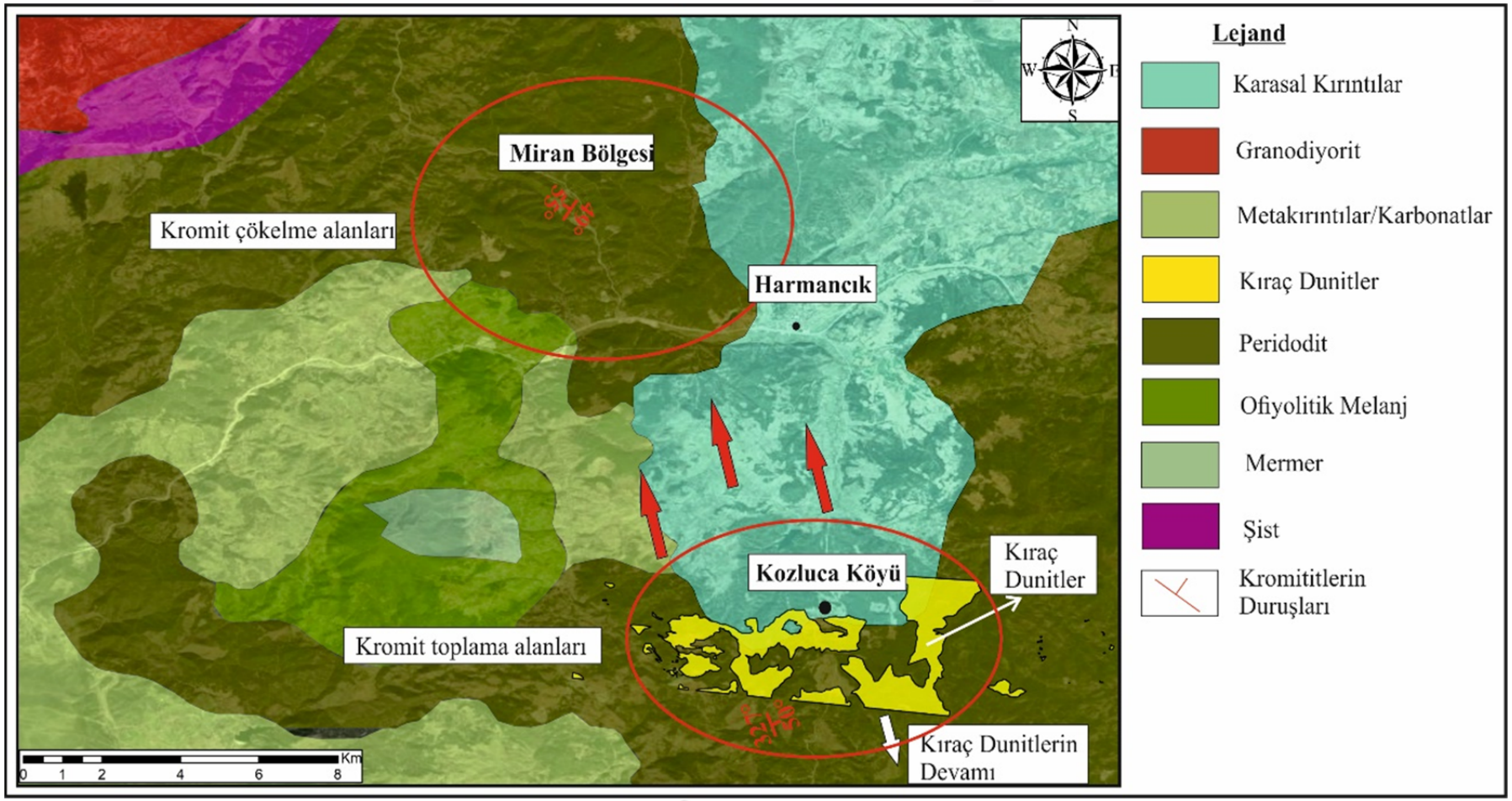
Şekil 5.16. Neotetis okyanusun açılması esnasında litosferik mantonun (abisal peridotitlerin) %15-20 arası kısmi ergimeye uğraması



Şekil 5.17. Neotetis okyanusun kapanması esnasında esnasında litosferik mantonun %25 arası kısmi ergimeye uğrayarak yay önü peridotitlerinin oluşumu



Şekil 5.18. Dalma-batma zonunda oluşan bonititik magmanın ortaç harzburjitleri (Cr#=0.46) ergitmesi sonucu Harmancık kromitlerinin oluşumu



Şekil 5.19. Harmancık peridotitlerinde kromit toplama ve kromit çökelme alanları

6. SONUÇLAR

Doktora tez çalışması kapsamında elde edilen sonuçlar aşağıda sunulmaktadır.

1. Her iki bölgeden derlenen harzburjitik kayaçların Al_2O_3 - CaO ikili diyagramında; Orhaneli bölgesi ofiyolitinden derlenen tüm harzburjit örnekleri yay-önü peridotitlerine benzerlik sunarken, Harmancık bölgesi ofiyolitinden derlenen örneklerin ise abisal peridotitler ile yay-önü peridotitleri arasında geçişli olduğu görülmektedir.
2. Her iki bölgedeki ofiyolitlerden derlenen harzburjit örneklerinin susuz bileşimleri hesaplanarak Al_2O_3, SiO_2 ve CaO içeriklerinin MgO içeriklerine göre değişimi baz alınarak yapılan tektonik ortam sınıflamasında; Orhaneli bölgesi ofiyolitinden derlenen tüm harzburjit örnekleri yay-önü peridotitlerine benzerlik sunarken, Harmancık bölgesi ofiyolitinden derlenen örneklerin ise abisal peridotitler ile yay-önü peridotitleri arasında geçişli olduğu ve göreceli olarak yüksek dereceli kısmi ergimeya maruz kaldıkları görülmektedir.
3. Harmancık bölgesi ofiyolitinde yer alan ultramafik kayaçların (harzbujit, dunit ve kromitit) kondrite göre normalize edilmiş NTE ve ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında; dunit ve kromititler boninitik karakterde olup yay-önü ortamını işaret ederken, harzburjitlerin ise abisal peridotit ile yay önü peridotit geçiş zonunda olduğu görülmektedir. Orhaneli bölgesi ofiyolitinde yer alan ultramafik kayaçların (harzbujit, dunit ve kromitit) kondrite göre normalize edilmiş NTE ve ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu element diyagramlarında; tüm kayaçlar boninitik karakterde olup U-şekilli desen sunarak, yay-önü peridotitlere benzerlik göstermektedirler.
4. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait gabroyik kayaçlarının kondrtite göre normalize edilmiş nadir toprak elementlerin HNTE bakımından hafif bir tüketilme ve ANTE içerikleri bakımından yatay bir desen sunmaları, ilksel mantoya göre normalize edilmiş çoklu iz element diyagramında yüksek iyon çaplı elementler (LIL) bakımından zenginleşme (Cs, Rb) ve Nb bakımından bir tüketilme sunmaları, mafik kayaçların toleyitik bir magmadan itibaren okyanus içi yitim zonu üzerinde oluştuklarını işaret etmektedir. Ayrıca alterasyona karşı duraylı iz elementlere dayandırılan tektono-magmatik sınıflandırma diyagramlarında da "düşük-Ti ada yayı toleyiti veya boninitik" bir karakter sunmaktadır.
5. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerine ait manto peridotitlerinin maruz kaldıkları kısmi ergime miktarları modal olmayan dinamik ergime modeli ile hesaplanmıştır. Orhaneli bölgesi ultramafik kayaçları (harzburjit, dunit ve kromitit) birbirleri ile uyumlu olarak %15 - %22 oranında kısmi ergimeye uğramışlardır. Harmancık bölgesine ait ofiyolitlerde ise harzburjitler %10-20, dunitler %15-20 ve kromititler ise %17-22 oranında kısmi ergimeye uğramışladır.

6. Tüketilmiş peridotitlerdeki Ni/Yb-Yb sistematiği manto ergime tipi ve derecesini ortaya çıkarmak için kullanılmış olup Harmancık bölgesi ofiyolitine ait harzburjitleri modal olmayan dinamik ergime modeline göre Ni/Yb-Yb grafiğinde %17-25 arasında kısmi ergimeye uğradığı gözlenmekte olup en fazla kısmi ergimeye %24-25 ergime derecesi ile HT13 numunesinin uğradığı görülmektedir. Orhaneli bölgesi ofiyolitine ait harzburjitlerin ise %22-34 arasında kısmi ergimeye maruz kaldığı gözlenmekte olup en fazla kısmi ergimeye ise %32'den fazla kısmi ergime derecesi ile KM7A-KM8A nolu harzburjit örnekleri uğramıştır.
7. Harmancık ve Orhaneli bölgesindeki ofiyolitlerin peridotitlerine ait harzburjit ve lerzolitler için çift-piroksen (Opx-Cpx) jeotermometreleri, dunitler için olivin-spinel jeotermometreleri kullanılarak sıcaklık-basınç hesaplamaları gerçekleştirilmiştir. Harmancık (Bursa) bölgesi ofiyolitine ait peridotitlerde yapılan sıcaklık hesaplamalarına göre lerzolitler için 748±52 °C, harzburjitler için 826±49 °C, dunitler için ise 755 °C sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Basınç hesaplamalarına göre de lerzolitler için 19.12 kbar, harzburjitler için ise 16.80 kbar basınç değerleri hesaplanmıştır. Orhaneli (Bursa) bölgesi ofiyolitine ait peridotitlerde yapılan sıcaklık hesaplamalarına göre lerzolitler için 1391±26 °C, dunitler 738±70 °C sıcaklık değerleri hesaplanmıştır. Basınç hesaplamalarına göre de lerzolitler 15 kbar basınç değeri hesaplanmıştır.

   Harmancık bölgesi ofiyolitine ait peridotitlerin ortalama 65.49±4 km derinlikte, Orhaneli ofiyolitine ait peridotitlerin ise ortalama 54.8±3 km derinlikte oluştuğu anlaşılmaktadır. Arazi gözlemleri ışığında; Harmancık bölgesindeki peridotitler ve bunlarla ilişkili kromititlerin kabuk-manto sınırından daha derinde, Orhaneli bölgesindeki peridotitler ve ilişkili kromititlerin ise kabuk-manto sınırına daha yakın bir derinlikte oluşması gerektiği sonucu, hesaplanan basınç değerleri ile de uyumluluk sunmaktadır.
8. Harmancık ve Orhaneli bölgesi ofiyolitlerinde yüzeylenen peridotitlerin klinopiroksenleri yüksek Mg#, düşük %Cr_2O_3 ve ortopirokseleri ise düşük %Al_2O_3 içeriği ile temsil edilmekte olup yay önü ortamında oluşan peridotitleri işaret etmektedir.
9. Harmancık ofiyolitine ait peridotitlerdeki kromitler yüksek Cr#(Cr/Cr+Al) ve Mg#(Mg/Mg+Fe+2) içeriklerine sahip olup çoğunlukla boninit ve az oranda da yay önü peridotitleri alanına düşmektedir. Bunun yanısıra, Orhaneli ofiyolitine ait peridotitlerdeki kromitler ise göreceli olarak daha düşük Mg#(Mg/Mg+Fe+2) numarasına sahip olup genellikle yay önü peridotitleri alanı içerisinde kalmaktadır. Her iki bölgede yer alan kromitler manto peridotitlerinin ~ %35-45 civarında kısmi ergimeye uğraması sonucunda oluşmuşlardır.
10. Harmancık bölgesi peridotitleri içerisindeki kromitlerin ortalama Cr# (Cr/Cr+Al) içerikleri 0.79, Orhaneli bölgesi peridotitleri içerisindeki kromitlerin ortalama Cr# (Cr/Cr+Al) içerikleri ise 0.8 olup dolayısıyla Yüksek-Cr numaralı kromitler olarak değerlendirilebilmektedir. Harmancık ve Orhaneli kromitleri yüksek Cr ve düşük %TiO_2 oranları içermekte olup okyanusal yay ortamı özellikleri sunmaktadırlar.

11. Harmancık ofiyolitinde yer alan kromititler %9.82-13.06 civarında Al_2O_3 ve %1.11-1.38 oranında FeO/MgO bileşimine sahip, Orhaneli ofiyolitinde yer alan kromititler ise %10.81-11.07 civarında Al_2O_3 ve %1.29-1.32 oranında FeO/MgO bileşimine sahiptir. Hesaplanan ana magma bileşimleri, bölgedeki ofiyolitlere ait peridotitler içerisindeki krom spinelleri oluşturan magma kaynağının boninitik magmalara büyük benzerlik sunduğunu işaret etmektedir.
12. Harmancık bölgesinde kromit cevherleşmeleri Harmancık ilçesinin güney ve kuzey kesimlerinde gerek cevherleşmelerin duruşları gerekse oluşan cevherlerin boyut ve rezervleri bakımından karakteristik olarak farklılıklar sunmaktadır.

    Harmancık ilçesinin güneyinde Kozluca köyü civarında detay jeoloji haritası çıkartılmış ve ayrıca Harmancık bölgesinde yüzeylenen ultramafik tektonitler içerisinde yer alan 100 mostra ve 13 ocaktan doğrultu eğim ölçümleri yapılmıştır. Ayrıca bölgede yer alan 10 adet krom ocağında cevher geometrileri hazırlanmıştır. Cevherleşmelerin K327° doğrultusunda, 49.6° eğim yönünde ve 58 miktarında olduğu tespit edilmiştir (Şekil 4.74).

    Harmancık ilçesinin kuzeyinde Miran Mevkii civarında yer alan 4 kromit ocağı ve 29 kromit mostrası üzerinden doğrultu, eğim yönü ve eğim miktarı ölçümleri yapılmış ve yapılan ölçümler neticesinde bölgedeki cevherleşmelerin K49° doğrultusunda, 340° eğim yönünde ve 55° eğim miktarında olduğu tespit edilmiştir.
13. Harmancık ultramafik tektonitlerinin içerisinde birçok kromit ocağı bulunmakta olup Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü (MAPEG) kayıtlarına göre 2004-2021 yılları arasından 2,280,156.38 ton kromit üretilmiştir. MAPEG kayıtlarına göre bölgede 2021 yılı sonu itibari ile 6,374,756.10 ton görünür kromit rezervi bulunmaktadır. Harmancık ofiyoliti içerisinde bulunan harzburjitler içerisinde bulunan krom spineller ortalama 0.46 Cr# oranına, ortopiroksenler ise ortalama 0.16 Cr# oranına sahip olup büyük krom yataklarının oluşması için uygun yan kayaç (harzburjit) olarak değerlendirilmektedir. Bu petrolojik özellikler, Harmancık ofiyolitinde MAPEG verilerine göre 2021 yılı sonu itibari ile 6 milyon ton kromit rezervi bulunmasını ve 2004-2021 yılları arasında 2 milyon ton üretim yapılmasını da açıklamaktadır.

KAYNAKLAR

Afonso, J.C., Zlotnik, S., Fernandez, M., 2008. The Effects of Compositional and Rheological Stratifications on Small-Scale Convection Under The Oceans: Implications for The Thickness of Oceanic Lithosphere and Seafloor Flattening. Geophysical Research Letters, 35:20.

Ahmed, A. H., Hanghøj, K., Kelemen, P. B., Hart, S. R. ve Arai, S.,2006. Osmium Isotope Systematics of The Proterozoic and Phanerozoic Ophiolitic Chromitites: In Situ Ion Probe Analysis Of Primary Os-Rich PGM. Earth Planet. Sci. Lett. 245,:777–791.

Ahmed, A., ve Arai, S. 2002. Unexpectedly High-Pge Chromitite From The Deeper Mantle Section of The Northern Oman Ophiolite and Its Tectonic Implications. Contrib. Miner. Petrol. 143, 263–278.

Ahmed, A.H., ve Habtoor, A., 2015. Heterogeneously Depleted Precambrian Lithosphere Deduced from Mantle Peridotites and Associated Chromitite Deposits of Al'ays Ophiolite, Northwestern Arabian Shield, Saudi Arabia. Ore Geology, Rev. 67. 279296.

Akbulut, M., 2018. Investigation of Silicate Micro-inclusions from Orhaneli and Harmancik Chromitites (NW Turkey): New Ultrahigh-Pressure Evidence From Western Tethyan Ophiolitic Chromitites. Ofioliti, 43(1): 1-22.

Alabaster T., Pearce J.A., ve Malpas J., 1982. The Volcanic Stratigraphy and Petrogenesis of The Oman Ophiolite Complex: Contributions to Mineralogy and Petrology, 81: 168- 183, DOI: 10.1007/Bf00371294

Alkan, E., 2015. Orhaneli (Bursa) dolayının neojen stratigrafisi, neotektonik yapıları ve mineral yatakları ile ilişkisi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 67s.

Allahyari, K., Saccani, E., Rahimzadeh, B., ve Zeda, O., 2014. Mineral Chemistry and Petrology of Highly Magnesian Ultramafic Cumulates from The Sarve-Abad (Sawlava) Ophiolites (Kurdistan, NW Iran): New Evidence for Boninitic Magmatism in Intra-Oceanic Fore-Arc Setting in The Neotethys Between Arabia and Iran. Journal of Asian Earth Sciences, 79: 312-328.

Alparslan, G., ve Dilek, Y., 2018. Seafloor Spreading Structure, Geochronology and Tectonic Evolution of The Küre Ophiolite, Turkey: A Jurassic Continental Backarc Basin Oceanic Lithosphere in Southern Eurasia. Lithosphere, 10:14-34.

Al-Riyami, K., ve Robertson, A.H.F., 2002. Mesozoic Sedimentary and Magmatic Evolution of The Arabian Continental Margin, Northern Syria: Evidence from The Baer-Bassit Melange. Geological Magazine,139: 395- 420.

Altunkaynak, Ş., 2007. Collision-Driven Slab Breakoff Magmatism in Northwestern Anatolia, Turkey. Journal of Geology, 115: 63-82.

Andrew, T., ve Robertson, A.H.F., 2002. The Beyşehir–Hoyran–Hadim Nappes: Genesis and Emplacement of Mesozoic Marginal and Oceanic Units of The Northern Neotethys in Southern Turkey. Journal of The Geological Society London, 159: 529-543.

Anonymous, 1972. Penrose Field Conference on Ophiolites. Geotimes. 17: 24-25.

Arai, S. 2021. Genetic Link Between Podiform Chromitites in The Mantle and Stratiform Chromitites in The Crust: A Hypothesis. Minerals 11: 209.

Arai, S., 1992. Chemistry of Chromian Spinel in Volcanic Rocks as A Potential Guide To Magma Chemistry Mineralogical Magazine,56: 383.Arai, S., 1994b. Compositional Variation of Olivine-Chromian Spinel in Mg-Rich Magmas as A Guide to Their Residual Spinel Peridotites. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 59 (4): 279-293.

Arai, S., 1992. Petrology of Peridotites as a Tool of Insight into Mantle Processes: A Review. Journal Of Mineralogy, Petrology And Economic Geology, 87: 351–363.

Arai, S., 1994a. Characterization of Spinel Peridotites by Olivine–Spinel Compositional Relationships: Review and Interpretation. Chemical Geology, 113: 191– 204.

Arai, S., 1995. Possible Sub-Arc Origin of Podiform Chromitites. Island Arc 4: 104-11.

Arai, S., 1997a. Control of Wall-Rock Composition on The formation of Podiform Chromitites As A Result of Magma/Peridotite interaction. Resource Geology, 47: 177–87.

Arai, S., 1997b. Origin of Podiform Chromitites. Journal of Asian Earth Sciences ,15: 303-310.

Arai, S., 2010. Possible Recycled Origin for Ultrahigh-Pressure Chromitites in Ophiolites. Journal of Mineralogical and Petrological Sciences,105: 280–285.

Arai, S., 2013. Conversion of Low-Pressure Chromitites to Ultrahigh-Pressure Chromitites by Deep Recycling: A Good Inference. Earth And Planetary Science Letters, 379: 81–87.

Arai, S., Kadoshima, K., ve Morishita, T., 2006. Widespread Arc-Related Melting in The Mantle Section of The Northern Oman Ophiolite as Inferred from Detrital Chromian Spinels. Journal of The Geological Society London, 163: 869-879

Arai, S., Natsue, A., Hirai, H., ve Shimizu, Y., 2001. Geological, Pertrographical and Petrological Characteristics of Ultramafic-Mafic Xenoliths in Kurose and Takashima, Northen Kyushu, Southwestern Japan. Science Reports of The Kanazawa University, 46: 9-38.

Arai, S., Okamura, H., Kadoshima, K., Tanaka, C., Suzuki, K., ve Ishimaru, S., 2011. Chemical Characteristics of Chromian Spinel in Plutonic Rocks: Implications for Deep Magma Processes and Discrimination of Tectonic Setting. Island Arc 20: 125–137.

Arai, S., Uesugi, J., ve Ahmed, A.H., 2004. Upper Crustal Podiform Chromitite from The Northern Oman Ophieolite as The Stratigraphically Shallowest Chromitite in Ophiolite and Its Implication for Cr Concentration. Contribution to Mineralogy and Petrology,147: 145-154.

Arai, S., ve Ahmed, A. H. (2018). Secular Change Of Chromite Concentration Processes From The Archean To The Phanerozoic. In Processes And Ore Deposits Of Ultramafic-Mafic Magmas Through Space And Time,139-157.

Arai, S., ve Abe, N., 1995. Reaction of Orthopyroxene in Peridotite Xenoliths with Alkali Basalt Melt and Its Implication for Genesis of Alpine-Type Chromitite. American Mineralogists, 80(9): 1041-1047.

Arai, S., ve Ishimaru, S., 2008. Insights into Petrological Characteristics of The Lithosphere of Mantle Wedge Beneath Arcs Through Peridotite Xenoliths: A Review Journal of Petrology, 49(4): 665-695.

Arai, S., ve Miura, M. 2015. Podiform Chromitites Do form Beneath Mid-Ocean Ridges. Lithos, 232:143-149.

Arai, S., ve Miura, M. 2016a. Formation and Modification of Chromitites in The Mantle. Lithos, 264: 277-295.

Arai, S., ve Miura, M., 2016. Formation and Modification of Chromitites in The Mantle. Lithos, 264, 277-295.

Arai, S., Yurimoto, H., 1994. Podiform Chromitites from The Tari-Misaka Ultramafic Complex, Southwestern Japan, as a Melt Mantle Interaction Products. Economic Geology 89, 1279–1288.

Asutay, H.J., Küçükayman, A., ve Gözler, M.Z., 1989. Dağküplü (Eskişehir Kuzeyi) ofiyolit Karmaşığının Stratigrafisi, Yapısal Konumu ve Kümülatların Petrografisi. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 109, 1-8.

Ataman, G. 1972. Orhaneli Granodiyoritik Kütlesinin Radyometrik Yaşı. Türkiye Jeoloji Bülteni, 15 (2) : 125-130.

Augé, T., 1987. Chromite Deposits in The Northern Oman Ophiolite: Mineralogical Constraints. Mineralium Deposita ,22: 1-10.

Bacak, G., ve Uz, B. 2003. Dağardi Güneyi (Kütahya) ofiyolitinin Jeolojisi Ve Jeokimyasal Özellikleri. ITÜ Dergisi, 2(4): 86-98.

Bağcı, U,. 2004. Kizildağ (Hatay) ve Tekirova (Antalya) ofiyolitlerinin jeokimyasi ve petrolojisi. Doktora tezi, Çukurova Üniversitesi, Adana,224s.

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

Bağcı, U., Parlak, O., ve Höck, V., 2006. Geochemical Character and Tectonic Environment of Ultramafic to Mafic Cumulate Rocks from The Tekirova Antalya Ophiolite Southern Turkey. Geological Journal, 41: 193-219.

Bağcı, U., Parlak, O., ve Höck, V., 2008. Geochemistry and Tectonic Environment of Diverse Magma Generations forming The Crustal Units of The Kizildağ (Hatay) Ophiolite Southern Turkey. Turkish Journal of Earth Sciences, 17:43-71.

Bağcı, U., ve Parlak, O., 2003. Okyanus İçi Dalma-Batma Zonu Evriminin Gençlik Dönemindeki Okyanusal Kabuk Oluşumu: Kızıldağ Ofiyoliti, Neotetis'in Yavaş-Yayılan Sırt Ekseni (Güney Türkiye). 20. Yil Jeoloji Sempozyumu, Isparta,151-152.

Bağcı, U.,ve Parlak, O., 2009. Petrology of The Tekirova (Antalya) Ophiolite (Southern Turkey): Evidence for Diverse Magma Generations and Their Tectonic Implications During Neotethyan-Subduction. International Journal of Earth Sciences, 98(2):387-405.

Bai, W.J., Zhou, M.F., Robinson, P.T., 1993. Possibly Diamond-Bearing Mantle Peridotites and Podiform Chromitites in The Luobusa and Donqiao Ophiolites, Tibet. Canadian Journal of Earth Science, 30: 1650–1659.

Ballhaus, C., Berry, R.,ve Green, D., 1991. High Pressure Experimental Calibration of The Olivine-Orthopyroxene-Spinel Oxygen Geobarometer: Implications for The Oxidation State of The Upper Mantle. Contributions to Mineralogy and Petrology, 107(1): 27-40.

Barnes, S.J., ve Roeder, P.L., 2001. The Range of Spinel Compositions in Terrestrial Mafic and Ultramafic Rock. Journal of Petrology, 42(12): 2279-2302.

Barrier, E., Virelynck, B., Bergerat, F., Mosar, J., Poisson, A., ve Sosson, M., 2008. Palaeotectonic Maps of The Middle East: Tectono-Sedimentary-Palinspastic Maps from Late Norian to Pliocene. In: Atlas of 14 Maps tt 1/18,500,000, CGMW, Paris, France.

Baş, H., 1986. Domaniç-Tavşanlı-Kütahya-Gediz Yöresinin Tersiyer Jeolojisi. Jeoloji Mühendisliği, 27: 11-18.

Batanova, V.G., ve Sobolev, A.V., 2000 Compositional Heterogeneity in Subduction-Related Mantle Peridotites,Troodos Massif, Cyprus. Geology, 28(1): 55-58

Beard, J., 1986. Characteristic Mineralogy of Arc-Related Cumulate Gabbros: Implications for The Tectonic Setting of Gabbroic Plutons and for Andesite Genesis. Geology, 14(10):848

Bébien, J., Shallo, M., Manika, K., ve Gega, D., 1998. The Shebenik Massif (Albania): A Link Between MOR- and SSZ-Type Ophiolites?. Ofioliti, 23: 7-15.

Beccaluva, L., Coltorti, M., Giunta, G., ve Siena, F., 2004. Tethyan vs. Cordilleran Ophiolites: A Reappraisal of Distinctive Tectono-Magmatic Features of Supra-Subduction Complexes in Relation To The Subduction Mode. Tectonophysics, 393: 163-174.

Bedard, J. H., Lauziere, K., Tremblay, A., Sangster, A., ve Tellier, M., 1998. Evidence from Betts Cove Ophiolite Boninites for Forearc Acknowledgements Seafloor-Spreading. Tectonophysics, 284: 233-245.

Bedard, J.H., 1999. Petrogenesis of Boninites From The Betts Cove Ophiolite, Newfoundland, Canada: İdentification of Subducted Source Components. Journal of Petrology, 40: 1853-1889.

Bédard, J.H., Hébert, R., 1998. Formation of Chromitites by Assimilation of Crustal Pyroxenites and Gabros into Peridotitic Intrusions: North Arm Mountain Massif, Bay of Islands Ophiolite, Newfoundland, Canada..Journal Of Geophysical Research, 103: 5165–5184.

Berger, S., Cochrane, D., Simons, K., Savov, I., Ryan, J.G., ve Peterson, V.L., 2001. Insights from Rare Earth Elements into The Genesis of The Buck Creek Complex, Clay County, NC. Southeastern Geology, 40 (3): 201-212.

Bonatti, E., Peyve, A., Kepezhinskas, P., Kurentsova, N., Seyler, M., Skolotnev, S., ve Udintsev, G., 1992. Upper Mantle Heterogeneity Below The Mid-Atlantic Ridge, 0°-15°N. Journal of Geophysical Research Journal of Geophysical Research, 97(B4):4461-4476.

Borcher, H., (1964) Kromit Şirketinin Harmancık ve Göynük-Belenköy (Bursa Vil.) Kromit Yataklan. M.T.A. Rap. No. 3365 (Yayınlanmamış), Ankara.

Borchert, H., ve Uzkut, İ., 1967. Harmancık (Bursa İli) Kuzeybatısındaki Krom Cevheri Yatakları. Bulletin of The Mineral Research and Exploration, 68 (68):49-63.

Borisova, A.Y., Ceuleneer, G., Kamenetsky, V.S., Arai, S., Béjina, F., Abily, B., Bindeman, I.N., Polvé, M., De Parseval, P., Aigouy, T., ve Pokrovski, G.S., 2012. A New View on The Petrogenesis of The Oman Ophiolite Chromitites from Microanalyses of Chromite-Hosted Inclusions. Journal Of Petrology, 53:2411–2440.

Bortolotti, V., Marroni, M., Pandolfi, L., Principi, G., ve Saccani, E., 2002. Interaction Between Mid-Ocean Ridge and Subduction Magmatism in Albanian Ophiolites. Journal of Geology 110: 561-576.

Boudier, F., Chouchz, J.F., Nicolas, A., Cannat, M., Ceuleneer, G., Misseri, M. ve Monthgy, R., 1985. Kinematics of Oceanic Thrusting in The Oman Ophiolite, Model for Plate Convergence. Earth and Planetary Science Letters, 75: 215- 222.

Boudier, F., ve Nicolas, A., 1985. Harzburgite and Lherzolite Subtypes in Ophiolitic and Oceanic Environments. Earth and Planetary Science Letters, 76: 84-92.

Bragin, N.Y., ve Tekin, U.K., 1996. Age of Radiolarian Chert Blocks from The Senonian Ophiolitic Melange (Ankara, Turkey). The Island Arc, 5: 114-122.

Brey, G.P., Kohler, T., 1990. Geothermobarometry in Four-Phase Lherzolites II. New Thermobarometers, and Practical Assessment of Existing Thermobarometers. Journal of Petrology, 31, 1353–1378.

Brogniart, A., 1827. Classification Et Caracteres Mineralogique Des Roches Homogenes Et Heterogen, F. G. Levrault, Paris.

Brunelli, D., Seyler, M., Cipriani, A., Ottolini, L., ve Bonatti, E., 2006. Discontinuous Melt Extraction and Weak Refertilization of Mantle Peridotites at The Vema Lithospheric Section Mid-Atlantic Ridge. Journal of Petroleum Science and Engineering, 47: 745-771.

Bürküt, Y., 1966. Kuzeybatı Anadolu'da Yer Alan Plutonlarin Mukayeseli Jenetik Etüdü. İstanbul Teknik Üniversitesi, İstanbul,272s.

Cabanis, B., ve Lecolle, M., 1989. Le Diagramme La/10-Y/15-Nb/8: Un Outil Pour La Discrimination Des Séries Volcaniques Et La Mise En Évidence Des Processus De Mélange Et/Ou De Contamination Crustale. Comptes Rendus Académie Sciences, 309: 2023-2029.

Casey, J.F., ve Dewey, J.F., 1984. Initiation of Subduction Zones. In: Gass, I.G, Lippard, S.J. & Shelton, A.W. (Eds) Ophiolites and Oceanic Lithosphere. Geological Society, London, Special Publications, 13, 269-290.

Cassard, D., Nicolas, A., Rabinovitch, M., Moutte, J., Leblanc, M., ve Prinzhofer, A., 1981. Structural Classification of Chromite Pods in Southern New Caledonia. Economic Geology 76: 805–831.

Chen, C., De Hoog, J.C.M., Su, B.X., Wang, J., Uysal, İ., ve Xiao, Y., 2020. Formation Process of Dunites and Chromitites in Orhaneli and Harmancik Ophiolites (NW Turkey): Evidence From in-Situ Li Isotopes and Trace Elements in Olivine. Lithos: 376-377: 1-12.

Chen, C., Su, B.X., Jing, J.J., Xiao, Y., Lin, W., Chu, Y., Liu, X., ve Bai, Y. 2018. Geological Records of Subduction initiation of Neo-Tethyan Ocean: Ophiolites and Metamorphic Soles in Southern Turkey. Acta Petrologica Sinica, 34, 3302-3314 (in Chinese with English Abstract).

Coleman, R.G., 1971. Plate Tectonic Emplacement of Upper Mantle Peridotites Along Continental Edges. Journal of Geophysical Research, 76: 1212-1222.

Coleman, R.G., 1977. Ophiolites-Ancient Oceanic Lithosphere? Springer, Berlin, 229p.

Coleman, R.G., 2000. Perspecting for Ophiolites Along The California Continental Margin. In: Dilek, Y., Moores, E.M., Elthon, D., Nicolas, A. (Eds.), Ophiolites and Oceanic Crust: New Insights From Field Studies and The Ocean Drilling Program. Geological Society of America Special Paper, 349:351-364.

Collins, A.S. ve Robertson, A.H.F., 1998. Processes of Late Cretaceous To Late Miocene Episodic Thrust-Sheet Translation in The Lycian Taurides, SW Turkey. Journal of The Geological Society,London, 155: 759-772.

Çelik, Ö.F., 2007. Metamorphic Sole Rocks and Their Mafic Dykes in The Eastern Tauride Belt Ophiolites (Southern Turkey): Implications for OIB-Type Magma Generation Following Slab Break-off. Geological Magazine, 144: 849-866.

Çelik, Ö.F., Chiaradia, M., Marzoli, A., Billor, Z., ve Marschik, R., 2013. The Eldivan Ophiolite and Volcanic Rocks in The İzmir- Ankara-Erzincan Suture Zone, Northern Turkey: Geochronology, Whole-Rock Geochemical and Nd–Sr–Pb İsotope Characteristics. Lithos, 172-173:31-46.

Çelik, Ö.F., Chiaradia, M., Marzoli, A., Özkan, M., Billor, Z., ve Topuz, G., 2016. Jurassic Metabasic Rocks in The Kizilirmak Accretionary Complex (Kargi Region, Central Pontides, Northern Turkey). Tectonophysics, 672: 34–49.

Çelik, Ö.F., Delaloye, M., ve Feraud, G., 2006. Precise 40 Ar-39 Ar Ages From The Metamorphic Sole Rocks of The Tauride Belt Ophiolites, Southern Turkey: Implications for The Rapid Cooling History. Geological Magazine, 143: 213-227.

Çelik, Ö.F., Marzoli, A., Marschik, R., Chiaradia, M., and Mathur, R., 2017. Geochemical, Mineralogical and Re-Os İsotopic Constraints on The Origin Of Tethyan Oceanic Mantle and Crustal Rocks from The Central Pontides, Northern Turkey. Mineralogy And Petrology, DOI 10.1007/S00710-017-0519-X.

Çelik, Ö.F., Marzoli, A., Marschik, R., Chiaradia, M., Neubauer, F., ve Öz, İ., 2011. Early–Middle Jurassic intra-Oceanic Subduction in The İzmir-Ankara-Erzincan Ocean, Northern Turkey: Tectonophysics, 509(1-2):120-134.

Çelik, Ö.F., Özkan, M., Chelle-Michou, C., Sherlock, S., Marzoli, A., Ulianov, A., Altintaş, İ.A., ve Topuz, G., 2019. Blueschist Facies Overprint of Late Triassic Tethyan Oceanic Crust in A Subduction-Accretion Complex in North-Central Anatolia, Turkey. Journal of The Geological Society, 176: (945-957). DOI:10.1144/Jgs2018-045

Çelik, Ö.F., ve Delaloye, M., 2003. Origin of Metamorphic Soles and Their Post-Kinematic Mafic Dykes Swarms in The Antalya and Lycian Ophiolites, SW Turkey. Geological Journal, 38: 235–256.

Çelik, Ö.F.C. ve Chiaradia, M., 2008. Geochemical and Petrological Aspects of Dike intrusions in The Lycian Ophiolites (SW Turkey): A Case Study for The Dike Emplacement Along The Tauride Belt Ophiolites. International Journal of Earth Sciences, 97(6):1151-1164.

Çetinkaplan, M., Candan, O., Oberhänsli, R., ve Bousquet, R., 2008. Pressure-Temperature Evolution of Lawsonite Eclogite in Sivrihisar; Tavşanlı Zone-Turkey. Lithos, 104: 12-32.

Çevik, E., 2006. Topuk Köyü ve civarındaki (Orhaneli, Bursa) dünitlerin minerolojik ve jeokimyasal özellikleri ve olivin açisindan endüstriyel kullaniminin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 91s.

Çoğulu, H. E., 1975. Hatay Ultramafitlerinin Jeolojisi ve Petrolojisi, Proje TBAG-62 (TÜBİTAK), Türkiye, 90s.

Çoğulu, H.E., Delaloye, M., Vuagnat, M., ve Wagner, J. J., 1976. Some Geochemical, Geochronological and Petrophsical Data on The Ophiolitic Massif The Kizildağ Hatay Turkey. Compte Rendu Des Seances De La Societe De Physique Et D'historie Naturelle De Geneve, 10(2-3):141-150.

Çörtük, R.M., Çelik, Ö.F., Özkan, M., Marzoli, A., ve Alkan, A., 2022. The Origin and P-T Conditions of The Metamorphic Sole Rocks Beneath The Late Cretaceous Pinarbaşi Ophiolite, Eastern-Central Anatolia. International Geology Review, 1-21.

Çörtük, R.M., Çelik, Ö.F., Özkan, M., Sherlock, S.C., Marzoli, A., AltIntaş, İ.E., ve Topuz G., 2016. Origin and Geodynamic Environments of The Metamorphic Sole Rocks From The İzmir–Ankara-Erzincan Suture Zone (Tokat, Northern Turkey). International Geology Review, 58(15): 1839-1855.

Dangerfield, A., Harris, R., Sarıfakıoğlu, E., Dilek, Y., 2011. Tectonic Evolution of The Ankara Mélange and Associated Eldivan Ophiolite Near Hançili, Central Turkey. In:Wakabayashi, J., Dilek, Y. (Eds.), Melange: Processes of Formation and Societal Significance: The Geological Society Of America Special Paper, 480: 143–169.

Das, S., Basu, A.R., Mukherjee, B.K., 2017. In Situ Peridotite Diamond in Indus Ophiolite Sourced from Hydrocarbon Fluids in The Mantle Transition Zone. Geology, 45;755–758.

Davis, P.B., ve Whitney, D.L., 2006. Petrogenesis of Lawsonite and Epidote Eclogite and Blueschist, Sivrihisar Massif, Turkey. Journal of Metamorphic Geology, 24: 823-849.

Davis, P.B., ve Whitney, D.L., 2008. Petrogenesis and Structural Petrology of High-Pressure Metabasalt Pods, Sivrihisar, Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 156: 217-241.

Delaloye, M., Pişkin, Ö., Selçuk, H., Vuagnat, M.,ve Wagner, J. J., 1980. Geological Section Through The Hatay Ophiolite Along The Mediterranean Coast, Southern Turkey. Ofioliti, 5 (2-3):205-216.

Delaloye, M., ve Bingöl, E., 2000. Granitoids from Western and Nortwestern Anatolia: Geochemistry and Modeling of Geodynamic Evolution. International Geology Review, 42: 241-268.

Delaloye, M., Vuagnat, M. ve Wagner, J. J., 1977. K-Ar Ages, from Kızıldağ Ophiolitic Complex (Hatay, Turkey) and Their Interpretation. International Symposium on The Structural History of The Mediterranean Basins, Split (Yugoslavia), Paris.

Deschamps, F., S, Guillot., M, Godard., M, Andreani., ve K. Hattori., 2011.Serpentinites Act as Sponges for Fluidmobile Elements in Abyssal and Subduction Zone Environments. Terra Nova, 23(3): 171-178.

Dewey, J. F., Pitman, W. C., Ryan, W.B.F., ve Bonnin, J., 1973. Plate Tectonics and The Evolution of The Alpine System. Geological Society of America Bulletin, 84 (10): 3137-3180.

Dewey, J.F. ve Bird, J.M., 1970. Mountain Belts and The New Global Tectonics. Journal of Geophysical Research, 75: 2625-2647.

Dick, J. B. H., ve Bullen, T., 1984. Chromian Spinel as A Petrogenetic indicator in Abyssal and Alpine-Type Peridotites and Spatially Associated Lavas. Contributions to Mineralogy and Petrology 86: 54–76.

Dickey, J.S., 1975. A Hypothesis of Origin for Podiform Chromite Deposits. Geochimica Et Cosmochimica Acta 39; 1061–1074.

Dickinson, W.R., Schweikert, R.A., ve Ingersoll, R.V., 1996.Coast Range Ophiolite As Back-Arc–Inter-Arc Basin Lithosphere. GSA Today, 6(2): 2-3.

Dilek, Y. ve Furnes, H.,2014. Ophiolites and Their Origins. Elements, 10: 93–100 (2014).

Dilek, Y., Moores, E.M., ve Ramsden, T.W. 1990. Tectonic Evolution of The Troodos Ophiolite within The Tethyan Framework. Tectonics, 9: 811-823.

Dilek, Y., 2005. Cordilleran- Versus Tethyan-Type Ophiolites and Global Tectonics. American Geophysical Union, Fall Meeting 2005,T11C-0398.

Dilek, Y., Furnes ,H., ve Shallo, M., 2007. Suprasubduction Zone Ophiolite Formation Along The Mesozoic Periphery of Gondwana. Gondwana Research, 11(4): 453-475.

Dilek, Y., Furnes, H., ve Shallo, M. 2008. Geochemistry of The Jurassic Mirdita Ophiolite (Albania) and The Morb To Ssz Evolution of A Marginal Basin Oceanic Crust. Lithos, 100:(1-4), 174-209.

Dilek, Y., Moores, E.M., Delaloye, M., ve Karson, J.A. 1991. Amagmatic Extension and Tectonic Denudation in The Kizildag Ophiolite, Southern Turkey: Implications for The Evolution of Neotethyan Oceanic Crust. in: Peters Bj, Editor. Ophiolite Genesis and Evolution of The Oceanic Lithosphere, 485-500.

Dilek, Y., Shallo, M., ve Furnes, H., 2005, Rift-Drift, Seafloor Spreading and Subduction Tectonics of Albanian Ophiolites. International Geology Review, 47(2): 147-176.

Dilek, Y., Thy, P., Hacker, B., ve Grundvig, S., 1999. Structure and Petrology of Tauride Ophiolites and Mafic Dyke intrusions (Turkey): İmplications for The Neotethyan Ocean. Geological Society of America Bulletin, 111: 1192-1216.

Dilek, Y., ve Flower, M.F.J., 2003. Arc-Trench Rollback and Forearc Accretion: 2. A Model Template for Ophiolites in Albania, Cyprus, and Oman. Geological Society, London, Special Publications, 218: 43-68.

Dilek, Y., ve Furnes, H., 2009. Structure and Geochemistry of Tethyan Ophiolites and Their Petrogenesis in Subduction Rollback Systems. Lithos, 113(1-2), 1-20.

Dilek, Y., ve Thy, P. 1998. "Structure, Petrology and Seafloor Spreading Tectonics of The Kizildağ Ophiolite, Turkey'', in: Modern Ocean Floor Processes and The Geological Record (Edited By Mills, R.A and Harrison, K.). Geological Society, London, Special Publications, 148(1), 43-69.

Dilek, Y., ve Thy, P., 2006. Age and Petrogenesis of Plagiogranite intrusions in The Ankara Melange, Central Turkey. Island Arc, 15(1): 44-57

Dilek, Y., ve Thy, P., 2009. Island Arc Tholeiite to Boninitic Melt Evolution of The Cretaceous Kizildag (Turkey) Ophiolite: Model for Multi-Stage Early Arc-Forearc Magmatism in Tethyan Subduction Factories: Lithos, 113 (1-2): 68-87.

Dilek, Y., ve Whitney, D.L., 1997. Counterclockwise P-T-T Trajectory From The Metamorphic Sole of A Neo-Tethyan Ophiolite (Turkey). Tectonophysics, 280: 295-310.

Dilek, Y.,Moores, E.M., 1990. Regional Tectonics of The Easternmediterranean Ophiolites. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A., Xenophontos, C. (Eds.), Ophiolites and Oceanic Crustal Analogues Proceeding Of The Symposium'Troodos 1987'. The Geological Survey Department, Nicosia, Cyprus, 295–309.

Dilek, Y.,ve Furnes, H. 2011. Ophiolite Genesis and Global Tectonics: Geochemical and Tectonic Fingerprinting of Ancient Oceanic Lithosphere, Geological Society of America Bulletin,· 123(3-4): 387-411.

Dimo-Lahitte, A., Monie, P., Vergely, P., 2001. Metamorphic Soles from The Albanian Ophiolites: Petrology, 40Ar/39Ar Geochronology, and Geodynamic Evolution. Tectonics 20: 78–96.

Dönmez, C., Keskin, S., Günay K., Çolakoğlu, A.O., Çiftçi, Y., Uysal, İ., Türkel, A., Nail., ve Yildirim N., 2014. Chromite and Pge Geochemistry of The Elekdağ Ophiolite (Kastamonu, Northern Turkey): Implications for Deep Magmatic Processes in A Supra-Subduction Zone Setting. Ore Geology Reviews, 57:216-228.

Duncan, R.A., ve Green, D.H. 1980. The Role of Multi-Stage Melting in The formation of Oceanic Crust. Geology, 8:22-28.

Dupuis, C.V., Hèbert, R., Dubois-Côtè, V., Guilmette, C., Wang, C.S., Li, Y.L., ve Li, Z.J., 2005. The Yarlung Zangbo Suture Zone Ophiolitic Melange (Southern Tibet): New insights From Geochemistry of Ultramafic Rocks. Journal of Asian Earth Sciences, 25(6), 937-960.

Dündar, A. 2008. Harmancik (Bursa) yöresi peridotik kayaçlarinin minerolojik ve petrografik özelliklerinin incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, Karadeniz Teknik Üniversitesi, 45s.

Edwards, S.J., Pearce, J.A., ve Freeman, J., 2000. New İnsights Concerning The Influence of Water During The Formation of Podiform Chromite. In: Dilek Y., Moores E.M., Elthon D., Nicolas A. (Eds.), Ophiolites and Oceanic Crust: New Insights From Field Studies And The Ocean Drilling Program: Boulder, Colorado. Geological Society Of America Special Paper, 349:. 139–147.

Emre, H. 1986. Geology and Petrology of Orhaneli Ophiolite. Ph.D Thesis, İstanbul University, 154s.

Encarnación, J., 2004. Multiple Ophiolite Generation Preserved in The Northern Philippines and The Growth of An Island Arc Complex. Tectonophysics, 392(1):103-130

Fabries, J., 1979. Spinel-Olivine Geothermometry in Peridotites From Ultramafic Complexes. Contributions to Mineralogy and Petrology, 69: 329-336.

Flower, M.F.J., ve Dilek, Y., 2003. Arc-Trench Rollback and forearc Accretion: 1.A Collosion-induced Mantle Flow Model for Tethyan Ophiolites. in: Y. Dilek and P.T. Robinson (Eds.), Ophiolites in Earth History. Geological Society, London, Special Publications,218: 21-41.

Floyd, P.A., Winchester, J.A., Seston, R., Kryza, R., ve Crowley, Q.G., 2000. Review of Geochemical Variation in Lower Palaeozoic Metabasites from The Ne Bohemian Massif: Intracratonic Rifting and Plume-Ridge Interaction. In: Franke, W., Haak, V., Oncken, O., Tanner, D. (Eds.), Orogenic Processes: Quantification and Modelling in The Variscan Belt. Geological Society, London, Special Publications, 179: 155-174

Frost, D.J., ve McCammon, C., 2008. The Redox State of Earth's Mantle. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 36: 389–420.

Furnes, H., Pedersen, R.B., Hertogen, J., ve Albrektsen, B.A. 1992. Magma Development of The Leka Ophiolite Compleks, Central Norwegian Caledonides. Lithos, 27: 259-277.

Garuti, G., Pushkarev, E., Zaccarini, F., Cabella, R., ve Anikina, E., 2003. Chromite Composition and Platinum-Group Mineral Assemblage in The Uktus Uralian-Alaskan Type Complex (Central Urals, Russia). Mineralium Deposita, 38: 312–326.

Gass, I.G., 1968. Is The Troodos Massif of Cyprus A Fragment of Mesozoic Ocean Floor?. Nature, 221: 926-930.

Gass, I.G., Neary, C.R., Plant, J., Robertson, A.H.F., Simonian,K.O., Swewing, J.D.., Spooner, E.T.C., ve Wilson, R.A.M., 1975. Comments on ‘‘The Troodos Ophiolitic Complex Was Probably formed in An İsland Arc’’ By A. Miyashiro. Earth and Planetary Science Letters, 25: 236-238.

Gast, P.W., 1968. Trace Element Fractionation and The Origin of Tholeiitic and Alkalic Magma Types. Geochimica Et Cosmochimica Act ,32:1057-1086.

Gautier, Y., 1984. Déformations Et Métamorphismes Associés À La Fermeture Téthysienne En Anatolie Centrale (Région De Sivrihisar, Turquie). Ph.D Thesis, University Paris-Sud, 236s (Unpublished).

Gervilla, F., Gutiérrez-Narbona, R., Ve Fenoll Hach-Ali, P., 2002. The Origin of Different Types of Magmatic Mineralizations from Small-Volume Melts in The Lherzolite Massifs of The Serranía De Ronda. Journal of Spanish Mineralogical Society 25: 79–96.

Gervilla, F., Proenza, J.A., Frei, R., Gonzalez-Jimenez, J.M., Garrido, C.J., Melgarejo, J.C., Meibom, A., Díaz-Martínez, Ve R., Lavaut, W., 2005. Distribution of Platinumgroup Elements and Os İsotopes in Chromite Ores from Mayarí-Baracoa Ophiolitic Belt (Eastern Cuba). Contributions to Mineralogy and Petrology,150: 589–607.

Giunta, G., Beccaluva, L., Coltorti, M., Mortellaro, D., Siena, F., ve Cutupria, D., 2002b. The Peri-Caribbean Ophiolites: Structure, Tectono-Magmatic Significance and Geodynamic Implications. Caribbean Journal of Earth Sciences, 36: 1-20

Giunta, G., Beccaluva, L., Coltorti, M., ve Siena, F., 2002a. Tectono-Magmatic Significance of The Peri-Caribbean Ophiolitic Units and Geodynamic Implications. In: Jackson, T. (Ed.), Caribbean Geology, Transactions of The Fifteenth Caribbean Geological Conference. University of West indies Press, Kingston, Jamaica, 15-34.

González-Jiménez , J.M., Proenza, J.A., Gervilla, F., Melgarejo, J.C., Blanco-Moreno, J.A., Ruiz-Sánchez, R., ve Griffin, W.L., 2011. High-Cr and High-Al Chromitites From The Sagua De Tánamo District, Mayarí-Cristal Ophiolitic Massif (Eastern Cuba): Constraints on Their Origin From Mineralogy and Geochemistry of Chromian Spinel and Platinum-Group Elements. Lithos, 125: (101-121).

González-Jiménez, J.M., Augé, T., Gervilla, F., Bailly, L., Proenza, J.A., Griffin, W.L., 2011b. Mineralogy and Geochemistry of Platinum-Rich Chromitites from The Mantle–Crust Transition Zone at Ouen Island, New Caledonia Ophiolite. The Canadian Mineralogist, 49: 1549–1570.

González-Jiménez, J.M., Camprubí, A., Colás, V., Griffin, W.L., Proenza, J.A., O'Reilly, S.Y., Centeno-García, E., Garcia-Casco, A., Belousova, E., Talavera, C., Farré-De-Pablo, J., ve Satsukawa, T., 2017. The Recycling of Chromitites in Ophiolites from Southwestern North America. Lithos, 294-295: 53–72.

González-Jiménez, J.M., Gervilla, F., Griffin, W.L., Proenza, J.A., Auge, T., O'Reilly, S.Y., ve Pearson, N.J., 2012. Os-Isotope Variability within Sulfides from Podiform Chromitites. Chemical Geology, 291:224–235.

González-Jiménez, J.M., Griffin, W.L., Gervilla, F., Proenza, J.A., O'Reilly, S.Y., ve Pearson, N.J., 2014a. Chromitites in Ophiolites: How, Where, When, Why? Part I. A Review and New Ideas on The Origin and Significance of Platinum-Group Minerals. Lithos, 189: 127–139.

Gonzalez-Jimenez, J.M., Griffin, W.L., Proenza, J.A., Gervilla, F., O'reilly, S.Y., Akbulut, M., Pearson, N.J., ve Arai, S., 2013. Chromitites in Ophiolites: How, Where, When, Why?, Part II. A Review and New Ideas on The Crystallization of Chromitites. Lithos 189: 140-158.

González-Jiménez, J.M., Marchesi, C., Griffin, W.L., Gutiérrez-Narbona, R., Lorand, J.-P., O'Reilly, S.Y., Garrido, C.J., Gervilla, F., Pearson, N.J., Hidas, K., 2013. Transfer Of Os İsotopic Signatures From Peridotite to Chromitite in The Subcontinental Mantle: Insights From in Situ Analysis of Platinum-Group and Basemetal Minerals (Ojén Peridotite Massif, Southern Spain). Lithos, 164-167: 74–85.

Gökten, E., ve Floyd, P.A., 2007. Stratigraphy and Geochemistry of Pillow Basalts within The Ophiolitic Melange of The İzmir-Ankara-Erzincan Suture Zone: Implications for The Geotectonic Character of The Northern Branch of Neotethys. International Journal of Earth Sciences, 96:725-741.

Göncüoğlu, M.C., Özcan, A., Turhan, N. ve Işik, A., 1992. Stratigraphy of The Kütahya Region. "A Geotraverse Across Tethyan Suture Zones in NW Anatolia" Excursion Guidebook, for The International Symposium on The Geology of The Black Sea Region, Ankara, 3-11.

Göncüoğlu, M.C., Sayit, K., Tekin, U.K., 2010. Oceanization of The Northern Neotethys: Geochemical Evidence from Ophiolitic Mélange Basalts within The İzmir–Ankara Suture Belt, NW Turkey. Lithos 116: 175–187.

Göncüoğlu, M.C., Turhan, N., Şentürk, K., Özcan, A., Uysal, Ş. ve Yaliniz, M.K., 2000. A Geotraverse Across Northwestern Turkey: Tectonic Units of The Central Sakarya Region and Their Tectonic Evolution. "Tectonics and Magmatism in Turkey and The Surrounding Area" (Eds. Bozkurt, E., Winchester, J.A., ve Piper, J.D.A.), Geological Society of London, Special Publications, 173: 139-162.

Göncüoğlu, M.C., Yaliniz, M.K. ve Tekin, U.K., 2006. Geochemistry, Tectono-Magmatic Discrimination and Radiolarian Ages of Basic Extrusives within The Izmir-Ankara Suture Belt (Nw Turkey): Time Constraints for The Neotethyan Evolution. ofioliti, 31, 25-38.

Gözler, M.Z., Cevher, F. ve Küçükayman, A. 1985. Eskişehir Civarinin Jeolojisi Ve Sicak Su Kaynaklari. Maden Tetkik Ve Arama Dergisi, 103-104, 40-54.

Graham, I.T., Franklin, B.J., ve Marshall, B., 1996. Chemistry and Mineralogy of Podiform Chromitite Deposits, Southern NSW, Australia: A Guide to Their Origin and Evolution. Mineralogy and Petrology, 57: 129–150.

Greenbaum, D., (1977) The Chromitiferous Rocks of The Troodos Ophiolite Complex, Cyprus. Econ. Geol. 72:1175–1194.

Greene, A.R., Debari, S.M., Kelemen, P.B., Blusztajn, J., ve Clift, P.D., 2006. A Detailed Geochemical Study of Island Arc Crust: The Talkeetna Arc Section, South-Central Alaska. Journal of Petrology 47: 1051–1093.

Greenfield A.M.R., Ghent E.D., ve Russell, J.K., 2013. Geothermobarometry of Spinel Peridotites From Southern British Columbia: Implications for The Thermal Conditions in The Upper Mantle. Canadian Journal of Earth Sciences, 50: 1019-1032.

Griffin, W.L., Afonso, J.C., Belousova, E.A., Gain, S.E., Gong, X.H., González-Jiménez, J.M., Howell, D., Huang, J.X., Mcgowan, N., Pearson, N.J., Satsukawa, T., Shi, R., Williams, P., Xiong, Q., Yang, J.S., Zhang, M., ve O'Reilly, S.Y., 2016. Mantle Recycling: Transition Zone Metamorphism Of Tibetan Ophiolitic Peridotites And İts Tectonic İmplications. Journal Of Petrology 57, 655–684.

Gutnic, M., Monod, O., Poisson, A., ve Dumont, J.F., 1979. Géologie Des Taurides Occidentales (Turquie). Mémoire Societe Geologique De France No. 137: 109.

Gültaşli, Ö.F. 1996. Mineralogy, Petrography and Origin of Ultramafics in Orhaneli (Bursa) Ophiolite Complex. Msc Thesis, Dokuz Eylül University, 118s, (Unpublished).

Günay, K., & Çolakoğlu, A. R. (2016). Spinel Compositions Of Mantle-Hosted Chromitite From The Eastern Anatolian Ophiolite Body, Turkey: Implications for Deep And Shallow Magmatic Processes. Ore Geology Reviews, 73: 29-41.

Gündüz, M., & Asan, K., (2021). Petrogram: An Excel-Based Petrology Program for Modeling of Magmatic Processes. Geoscience Frontiers, 12(1): 81-92.

Hacker, B.R., Mosenfelder, J.L., ve Gnos, E., 1996. Rapid Emplacement of The Oman Ophiolite: Thermal and Geochronologic Constraints. Tectonics, 15(6): 1230-1247.

Han, Y.S., Waterton, P., Szilas, K., Santosh., M., ve Kirkland, C.L., 2021. Origin of High-Cr Stratiform Chromitite in The Fangmayu Alaskan-Type Ultramafic Intrusion, North China Craton. Precambrian Research 355: 106096.

Harris, N.B.W., Kelley, S.P., ve Okay, A.I. 1994. Postcollision Magmatism and Tectonics in Northwest Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 117: 241-252.

Hart, S.R., Blusztajn, J., Dick, H.J.B., Meyer, P.S., Muehlenbachs, K., 1999. The Fingerprint of Seawater Circulation in A 500-Meter Section of Ocean Crust Gabbros. Geochimica Et Cosmochimica Acta 63: 4059-4080.

Hawkins, J.W., Bloomer, S.H., Evans, C.A., Melchior, J.T., 1984. Evolution of Intra-Oceanic Arc-Trench Systems. Tectonophysics, 102: 175-205.

Hébert R., ve Laurent R. 1990. Mineral Chemistry of The Plutonic Section of The Troodos Ophiolite: New Constraints for Genesis of Arc-Related Ophiolites. In: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A., Xenophontos, C., (Eds.), Proceedins of Troodos Ophiolite Symposium. Geological Survey, Cyprus, 149-163.

Hébert, R., ve Laurent, R., 1989. Mineral Chemistry of Ultramafic and Mafic Plutonic Rocks of The Appalachian Ophiolites, Québec, Canada. Chemical Geology, 77(3-4): 265-285.

Hemmond, C., Hofmann, A. W., Heusser, G., Condomines, M., Raczek, I., ve Rhodes M. J., 1994. U-Th-Ra Systematics in Kilauea and Mauna Loa Basalts, Hawaii. Chemical Geology 116: 163-180.

Heskestad, B., Hofshagen, N.H., Furnes, H., ve Pedersen,R.B., 1994. The Geochemical Evolution of The Gulfjellet Ophiolite Complex, West Norwegian Caledonides. Norsk Geologisk Tidsskrift, 74(7): (77-88).

Hippolyte, J.C., Espurt, N., Kaymakci, N., Sangu, E., ve Müller, C., 2016. Cross-Sectional Anatomy and Geodynamic Evolution of The Central Pontide Orogenic Belt (Northern Turkey). International Journal of Earth Science.105: 81-106.

Holzer, H., 1954. Beyce 54/4 ve Simav 71/2 Paftalarinin Jeolojik Löveleri Raporu. M.T.A. Rap. No. 2366, (Yayinlanmamiş) Ankara.

Höck, V., Koller, F., Meisel, T., onuzi, K., ve Kneringer, E., 2002. The Jurassic South Albanian Ophiolites: MOR- vs SSZ-Type Ophiolites. Lithos, 65:143-164.

Irvine, T.N., ve Baragar, W.R.A., 1971. A Guide Chemical Classification of The Common Volcanic Rock. Canada Journal of Earth Science, 8: 523-548.

Ishii, T., Robinson, P. T., Maekawa, H. ve Fiske, R., 1992. Petrological Studies of Peridotites From Diapiric Serpentinite Seamounts in The Izu-Ogasawara-Mariana forearc, Leg 125. In: Fryer, P; Pearce, Ja; Stokking, Lb; Et Al. (Eds.), Proceedings of The Ocean Drilling Program. Ocean Drilling Program, 125: 445-485.

Ishikawa, T., Nagashi, K., ve Umino, S., 2002. Boninitic Volcanism in The Oman Ophiolite: Implications for Thermal Conditions During Transition From Spreading Arc To Ridge. Geology, 30: 899-902.

Iyer, K., Austrheim, H., John, T., ve Jamtveit, B., (2008a), Serpentinization of The Oceanic Lithosphere and Some Geochemical Consequences: Constraints From The Leka Ophiolite Complex, Norway. Chemical Geology, 249(1-2), 66-90.

Iyer, K., Jamtveit, B., Mathiesen, J., Malthe-Sorenssen A., ve Feder, J., 2008b. Reaction-Assisted Hierarchical Fracturing During Serpentinization. Earth and Planetary Science Letters, 267(3-4), 503-516.

Jackson, E.D., ve Thayer, T.P., 1972. Some Criteria for Distinguishing Between Stratiform, and Alpine Peridotite-Gabbro Complexes. 24th International Geological Congress, Report Of The Section 2: 289–296.

Jamieson, R.A. 1986. P-T Paths from High Temperature Shear Zones Beneath Ophiolites. Journal of Metamorphic Geology, 4:3-22.

Jianping, L., Kornprobst, J., Vielzeuf, D., ve Fabriès, J., 1995. An Improved Experimental Calibration of The Olivine-Spinel Geothermometer. Chinese Journal of Geochemistry, 14(1): 68-77.

Johnson, C., 2012. Podiform Chromite at Voskhod,Kazakhstan.Ph.d Thesis, Cardiff University, 309s.

Johnson, K.T.M., Dick, H.J.B., ve Shimizu, N., 1990. Melting in The Oceanic Upper Mantle: An İon Microprobe Study of Diopsides in Abyssal Peridotites. Journal of Geophysical Research, 95: 2661-2678.

Johnson, K.T.M., ve Dick, H.J.B., 1992. Open System Melting and Temporal and Spatial Variation of Peridotite and Basalt At The Atlantis II Fracture Zone. Journal of Geophysical Research 97: 9219-9241.

Juteau, T., 1980. Ophiolites of Turkey. Ofioliti, 2:199-238

Kaaden, G.V.D. 1959a. Güneybati Türkiye'de Peridotit Kitleleri İçinde Zuhur Eden Kromitlerin Kompozisyonu İle Tektonik-Magmatik Vaziyetleri Arasindaki Münesebet Hakkinda. M.T.A. Dergisi, 52.

Kalafatçioğlu, A. 1962. Tavşanlı-Dağardi Arasindaki Bölgenin Jeolojisi Ve Serpantin İle Kalkerlerin Yaşi Hakkinda Not. M.T.A. Dergisi, 58.

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

Karacik, Z., Yilmaz, Y., Pearce, J.A., ve Ece, Ö.I., 2008. Petrochemistry of The South Marmara Granitoids, Northwest Anatolia, Turkey. International Journal of Earth Sciences, 97(6):1181-1200

Karaoglan, F., Parlak, O., Kloetzli, U., Thoeni, M., ve Koller, F., 2013. U-Pb and Sm-Nd Geochronology of The Kızıldag (Hatay, Turkey) Ophiolite: Implications for The Timing and Duration of Suprasubduction Zone Type Oceanic Crust Formation In The Southern Neotethys. Geological Magazine, 150(2), 283.

Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Koller, F., ve Rizaoğlu, T.,2013. Age and Duration of Intraoceanic Arc Volcanism Built on A Suprasubduction Zone Type Oceanic Crust in Southern Neotethys. SE Anatolia. Geoscience Frontiers, 4:399-408.

Karaoğlan, F., Parlak, O., Klötzli, U., Thöni M. ve Koller, F., 2012. U–Pb and Sm–Nd geochronology of the ophiolites from the SE Turkey: implications for the Neotethyan evolution. Geodinamica Acta,25(3-4): 146-161.

Kasapçıoğlu, C., 2012. Jeotektonik ortamları açısından Batı Anadolu kromit yataklarının karşilaştirmali incelenmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Üniversitesi, 207s.

Kavak, K., 2011. Fuğlatepe ve Civarındaki (Bursa-Orhaneli) Krom Yataklarının Jeolojik, Minerolojik ve Kimyasal Karakteristikleri. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 64s)

Kaya, O. 1972a. Tavşanlı Yöresi Ofiolit Sorununun Ana Çizgileri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 15:26-108.

Kaya, O. 1972b. Aufbau Und Geschichte Einer Anatolischen Ophiolith - Zone. Z. Deutsch. Zeitschrift der Deutschen Geologischen Gesellschaft, 123: 491-501.

Kaya, O., Kozur, H., Sadeddin, W., ve Helvaci, H., 2001. Late Norian Conodont Age for A Metacarbonate Unit in NW Anatolia, Turkey. Geobios, 34: 527-532.

Kaya, O., Özkoçak, O., ve Lisenbee, A., 1989. Stratigraphy of The Prejurassic Blocky Sedimentary Rocks to The South of Bursa, NW Turkey. Mineral Research and Exploration of Turkey (MTA) Bulletin,109:15-24.

Kelemen, P.B., Braun. M., ve Hirth, G., 2000. Spatial Distribution of Melt Conduits in The Mantle Beneath Oceanic Spreading Ridges: Observations From The Ingalls and Oman Ophiolites. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 1(7).

Kelemen, P.B., Hanghoj, K., ve Greene, A.R., 2004. One View of The Geochemistry ofsubduction-Related Magmatic Arcs, with An Emphasis on Primitive andesite and Lower Crust.In: Treatise on Geochemistry. Holland, H.D. and Turekian, K.K. (Editors), Elsevier, Amsterdam. 3: 593-659.

Kerr, A.C., Iturralde-Vinent, M.A., Saunders, A.D., Babbs, T.L., ve Tarney, J., 1999. A New Plate Tectonic Model of The Caribbean: Implications From A Geochemical Reconnaissance of Cuban Mesozoic Volcanic Rocks. Geological Society of America Bulletin, 111: 1581-1599.

Ketin, İ., 1947. Uludağ Masifinin Tektoniği Hakkinda. Türkiye Jeoloji Bülteni, 1 (1): 60-88.

Ketin, İ., 1966. Anadolu'nun Tektonik Birlikleri. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 66: 20-37.

Kinzler, R.J., 1997. Melting of Mantle Peridotite At Pressures Approaching The Spinel To Garnet Transition: Application to Mid-Ocean Ridge Basalt Petrogenesis. Journal of Geophysical Research, 102(B1): 853-874.

Kocatürk, H., 2016. Uludağ'ın güneyinde gelişmiş granitoyidik intrüzyonlarla ilişkili cevherleşmelerin değerlendirilmesi. Yüksek Lisans Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 65s.

Kocks, H., Melcher, F., Meisel, T., ve Burgath, K.P., 2007. Diverse Contributing Sources to Chromitite Petrogenesis in The Shebenik Ophiolitic Complex, Albania: Evidence From New Pge and Os-Isotope Data. Mineralogy and Petrology, 91:139-170.

Koglin, N., 2008, Geochemistry, Petrogenesis and Tectonic Setting of Ophiolites and Mafic-Ultramafic Complexes in The Northeastern Aegean Region: New Trace-Element, Isotopic and Age Constraint. Phd Thesis, Johannes Gutenberg-Universität, 115p,(Unpublished).

Koglin, N., Kostopoulos, D., ve Reichmann, T., 2009. Geochemistry, Petrogenesis and Tectonic Setting of The Samothraki Mafic Suite, NE Greece: Trace-Element, Isotopic and Zircon Age Constraints. Tectonophysics, 473: 53-68.

Komor, S. C, Grove, T. L., ve Hébert, R., 1990. Abyssal Peridotites From ODP Hole 670a (21°10' N, 45°02' W): Residues of Mantle Melting Exposed By Non-Constructive Axial Divergence. in: Detrick, R; Honnorez, J; Bryan, Wb; Juteau, T; Et Al. (Eds.), Proceedings of The Ocean Drilling Program, Scientific Results, 106-109 College Station, TX.Ocean Drilling Program, 85-101.

Konak, N. 2002. Türkiye Jeoloji Haritasi, İzmir Paftasi 1:500 000. MTA Genel Müdürlüğü, Ankara.

Konstantinou, A., Wirth, K.R., ve Vervoort, J., 2007, U-Pb Isotopic Dating of Troodos Plagiogranite, Cyprus By La-Icp-Ms. in GSA Denver Annual Meeting. Geological Society of America Abstracts with Programs, 39:338.

Kovenko, V. 1945. Bursa Bölgesindeki injeksiyon Tipinde Kromit Yataklari (Filons De Chromite Du Type D'inijection De La Région De Bursa). MTA. Mec, 2-34.

Kulaksiz, S. 1978. Sivrihisar Kuzeybati Yöresi Eklojitleri. Yerbilimleri, 4: 89-94.

Kulaksiz, S. 1981. Sivrihisar Kuzeybati Yöresinin Jeolojisi (Geology of The Region of Northwest of Sivrihisar). Yerbilimleri, 8: 103-124.

Lagabrielle, Y., ve Cannat, M., 1990. Alpine Jurassic Ophiolites Resemble The Modern Central Atlantic Basement. Geology, 18: 319-322.

Lago, B. L., Rabinowicz M., ve Nicolas, A., 1982. Podiform Chromite Ore Bodies: A Genetic Model. Journal of Petrology, 23: 103-125.

Langmuir, C.H., Bender, J.F., Bence, A.E., Hanson, G.N., ve Taylor, S.R., 1977. Petrogenesis of Basalts From The Famous Area Mid-Atlantic Ridge. Earth and Planetary Science Letters 36, 133–156.

Latypov, R., Chistyakova, S., Murkherjee, R., 2017. A Novel Hypothesis for Origin of Massive Chromitites in The Bushveld Igneous Complex. Journal Of Petrology 58: 1899–1940.

Leblanc, M., ve Nicolas, A., 1992. Ophiolitic Chromitites. International Geology Review, 1992, 34(7): 653-686.

Leblanc, M.G., ve Ceuleneer, G.S., 1992. Chromite Crystallization in a Multicellular Magma Flow: Evidence from a Chromitite Dike in The Oman Ophiolite. Lithos 2: 231–257.

Leitch, E.C., 1984. Island Arc Elements and Arc-Related Ophiolites: Tectonophysics, 106(3–4): 177-203.

Lian, D., Yang, J .Robinson, Paul T., Liu, F., Xiongm, F., Zhang, L., Gao, J., ve Wu, W., 2016. Tectonic Evolution of The Western Yarlung Zangbo Ophiolitic Belt, Tibet: Implications from The Petrology, Mineralogy, and Geochemistry of The Peridotites. The Journal of Geology, 124: 353-376.

Liati, A., Gebauer, D., ve Fanning, C.M., 2004. The Age of Ophiolitic Rocks of The Hellenides (Vourinos, Pindos, Crete): First U-Pb Ion Microprobe (Shrimp) Zircon Ages. Chemical Geology, 207: 171-188.

Lindsley, D.H., 1983. Pyroxene Thermometry. American mineralogist, 68(5-6), 477-493.

Lisenbee, A. 1971. The Orhaneli Ultramafic-Gabbro Thrust Sheet and Its Surroundings. In A.S. Campbell (Editor), Geology and History of Turkey. Petroleum Exploration Society of Libya, Tripoli, 349-360.

Lisenbee, A.L., 1972. Structural Setting of The Orhaneli Ultramafic Massif Near Bursa, Northwestern Turkey. Ph.D Thesis, Pennsylvania State University, 157.

Liu, X., Su, B.X., Gopon,P., Xiao, Y.,J., ve Uysal, İ., 2023 Post-Magmatic Hydrothermal Activities in The Bursa Ophiolite (Nw Turkey):Implications for Unusual Minerals Recovered From Ophiolites.Lithos, 436–437,106957

Liu, X., Su, B.X., Xiao, Y., Chen, C., Uysal, I., Jing, J.J., Zhang, P.F., Chu, Y., Lin, W., Asamoah Sakyi, P., 2019. Initial Subduction of Neo-Tethyan Ocean: Geochemical Records in Chromite and Mineral Inclusions in The Pozantı-Karsantı Ophiolite, Southern Turkey. Ore Geology Reviews 110: 102926.

Lünel, T. 1967. Geology of Sübren, Karacaalan-Yukari Çağlayan Area, Eskişehir County, Turkey. Ph.D. Thesis,University of Bristol.

Lytwyn, J.N., Casey, J.F. 1995. The Geochemistry of Postkinematic Mafic Dike Swarms and Subophiolitic Metabasites, Pozantý-Karsantý Ophiolite, Turkey: Evidence for Ridge Subduction. Geological Society of America Bulletin, 107: 830-850.

Manav, H., Gültekin, A.H., ve Uz, B. 2004. Geochemical Evidence for The Tectonic Setting of Harmancik Ophiolites, NW Turkey. Journal of Asian Earth Sciences 24(1): 1-9

Marchesi, C., Garrido, C.J., Godard, M., Belley, F., ve Ferré, E., 2009. Migration and Accumulation of Ultra-Depleted Subduction-Related Melts in The Massif Du Sud Ophiolite (New Caledonia). Chemical Geology, 266: 171–186.

Maurel, C., ve Maurel, P. 1982. Etude Experimentale De La Distribution De L Aluminium Entre Bain Silicate Basique Et Spinellechromifere. Implications Petrogenetiques: Teneuren Chrome Des Spineless. Bulletin De Mineralogie, 105: 197-202.

Mcculloch, M. T., ve Gamble, J. A. 1991. Geochemical and Geodynamical Constraints on Subduction Zone Magmatism. Earth and Planetary Science Letters 102: 358-374.

Mcdonough, W.F., ve Sun, S.S., 1995. The Composition of The Earth. Chemical Geology, 120 (3-4), 223-253.

Mckenzie, D. 1985. 230Th-238U Disequilibrium and The Melting Processes Beneath Ridge Axes. Earth and Planetary Science Letters, 72(2-3): 149-157.

Melcher, F., Grum, W., Simon, G., Thalhammer, T.V., ve Stumpfl, F.E., 1997. Petrogenesis of The Ophiolitic Giant Chromite Deposits of Kempirsai, Kazakhstan: A Study of Solid and Fluid inclusions in Chromite. Journal of Petrology 38:1419-1438.

Mercier, J.C., 1980. Single-Pyroxene Thermobarometry. Tectonophysics.70, (1-2):1-37

Miyashiro, A., 1973. The Troodos Ophiolite Complex Was Probably formed in An Island Arc Complex. Earth and Planetary Science Letters, 19: 218-224.

Moghadam, H.S., And Stern, R.J., 2015. Ophiolites of Iran: Keys to Understanding The Tectonic Evolution of SW Asia: (II) Mesozoic Ophiolites. Journal of Asian Earth Sciences, 100: 31-59.

Mondal, S.K., Mathez, E.A., 2007. Origin of The UG2 Chromitite Layer, Bushveld Complex. Journal Of Petrology 48:495–510.

Monod, O., Andrieux, J., Gautier, Y., ve Kienast, J.R., 1991. Pontides Taurides Relationships in The Region of Eskişehir (NW Turkey). Bulletin of The Technical University of Istanbul, 44: 257 277.

Moore, J.G. 1975. Mechanism of Formation of Pillow Lava: American Scientist, 63: 269-277.

Moores, E. M., 1982. Origin and Emplacement of Ophiolites. Reviews of Geophysics, *20*(4), 735-760.

Moores, E.M. 1969. Petrology and Structure of The Vourinos Ophiolitic Complex of Northern Greece. Special Paper-Geological Society of America,118.

Moores, E.M., 1970. Ultramafics and Orogeny, with Models of The U.S. Cordillera and The Tethys. Nature, 228: 837-842.

Moores, E.M., ve Vine, F.J. 1971. The Troodos Massif, Cyprus and Other Ophiolites As Oceanic Crust: Evaluations and Implications. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. Series A, Mathematical and Physical Sciences, 268(1192): 443-467.

Moresi, L., Betts, P.G., Miller, M.S., Cayley, R.A., 2014. Dynamics of Continental Accretion. Nature 508: 245–248.

Morimoto, N. 1989. Nomenclature of Pyroxenes. Mineralogical Journal, 14(5), 198-221.

Morishita,T., andal, E.S., Arai, S., ve Ishida, Y., 2006. Podiform Chromitites in Lherzolite Dominant Mantle Section of The Isabela Ophiolite, Philippines. Island Arc, 15:80-101.

Mukasa, S.B., ve Ludden, J.N., 1987, Uranium-Lead Ages of Plagiogranites from The Troodos Ophiolite, Cyprus, and Their Tectonic Significance. Geology, 15:825-828.

Nicolas, A., ve Le Pichon, Z. 1980. Thrusting of Young Lithosphere in Subduction Zones with Special Reference To The Structures in Ophiolite Peridotites. Earth and Planetary Science Letters, 46(3): 397-406.

Nicolas, A.1989. Structure of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere. Kluwer Academic Publishers, Dordrecht, Netherlands, 367.

Ning, W.B., Wang, J.P., Xiao D., Li, F.F., Huang, B., ve Fu, D., 2019. Electron Probe Microanalysis of Monazite and Its Applications To U-Th-Pb Dating of Geological Samples. Journal of Earth Science, 30(5): 952-963.

Niu, Y. 2004. Bulk-Rock Major ve Trace Element Compositions of Abyssal Peridotites: İmplications for Mantle Melting, Melt Extraction and Post-Melting Processes Beneath Mid-Ocean Ridges. Journal of Petrology ,45(12): 2423-2458.

Niu, Y., ve Heikinian, R., 1997. Spreading-Rate Dependence of The Extent of Mantle Melting Beneath Ocean Ridges. Nature, 385: 326–329.

Oh, C. W., Seo, J., Choi, S. G., Rajesh, V. J., ve Lee, J. H., 2012. U-Pb Shrimp Zircon Geochronology, Petrogenesis, and Tectonic Setting of The Neoproterozoic Baekdong Ultramafic Rocks in The Hongseong Collision Belt, South Korea. Lithos, 128–131: 100–12.

Ohara, Y., Stern, R.J., Ishii, T., Yurimoto, H., ve Yamazaki, T., 2002. Peridotites From The Mariana Trough: First Look At The Mantle Beneath An Active Back Arc Basin. Contributions To Mineralogy and Petrology, 143:1-18.

Okamura, H., Arai, S. ve Kim, Y. U., 2006. Petrology of Forearc Peridotite from The Hahajima Seamount, The Izu-Bonin Arc, with Special Reference to Chemical Characteristics of Chromian Spinel. Mineralogical Magazine, 70: 15–26.

Okay, A. I. 1980a. Mineralogy, Petrology and Phase Relations of Glaucophane-Lawsonite Zone Blueschists From The Tavşanlı Region, Northwest Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 72: 243-255.

Okay, A. I. 1980b. Lawsonite Zone Blueschists and A Sodic Amphibole Producing Reaction in The Tavşanlı Region, Northwest Turkey. Contributions To Mineralogy and Petrology, 75: 179-186.

Okay, A. I. 1982. Incipient Blueschist Metamorphism and Metasomatism in The Tavşanlı Region, Northwest Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 79, 361-367.

Okay, A. I., 1985. Kuzeybati Anadolu'da Yer Alan Metamorfik Kuşaklar. Ketin Sempozyumu Kitabinda, Türkiye Jeoloji Kurumu Yayini, 83-92.

Okay, A. I., 1989. Alpine-Himalayan Blueschists. Annual Reviews of The Earth and Planetary Sciences, 17:55-87.

Okay, A. I., 1997. Jadeite-K-Feldspar Rocks and Jadeitites From Northwest Turkey. Mineralogical Magazine, 61: 835-843.

Okay, A. I., 2002. Jadeite - Chloritoid - Glaucophane Lawsonite Schists From Northwest Turkey: Unusually High P/T Ratios in Continental Crust. Journal of Metamorphic Geology, 20: 757-768.

Okay, A. I., Monod, O., ve Monié, P.,2002. Triassic Blueschists and Eclogites From Northwest TurkeyI andstiges of The Paleo-Tethyan Subduction. Lithos, 64: 155-178.

Okay, A. I., Tüysüz, O., Satir, M., Altiner, S., Altiner, D., Sherlock, S., Eren, R.H. 2006. Cretaceous and Triassic Subduction-Accretion, HP/LT Metamorphism and Continental Growth in The Central Pontides, Turkey. Geological Society of America Bulletin, 118:1247-1269.

Okay, A. I., ve Göncüoğlu,M.C., 2004. Karakaya Complex: A Review of Data and Concepts. Turkish Journal of Earth Sciences, 13: 77-95.

Okay, A. I., ve Altiner, D., 2004. Uppermost Triassic Limestone in The Karakaya Complex - Stratigraphic and Tectonic Significance. Turkish Journal of Earth Sciences, 13, 187-199.

Okay, A. I., ve Kelley, S.P., 1994. Tectonic Setting, Petrology and Geochronology of Jadeite + Glaucophane and Chloritoid + Glaucophane Schists From Northwest Turkey. Journal of Metamorphic Geology, 12: 455-466.

Okay, A. I., ve Şahintürk, Ö., 1997. Geology of The Eastern Pontides. In: Regional and Petroleum Geology of The Black Sea and Surrounding Region (Ed. A.G. Robinson). American Association of Petroleum Geologists (AAPG), 68: 291-311.

Okay, A. I.,Zattin, M., Cavazza, W., ve Topuz, G., 2008. An Oligocene Ductile Strike-Slip Shear Zone: Uludağ Massif, Northwest Turkey - Implications for The Escape Tectonics. Geological Society of America Bulletin, 120:893-911.

Okay, A.I. 1981. Kuzeybati Anadolu'daki ofiyolitlerin Jeolojisi ve Mavişist Metamorfizmasi (Tavşanlı -Kütahya). Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 24: 85-95.

Okay, A.I., ve Tüysüz, O., 1999. Tethyan Sutures of Northern Turkey. Geological Society, London, Special Publication, 156: 475-515.

Okay, A.I., 1984. Distribution and Characteristics of The Northwest Turkish Blueschists. In: The Geological Evolution of The Eastern Mediterranean (Ed. J.E. Dixon Ve A.H.F. Robertson). Geological Society Special Publication, 17: 455-466.

Okay, A.I., 2004. Tectonics and High Pressure Metamorphism in Northwest Turkey. Field Trip Guide Book - P01, 32nd international Geological Congress, Apat, Italy, 56.

Okay, A.I., 2008. Geology of Turkey: A Synopsis. Anschnitt 21:19–42.

Okay, A.I., 2011. Tavşanlı Zonu: Anatolid-Torid Bloku'nun Dalma-Batmaya Uğramiş Kuzey Ucu. Maden Tetkik ve Arama Dergisi, 142: 195-226.

Okay, A.I., Bozkurt, E., Satir, M., Yiğitbaş, E., Crowley, Q.G., ve Shang, C.K., 2008. Defining The Southern Margin of Avalonia in The Pontides: Geochronological Data From The Late Proterozoic and Ordovician Granitoids from NW Turkey. Tectonophysics, 461: 252-264.

Okay, A.I., Harris, N.B.W., ve Kelley, S.P.,1998. Exhumation of Blueschists Along A Tethyan Suture in Northwest Turkey. Tectonophysics, 285: 275-299.

Okay, A.I., Monod, O., ve Monié, P., 2002. Triassic Blueschists and Eclogites From Northwest Turkey: Vestiges of The Paleo-Tethyan Subduction. Lithos, 64:155-178.

Okay, A.I., Satir, M., ve Shang, C.K., 2008. Ordovician Metagranitoid From The Anatolide-Tauride Block, Northwest Turkey -Geodynamic Implications. Terra Nova, 20: 280-288.

Okay, A.I., Satir, M., Zattin, M., Cavazza, W., ve Topuz, G., 2008. An Oligocene Ductile Strike-Slip Shear Zone: Uludağ Massif, Northwest Turkey – Implications for The Escape Tectonics. Geological Society of America Bulletin, 120: 893-911

Okay, A.I., ve Altiner, D. 2007. A Condensed Mesozoic Section in The Bornova Flysch Zone: A Fragment of The Anatolide-Tauride Carbonate Platform. Turkish Journal of Earth Sciences, 16:257-279.

Okay, A.I.,ve Kelley, Sp., 1994. Tectonic Setting, Petrology and Geochronology of Jadeit+ Gloucophane and Chlorite+Gloucophane Schists From NW Turkey. Journal of Metamorphic Geology, 12(4), 455-466.

Okay, A.İ., Sunal, G., Sherlock, S., Altiner, D., Tüysüz, O., Kylander-Clark, A.R.C., ve Aygül, M., 2013. Early Cretaceous Sedimentation and Orogeny on The Active Margin of Eurasia: Southern Central Pontides, Turkey. Tectonics, 32: 1-25.

Okay, A.İ., ve Satir, M., 2006. Geochronology of Eocene Plutonism and Metamorphism in Northwest Turkey: Evidence for A Possible Magmatic Arc. Geodinamica Acta, 19: 251-266.

O'Neill, H.S.C., ve Wall, V., 1987. The Olivine–Orthopyroxene–Spinel Oxygengeobarometer, The Nickel Precipitation Curve, and The Oxygen Fugacity of The Earth's Upper Mantle. Journal of Petrology, 28(6): 1169.

Önen A.P., 2003. Neotethyan Ophiolitic Rocks of The Anatolides of NW Turkey and Comparison with Tauride Ophiolites. Journal of The Geological Society, London, 160:947-962.

Önen, A.P., ve Hall, R., 1993. Ophiolites and Related Metamorphic Rocks From The Kütahya Region, North- West Turkey. Geological Journal, 28: 399- 412.

Önen, A.P., ve Hall, R., 2000. Sub-Ophiolite Metamorphic Rocks From NW Anatolia, Turkey. Journal of Metamorphic Geology, 18: 483-495.

Örgün, Y., ve Gültekin, A.H., 2003. Topuk Köyü (Orhaneli) Yöresi Nikeli Kloritlerin Minerolojik Ve Kimyasal Özellikleri ve Maden Yatakları Açısından Önemi, Bursa. Mersin Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 10. Yil Sempozyumu.

Örgün, Y., ve Gültekin, A.H., 2004. Mineralogical and Geochemical Characteristics of The Orhaneli Dunite and Its Importance in Point of Olivine, Orhaneli-Bursa,Western Anatolia, Turkey. 5th international Symposium on Eastern Mediterranean Geology, Thessaloniki, Greece.

Örgün, Y., 1993. Topuk-Göynükbelen (Orhaneli-Bursa) yöresi nikel oluşumlarinin kökensel incelenmesi. Doktora Tezi, İstanbul Teknik Üniversitesi, 216s, (Yayınlanmamış).

Örgün, Y., ve Aykol, A., 1997, Topuk-Göynükbelen Sokulumunun Minerolojik Ve Jeokimyasal Özellikleri, Çukurova Üniversitesinde Jeoloji Mühendisliği Eğitiminin 20. Yili Sempozyumu, Bildiri Özleri, 30 Nisan-3 Mayis 1997, Adana, 81-82.

Özcan, Z., Okay, A., Özcan, E., Hakyemez, A., ve Altiner, S., 2012. Late Cretaceous-Eocene Geological Evolution of The Pontides Based on New Stratigraphic and Palaeontologic Data Between The Black Sea Coast and Bursa (NW Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 21(6): 933-960.

Özgen Erdem, N., Akyaz, M. ve Karabaşoğlu, A., 2007. Biostratigraphic interpretation and Systematics of Alveolina Assemblages From The Ilerdian-Cuisian Limestones of Southern Eskişehir, Central Turkey. Journal of Asian Earth Sciences, 29: 911-927.

Özgül, L., ve Göncüoğlu, M.C., 1999. Koçyaka Metamorfik Kompleksi'nin Metamorfik Evrimi: BatıOrta Anadolu'da YB/DS Metamorfizmalı Tektonik Bir Birim. 52. Türkiye Jeoloji Kurultayi Bildiriler Kitabı, 279-286.

Özgül, N. 1976. Toroslarin Bazi Temel Jeoloji Özellikleri. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni, 19: 65-78.

Özgül, N., 1984. Stratigraphy and Tectonic Evolutionof The Central Taurides; In Geology Of The Taurus Belt. International Symposium, 77-90.

Özkoçak, O. 1969. È Tude Geologique Du Massif Ultrabasique D'orhaneli Et De Sa Proche Bordure (Bursa-Turquie). Ph.D Thesis,University of Paris, (Unpublished).

Pagé, P., Bédard, J.H., Schroetter, J.M., ve Tremblay, A., 2008. Mantle Petrology and Mineralogy of The Thetford Mines Ophiolite Complex. Lithos 100: 255-292.

Pagé, P., ve Barnes, S.J., 2009. Using Trace Elements in Chromites To Constrain The Origin of Podiform Chromitites in The Thetford Mines Ophiolite, Quebec, Canada. Economic Geology, 104: 997-1018.

Palme, H., ve O'Neill, H.S.C., 2004. Cosmochemical Estimates of Mantle Composition.Treatise on Geochemistry, 2: 1-38.

Parkinson, I. J. & Pearce, J. A., 1998. Peridotites from The Izu–Bonin–Mariana Forearc (ODP Leg 125): Evidence for Mantle Melting and Melt–Mantle Interaction in a Supra-Subduction Zone Setting. Journal Of Petrology, 39: 1577–1618.

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 Petroleum Science and Engineering, 39: 1577-1618.

Parlak, O. 2000. Geochemistry and Significance of Mafic Dyke Swarms in The Pozanti-Karsanti Ophiolite (Southern Turkey). Turkish Journal of Earth Sciences, 24: 29-38.

Parlak, O., ve Delaloye, M.,1999. Precise 40 Ar/39Ar Ages From The Metamorphic Sole of The Mersin Ophiolite (Southern Turkey). Tectonophysics, 301 (1-2): 145-158.

Parlak, O., 2002. Türkiye'de Okyanus İçi Dalma-Batma Zonu Üstünde Oluşan Ofiyolitlerin Genel Özellikleri ve Evrimi. 55. Türkiye Jeoloji Kurultayi Bildiri Özleri, 237-238.,

Parlak, O., 2006. Geodynamic Significance of Granitoid Magmatism in The Southeast Anatolian Orogen: Geochemical and Geochronogical Evidence From Göksun-Afşin (Kahramanmaraş, Turkey) Region. International Journal of Earth Sciences, 95: 609-627.

Parlak, O., 2016, The Tauride Ophiolites of Anatolia (Turkey): A Review.Journal of Earth Science, 27: 901–934.

Parlak, O., Bağcı, U., Rızaoğlu, T., Ionescu, C., Önal, G., Höck, V., ve Kozlu, H. (2020). Petrology of Ultramafic to Mafic Cumulate Rocks From The Göksun (Kahramanmaraş) Ophiolite, Southeast Turkey. Geoscience Frontiers, 11: 109-128.

Parlak, O., Çolakoğlu, A., Dönmez, C., Sayak, H., Yıldırım, N., Türkel, A., and Odabaşı, İ., 2013. Geochemistry and Tectonic Significance of Ophiolites Along The Izmir–Ankara–Erzincan Suture Zone in Northeastern Anatolia. In Robertson, A.H.F., Parlak, O., Ünlügenç, U.C., (Eds), Geological Development Of Anatolia And The Easternmost Mediterranean Region: Geol. Soc. Lond. Spec. Publ. 372:75–105.

Parlak, O., Delaloye, M., Bingöl, E., 1995. Origin of Subophiolitic Metamorphic Rocks Beneath The Mersin Ophiolite, Southern Turkey. Ofioliti, 20: 97-110.

Parlak, O., Delaloye, M., Kozlu, H., Rizaoğlu, T., ve Bağcı, U., 2006. The Petrography and The Geochemistry of The Tectono-Magmatic Units Outcropped Around The Baskil and Sivrice (Elaziğ) Regions. Scientific & Technological Research Council of Turkey (TÜBİTAK) Project Report.No: Ydabçag-102y041, Ankara.

Parlak, O., Delaloye, M., ve Bingöl, E., 1996. Mineral Chemistry of Ultramafic and Mafic Cumulates As An indicator of The Arc-Related Origin of The Mersin Ophiolite (Southern Turkey). Geologische Rundschau, 85: 647-661.

Parlak, O., Dunkl, I., Karaoğlan, F., Kusky, T.M., Zhang, C., Wang, L., Koepke, J., Billor, Z., Hames, W.E., Şimşek, E., Şimşek, G., Şimşek, T., ve Öztürk, S.E., 2019. Rapid Cooling History of A Neotethyan Ophiolite: Evidence for Contemporaneous Subduction Initiation and Metamorphic Sole Formation. GSA Bulletin, 131: (11-12):2011–2038.

Parlak, O., Höck, V., Kozlu, H., ve Delaloye, M., 2004. Oceanic Crust Generation in An Island Arc Tectonic Setting, SE Anatolian Orogenic Belt (Turkey). Geological Magazine, 141: 583-603.

Parlak, O., Höck, V., ve Delaloye, M., 2000. Supra-Subduction Zone Origin of The Pozantı-Karsantı Ophiolite (Southern Turkey) Deduced From Whole Rock and Mineral Chemistry of The Gabbroic Cumulates. In: Tectonics and Magmatism in Turkey and Its Surroundings (Edited By Bozkurt, E., Winchester, J.A. & Piper, J.). Geological Society of London Special Publication, 173: 219-234

Parlak, O., Höck, V.,ve Delaloye, M., 2002. The Suprasubduction Zone Pozantı-Karsantı Ophiolite, Southern Turkey: Evidence for High-Pressure Crystal Fractionation of Ultramafic Cumulates. Lithos, 65: 205-224.

Parlak, O., Karaoğlan, F., Rizaoğlu, T., Klötzli, U., Koller, F., ve Billor, Z., 2013. U–Pb and 40ar–39ar Geochronology of The Ophiolites and Granitoids From The Tauride Belt: Implications for The Evolution of The Inner Tauride Suture. Journal of Geodynamics, 65:22-37.

Parlak, O., Rizaoğlu, T, Bağcı, U., Karaoğlan, F., ve Höck, V., 2009. Tectonic Significance of The Geochemistry and Petrology of Ophiolites in Southeast Anatolia, Turkey, Tectonophysics, 473(1-2):173-187.

Parlak, O., ve Delaloye, M., 1996.Geochemistry and Timing of Post-Metamorphic Dyke Emplacement in The Mersin Ophiolite (Southern Turkey): New Age Constraints from 40Ar/39Ar Geochronology. Terra Nova, 8: 585-592.

Parrot, J. F. 1973. Petrologie De La Coupe Djebel Moussa Massif Basique - Ultrabasique Du Kizildağ (Hatay-Turquie). Sci De La Tere XVIII, 2: 143-172.

Payot, B.D., Arai, S., Dick, H.J.B., Abe, N., ve Ichiyama, Y., 2014. Podiform Chromitite Formation in A Low-Cr/High-Al System: An Example from The Southwest Indian Ridge (Swir). Mineralogy and Petrology, 108: 533-549.

Pearce J.A., Barker P.F., Edwards S.J., Parkinson I.J., ve Leat P.T. 2000.Geochemical and Tectonic Significance of Peridotites From The South Sandwich Arc-Basin System, South Atlantic. Contributions to Mineralogy and Petrology, 139(1): 36-53.

Pearce, J.A. 1982. Trace Element Characteristics of Lavas From Destructive Plate Boundaries. Orogenic Andesites and Related Rocks,252-548.

Pearce, J.A., Harris, N.B.W.,ve Tindle, A.G., 1984. Trace Element Discrimination Diagrams for The Tectonic interpretation of Granitic Rocks. Journal of Petrology, 25:956–983.

Pearce, J.A., Lippard, S.J., ve Roberts, S., 1984. Characteristics and Tectonic Significance of Supra-Subduction Zone Ophiolites. in: Kokelaar, B.P., Howells, M.F. (Eds.), Marginal Basin Geology: Volcanic and Associated Sedimentary and Tectonic Processes in Modern and Ancient Marginal Basins. Geological Society, London, Special Publications, 16:77 - 94.

Pearce, J.A., Sieger, R., Arculus, R.C., Murton, B.J., Ishii, T., Peate, D.W., ve Parkinson, I.J., 1992. Boninite and Harzburgite From Leg 125 (Bonin-Mariana forearc): A Case Study of Magma Genesis During The initial Stages of Subduction. Proceedings of The Ocean Drilling Program Scientific Results, 125: 623-659.

Pearce, J.A., ve Cann, J.R., 1973. Tectonic Setting of Basic Volcanic Rocks Determined Using Trace Element Analysis. Earth and Planetary Science Letters, 19:290- 300.

Pearce, J.A., ve Parkinson, I.J., 1993. Trace Element Models for Mantle Melting: Application To Volcanic Arc Petrogenesis Geological Society, London, Special Publications, 76:373 - 403.

Pedersen,R.B., Brutpn, D.L., ve Furnes, H., 1992. Ordovician Faunas,Island Arcs and Ophiolites in Scandinavian Caledonides. Terra Nova, 4: 217-222.

Pedersen,R.B., ve Furnes,H., 1991. Geology, Magmatic Affinity and Geotectonic Environment of Some Caledonian Ophiolites. Journal of Geodynamics, 13 (2-4):183-203.

Pedersen,R.B., ve Hertogen, J., 1990. Magmatic Evolution of The Karmoy Ophiolite Complex, Sw Norway: Relationships Between Morb-IAT-Boninitic-Calc-Alkaline and Alkaline Magmatism. Contributions To Mineralogy and Petrology, 104:271-293.

Perkins, D., Holland, T.J.B., ve Newton, R.C., 1981. The Al2O3 Contents of Enstatite in Equilibrium with Garnet in The System MgO-Al2O3-SiO2 at 15-40 Kbar and 900-1600°C. Contributions To Mineralogy and Petrology, 78: 99-109.

Peters, Tj., Nicolas, A., ve Coleman, R. G., 1991. Ophiolite Genesis and Evolution of The Oceanic Lithosphere. Dordrecht: Kluwer Academic, The Netherlands, 903s.

Plunder, A., Agard, P., Chopin, C., Pourteau, A., ve Okay, A.I., 2015. Accretion, Underplating and Exhumation Along A Subduction Interface: From Subduction Initiation to Continental Subduction (Tavşanlı Zone, W. Turkey). Lithos, 226: 233–254.

Plunder, A., Agard, P., Chopin, C., Soret, M., Okay, A.İ., ve Whitechurch, H., 2016. Metamorphic Sole Formation, Emplacement and Blueschist Facies Overprint: Early Subduction Dynamics Witnessed By Western Turkey Ophiolites. Terra Nova, 28: 329-339.

Pourteau, A., Candan, O., ve Oberhänsli, R., 2010. High-Pressure Metasediments in Central Turkey: Constraints on The Neotethyan Closure History. Tectonics, 29(5).

Proenza, J.A, Gervilla, F., Melgarejo, J.C., ve Bodinier, J.L., 1999a. Al- and Cr- Rich Chromitites from The Mayarí–Baracoa Ophiolitic Belt (Eastern Cuba): Consequence of Interaction Between Volatile-Rich Melts and Peridotites in Suprasubduction Mantle. Economic Geology, 94: 547–566.

Rammlmair, D., Raschka, H., ve Steiner L., 1987. Systematics of Chromitite Occurrences in Central Palawan. Philippines Mineralium Deposita, 22(3):190-197.

Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., Koller, F., Hames, W.E., ve Billor, Z., 2009. Andean-Type Active Margin Formation in The Eastern Taurides: Geochemical and Geochronogical Evidence from The Baskil Granitoid (Elaziğ, SE Turkey). Tectonophysics, 473:188-207.

Rızaoğlu, T., Parlak, O., Höck, V., ve İşler, F., 2006. Nature and Significance of Late Cretaceous Ophiolitic Rocks and Its Relation To The Baskil Granitoid in Elaziğ Region, SE Turkey. Geological Society, London, Special Publications, 260(1): 327-350.

Ribe, N. M. 1988. Dynamical Geochemistry of The Hawaiian Plume. Earth and Planetary Science Letters, 88(1-2):37-46.

Rice, S. P., Robertson, A. H., ve Ustaömer, T., (2006). Late Cretaceous-Early Cenozoic Tectonic Evolution Of The Eurasian Active Margin İn The Central And Eastern Pontides, Northern Turkey. Geological Society, London, Special Publications, 260(1): 413-445.

Rice, S.P., Robertson, A.H.F., Ustaomer, T., İnan, T., ve Tasli, K., 2009. Late Cretaceous–Early Eocene Tectonic Development of The Tethyan Suture Zone in The Erzincan Area, Eastern Pontides, Turkey. Geological Magazine, 146(4): 567–590.

Richter, F.M., ve Mckenzie, D., 1984. Dynamic Models for Melt Segregation From A Deformable Matrix. The Journal of Geology, 92(6): 729-740.

Robertson A.H.F., 2004. Development of Concepts Concerning The Genesis and Emplacement of Tethyan Ophiolites in The Eastern Mediterranean and Oman Regions. Earth Science Reviews, 66: 331-387.

Robertson A.H.F., ve Shallo, M., 2000. Mesozoic-Tertiary Tectonic Evolution of Albania in Its Regional Eastern Mediterranean Context. Tectonophysics, 316(2-4): 197-254

Robertson, A. H. F., 2002. Overview of The Genesis and Emplacement of Mesozoic Ophiolites in The Eastern Mediterranean Tethyan Region, Lithos, 65:1-67.

Robertson, A. H. F., Parlak, O., Rizaoğlu, T., Ünlügenç, U. C., inan, N. Tasli, K., ve Ustaömer, T., 2007. Tectonic Evolution of The South Tethyan Ocean: Evidence From The Eastern Taurus Mountains (Elaziğ Region, SETurkey). Geological Society, London, Special Publications, 272:231–270.

Robertson, A. H. F., Parlak, O., ve Ustaomer, T., 2009. Melange Genesis and Ophiolite Emplacement Related To Subduction of The Northern Margin of The Tauride–Anatolide Continent, Central and Western Turkey. Geological Society, London, Special Publications, 311(1), 9-66.

Robertson, A. H. F., Ustaömer, T., Parlak, O., Ünlügenç, U. C., Tasli, K., ve İnan, N., 2006. The Berit Transect of The Tauride Thrust Belt, S. Turkey: Late Cretaceous-Early Cenozoic Accretionary/Collisional Processes Related To Closure of The Southern Neotethys. Journal of Asian Earth Sciences, 27(1):108-145.

Robertson, A.H.F., 1986a. Geochemistry and Tectonic Implications of Metalliferous and Volcaniclastic Sedimentary Rocks Associated with Late Ophiolitic Extrusives in The Hatay Area, Southern Turkey. Ofioliti, 11:121– 140.

Robertson, A.H.F., 1986b. The Hatay Ophiolite (Southern Turkey) in Its Eastern Mediterranean Tectonic Context: A Report on Some Aspects of The Field Excursion. Ofioliti, 11 (2): 105-119.

Robertson, A.H.F., Dixon, J.E.1984. Introduction, Aspects of The Geological Evolution of The Eastern Mediterranean. Geological Society, London, Special Publications, 17(1):1-74.

Robertson, A.H.F., Parlak, O., Ustaömer, T., Tasli, K., inan, N., Dumitrica, P., ve Karaoğlan, F., 2013. Subduction, Ophiolites Genesis and Collision History of Tehys Adjacent To The Eurasian Continental Margin: New Evidence From The Eastern Pontides, Turkey, Geodinamica Acta26 (3-4): 230-293.

Robertson, A.H.F., Parlak, O., ve Dumitrica, P., 2022. Role of Late Cretaceous Volcanic-Sedimentary Melanges, Specifically The Aladağ Melange, E Turkey, in The Rift-Drift-Subduction-Accretion-Emplacement History of The Tethyan inner Tauride Ocean. International Geology Review, 64(8): 1139-1190.

Robertson, A.H.F., Parlak, O., ve Ustaömer, T., 2012. Overview of The Palaeozoic–Neogene Evolution of Neotethys in The Eastern Mediterranean Region (Southern Turkey, Cyprus, Syria). Petroleum Geoscience, 18: 381-404.

Robinson, P.T., Bai, W.J., Malpas, J., Yang, J.S., Zhou, M.F., Fang, Q.S., Hu, X.F., Cameron, S., Ve Staudigel, H., 2004. Ultra-High Pressure Minerals in The Luobusa Ophiolite, Tibet, and Their Tectonic Implications. Geological Society of London, Special Publication, 226:247–271.

Robinson, P.T., Trumbull, R.B., Schmitt, A., Yang, J.S., Li, J.W., Zhou, M.F., Erzinger, J., Dare, S., ve Xiong, F.H., 2015. The Origin and Significance of Crustal Minerals in Ophiolitic Chromitites and Peridotites. Gondwana Research, 27: 486-506.

Robinson, P.T., ve Malpas, J., 1990. The Troodos Ophiolite of Cyprus: New Perspectives on Its Origin and Emplacement. in: Malpas, J., Moores, E.M., Panayiotou, A. and Xenophontos, C., Eds., Ophiolites of The Symposium "Troodos 1987", The Geological Survey Department, Nicosia, 13-26.

Roeder, P. L., ve Reynolds, L., 1991. Crystallization of Chromite and Chromium Solubility in Basaltic Melts. Journal of Petrology, 32(5):909-934.

Rojay, B., 2013. Tectonic Evolution of The Cretaceous Ankara Ophiolitic Mélange During The Late Cretaceous to Pre-Miocene Interval in Central Anatolia, Turkey. Journal Of Geodynamics.65: 66–81.

Rojay, B., Altiner, D., Altiner, S.Ö., Önen, A.P., James, S., ve Thirwall, M.F., 2004. Geodynamic Significance of The Cretaceous Pillow Basalts From North Anatolian Ophiolitic Melange Belt (Central Anatolia, Turkey): Geochemical and Paleontological Constraints. Geodinamica Acta, 17:349-361.

Rolland, Y., Galoyan, G., Bosch, D., Sosson, M., Corsini,M., Fornari, M., Verati, C., 2009. Jurassic Back-Arc and Cretaceous Hot-Spot Series In The Armenian Ophiolites — Implications for The Obduction Process. Lithos 112: 163–187.

Rollinson, H. R., 1995. Using Geochemical Data: Evaluation, Presentation, Interpretation. London,385s.

Rollinson, H., 2016. Surprises from The Top of The Mantle Transition Zone. Geology Today 32, 58–64.

Rollinson, H., Reid, C., Ve Windley, B., 2010. Chromitites from The Fiskenaesset Anorthositic Complex, West Greenland: Clues to Late Archean Mantle Processes. In: Kusky T.M., Zhai M.G., Xiao W. (Eds.), The Evolving Continents: Understanding Processes of Continental Growth. Geological Society, London, Special Publications, 338: 197–212.

Rollinson, H.R., 2005. Chromite in The Mantle Section of The Oman Ophiolite, A New Genetic Model. Island Arc, 14:542–550.

Rollinson, P. 2008. The Geochemistry of Mantle Chromitites from The Northern Part of The Oman Ophiolite: inferred Parental Melt Compositions. Contributions to Mineralogy and Petrology, 156: 273–288.

Ross, K., ve Elthon, D., 1997. Cumulus and Postcumulus Crystallization in The Oceanic Crust: Major and Trace Element Geochemistry of Leg 153 Gabbroic Rocks. In Proceedings-Ocean Drilling Program Scientific Results, 333-350.

Saccani, E., Seghedi, A., ve Nicolae, İ., 2004. Evidence of Rift Magmatism from Preliminary Petrological Data on Lower Triassic Mafic Rocks from The North Dobrogea Orogen (Romania). ofioliti, 29(2):231-241.

Saleeby, J.B., ve Busby-Spera, C.J., 1992. Early Mesozoic Tectonic Evolution of The Western U.S. Cordillera, in Burchfiel, B.C., Lipman, P.W., and Zoback, M.L., Eds., The Cordilleran Orogen: Conterminous U.S.: Boulder, Colorado, Geological Society of America, Geology of North America, G-3: 107-168.

SarıfakıoğLu, E., Dilek, Y. & Sevin, M. 2017. New Synthesis of The Izmir–Ankara–Erzincan Suture Zone and The Ankara Mélange in Northern Anatolia Based on New Geochemical and Geochronological Constraints. In: Sorkhabi, R. (Ed.) Tectonic Evolution, Collision, And Seismicity Of Southwest Asia: In Honor of Manuel Berberian's Forty-Five Years Of Research Contributions. Geological Society Of America, Special Papers, 525: 613–675.

SarıfakıoğLu, E., Dilek, Y. and Sevin, M., 2014. Jurassic–Paleogene İntraoceanic Magmatic Evolution Of The Ankara Mélange, North-Central Anatolia, Turkey. Solid Earth, 5:77–108.

Sarıfakıoğlu, E., Dilek, Y., ve Uysal, İ., 2012. The Petrogenesis and Geodynamic Significance of Bahçe (Osmaniye) Ophiolite, 5th Geochemistry Symposium, 112-113.

Sarıfakıoğlu, E., Özen, H. Çolakoğlu, A., ve Sayak, H., 2010. Mineral Chemistry and Tectonomagmatic Evolution of Late Cretaceous. Petrology, 226.

Sarıfakıoğlu, E., Özen, H., ve Winchester, J.A., 2009. Whole Rock and Mineral Chemistry of Ultramafic-Mafic Cumulates from The Orhaneli (Bursa) Ophiolite, NW Anatolia. Turkish Journal of Earth Sciences, 18: 55–83.

Sayın, Ş.A., ve Yildiz, M. 1974. Orhaneli – Harmancik (Bursa) Ve Dursunbey (Balikesir) Civarinin Nikel - Krom Prospeksiyonu, M.T.A. Etüt Dairesi Rapor No:5765 (Yayinlanmamiş).

Schilling, J.G., ve Winchester, J.W., 1967. Rare-Earth Fractionation and Magmatic Processes. Mantles of Earth and Terrestrial Planets., 267–283.

Schulze, D.J., 2001. Origins of Chromian and Aluminous Spinel Macrocrysts from Kimberlites in Southern Africa. The Canadian Mineralogist, 39(2): 361-376.

Seaton, N.C.A, Whitney, D.L, Teyssier, C., Toraman, E., ve Heizler, M.T., 2009. Recrystallization of High-Pressure Marble (Sivrihisar, Turkey). Tectonophysics, 479: 241-253.

Servais, M., 1982. Collision Et Suture Téthysienne En Anatolie Centrale, Étude Structurale Et Métamorphique (HP-BT) De La Zone Nord Kütahya. Ph.D. Thesis, Universite De Paris-Sud, Centre D'orsay, 374p.

Seyler, M. ve Brunelli, D., 2018. Sodium-Chromium Covariation in Residual Clinopyroxenes from Abyssal Peridotites Sampled in The 43°–46°E Region of The Southwest Indian Ridge. Lithos 302–303:142–157.

Seyler, M., Toplis, M. J., Lorand, J. P., Luguet, A. ve Cannat, M., 2001. Clinopyroxene Microtextures Reveal İncompletely Extracted Melts in Abyssal Peridotites. Geology 29, 155–158.

Shaw, D.M., 2000. Continuous (Dynamic) Melting Theory Revisited. Canadian Mineralogist 38:1041-1063.

Sherlock, S., Kelley, S.P., Inger, S., Harris N.,ve Okay, A.I., 1999. 40Ar-39Ar and Rb-Sr Geochronology of High-Pressure Metamorphism and Exhumation History of The Tavşanlı Zone, NW Turkey. Contributions to Mineralogy and Petrology, 137: 46-58.

Shervais, J.W., 1982. Ti-V Plots and Petrogenesis of Modern and Ophiolitic Lavas. Earth and Planetary Science Letters, 59: 101-118.

Shervais, J.W., 1990. Island Arc and Ocean Crust Ophiolites: Contrasts in The Petrology, Geochemistry and Tectonic Style of Ophiolite Assemblage in The California Coast Ranges. in: Malpas, J., Moores, E., Panayiotou, A., Xenophontos, C. (Eds.), Ophiolites: Oceanic Crustal Analogues, Proceedings of Symposium Troodos 1987. Geological Survey Department, Nicosia, Cyprus, 507 -520.

Shervais, J.W., 2001. Birth, Death, and Resurrection: The Life Cycle of Suprasubduction Zone Ophiolites. Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 2(1).

Shi, R., Griffin,W.L., O'Reilly, S., Huang, Q., Zhang, X., Liu, D., Zhi, X., Xia, Q., ve Ding, L., 2012. Melt/Mantle Mixing Produces Podiform Chromite Deposits in Ophiolites: Implications of Re–Os Systematics in The Dongqiao Neo-Tethyan Ophiolite, Northern Tibet. Gondwana Research, 21: 194–206.

Snow, J. E., Schmidt, G. ve Rampone, E.,2000. Os Isotopes and Highly Siderophile Elements (HSE) in The Ligurian Ophiolites, Italy. Earth Planet. Sci. Lett., 175: 119–132, (2000).

Snow, J.E., ve Dick, H.J.B., 1995. Pervasive Magnesium Loss By Marine Weathering of Peridotite. Geochimica Et Cosmochimica Acta, 59: 4219-4235.

Speranza, F., Minelli, L., Pignatelli, A., ve Chiappini, M., 2012. The Ionian Sea: The Oldest in Situ Ocean Fragment of The World?.Journal of Geophysical Research, Solid Earth, 117: 1-13.

Spray, J.G., 1984. Possible Causes and Consequences of Upper Mantle Decoupling and Ophiolite Displacement. In: Gass, I.G., Lippard, S.J., Shelton, A.W. (Eds.), Ophiolites and Oceanic Lithosphere. Geological Society of London, Special Publication, 13:255-268.

Steinmann, G., 1927. Die Ophiolitischen Zonen in Den Mediterranen Kettengebirgen: Compte-Rendu, Xive Congrès Géologique international, 1926, Madrid, Graficas Reunidas, 2: 637-667.

Stern, R.J. 2004. Subduction Initiation: Spontaneous and Induced. Earth and Planetary Science Letters, 226(3-4): 275-292.

Stern, R.J., Reagan, M., Ishizuka, O., Ohara, Y., ve Whattam, S., 2012. To Understand Subduction Initiation, Study Fore-Arc Crust: Tounder Stand Fore-Arc Crust, Study Ophiolites.Lithosphere, 4: 469–483.

Stern, R.J., ve Bloomer, S.H., 1992. Subduction Zone Infancy-Examples From The Eocene Izu-Bonin-Mariana and Jurassic California Arcs. Geological Society of America Bulletin, 104(12): 1621-1636.

Stern, R.J., ve Bloomer, S.H., 1992. Subduction Zone infancy: Examples From The Eocene Izu-Bonin-Mariana and Jurassic California. Geological Society America Bulletin, 104: 1621-1636.

Streckeisen, A.L., 1973. Plutonic Rocks, Classification and Nomenclature Recommended By The Iugs Subcommission on The Systematics of Igneous Rocks. Geotimes, 18:26-30.

Suhr, G., 1999. Melt Migration Under Oceanic Ridges: inferences From Reactive Transport Modelling of Upper Mantle Hosted Dunites. Journal of Petrology, 40(4):575-599.

Sun, W., ve Mcdonough, W.F., 1989. Chemical and Isotopic-Systematics of Oceanic Basalts: Implications for Mantle Composition and Processes. Geological Society of London Special Publication, 42:313-345.

Şengör, A.M.C., and Yılmaz, Y., 1981. Tethyan Evolution of Turkey: A Plate Tectonic Approach. Tectonophysics, 75: 181-241.

Şimşek, E., Parlak, O., ve Robertson, A.H..F., 2023. Ion-Probe (Sims) U-Pb Geochronology and Geochemistry of The Upper Cretaceous Kızıldağ (Hatay) Ophiolite: Implications for Supra-Subduction Zone Spreading in The Southern Neotethys. Geosystems and Geoenvironment.

Tamura, A., Arai, S., 2006. Harzburgite-Dunite- Orthopyroxenite Suite as A Record of Supra-Subduction Zone Setting for The Oman Ophiolite Mantle. Lithos, 90: 43-56.

Tankut, A., Dilek, Y., ve Önen, P., 1998. Petrology and Geochemistry of The Neo-Tethyan Volcanism As Revealed in The Ankara Melange, Turkey. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 85(1): 265-284.

Tatsumi, Y., Hamilton, D. L., ve Nesbitt, R. W., 1986. Chemical Characteristics of Fluid Phase Released From A Subducted Lithosphere and Origin of Arc Magmas: Evidence From High Pressure Experiments and Natural Rocks. Journal of Volcanology and Geothermal Research 29: 293–309.

Taylor, R.N., ve Nesbitt, R.W., 1994. Arc Volcanism in An Extensional Regime At The initiation of Subduction: A Geochemical Study of Hahajima, Bonin Islands, Japan. In Smellie, J.L. (Ed.), Volcanism Associated with Extension at Consuming Plate Margins. Geological Society Special Publication, 81:115-134.

Tekin, U.K., Göncüoğlu, M.C., ve Turhan, N., 2002. First Evidence of Late Carnian Radiolarians From The Izmir-Ankara Suture Complex, Central Sakarya, Turkey: İmplications for The Opening Age of The Izmir-Ankara Branch of Neo-Tethys. Geobios, 35: 127-135.

Thayer, T.P., 1963. Geologic Features of Podiform Chromite Deposits. In: Woodtli R. (Ed.), Méthodes De Prospection De La Chromite (Methods Of Prospecting For Chromite): Proceedings of an OECD Seminar on Modern Scientific Methods of Chromite Prospecting, Athens 16–30 April 1963, Organisation De Coopération Et De Développement Economiques, 135–148.

Thayer, T.P., 1964. Principal Features and Origin of Podiform Chromitite Deposits, and Some Observations on The Guleman-Soridag District, Turkey. Economic Geology, 59:1497–1524.

Tolun, R., 1956. Uludağ Volfram Cevherine Ait Konsantrasyon Tecrübeleri ve Kiymetlendirme Etüdü. Maden Tetkik ve Arama Dergisi,48.

Topuz, G., Göçmengil, G., Rolland, Y., Çelik, Ö.F., Zack, T., ve Schmitt A. K., 2012. Jurassic Accretionary Complex and Ophiolite From Northeast Turkey: No Evidence for The Cimmerian Continental Ribbon. Geology, 41: 255-258.

Topuz, G., Okay, A.I., Altherr, R., Meyer, H.P. ve Nasdala, L., 2006. Partial High-Pressure Aragonitization of Micritic Limestones in An Accretionary Complex, Tavşanlı Zone, NW Turkey. Journal of Metamorphic Geology, 24: 603-613.

Tremblay, A., Meshi, A., ve Bédard, J.H., 2009. Oceanic Core Complexes and Ancient Oceanic Lithosphere: insights From Iapetan and Tethyan Ophiolites (Canada and Albania). Tectonophysics, 473 (1-2): 36-52.

Uçurum, A., Koptagel, O., ve Lechler, P. J. (2006). Main-Component Geochemistry And Platinum-Group-Element Potential Of Turkish Chromite Deposits, With Emphasis On The Mugla Area. International Geology Review, 48(3):241-254.

Uçurum, A., Lechler, P.J. ve Larson, L.T., 2000. Platinum-Group Element Distribution in Chromite Ores From Ophiolite Complexes, Western Turkey. Applied Earth Science, 109(2):112-120.

Ulrich, M., Picard, C. Guillot S., Chauvel, C., Cluze, D., ve Meffre, S., 2009. The New Caledonia Ophiolite: Multiple Melting Stages and Refertilisation Process as Indicators for Ridge to Subduction formation. Lithos, 115:223–236.

Uysal, I., Akmaz, R.M., Saka, S., ve Kapsiotis, A., 2016. Coexistence of Compositionally Heterogeneous Chromitites in The Antalya-Isparta Ophiolitic Suite, SW Turkey: A Record of Sequential Magmatic Processes in The Sub-Arc Lithospheric Mantle. Lithos, 248–251: 160–174.

Uysal, İ., Akmaz, R.M., Kapsiotis, A., Demir, Y., Saka, S., Avci, E., ve Müller, D., 2015. Genesis and Geodynamic Significance of Chromitites From The Orhaneli and Harmancik Ophiolites (Bursa, NW Turkey) As Evidenced By Mineralogical and Compositional Data. Ore Geology Reviews, 65: 26-41.

Uysal, İ., Dokuz, A., Kapsiotis, A., Saka, S., Karsli, O., Kaliwoda, M., ve Müller, D., 2017. Petrogenesis of Ultramafic Rocks From The Eastern Orhaneli Ophiolite, NW Turkey: Hints on The Initiation and Evolution of Melt-Peridotite interaction Processes within A Heterogeneously Depleted Mantle Section. Journal of Asian Earth Sciences, 148: 51–64.

Uysal, İ., Kapsiotis, A., Akmaz, R.M., Saka, S., ve Seitz, H.M. 2018. The Guleman Ophiolitic Chromitites (SE Turkey) and Their Link To A Compositionally Evolving Mantle Source During Subduction initiation. Ore Geology Reviews, 93: 98-113.

Uysal, İ., Sen, A.D., Ersoy, E.Y., Dilek, Y., Saka, S., Zaccarini, F., Escayola, M., ve Karsli, O., 2014. Geochemical Make-Up of Oceanic Peridotites From NW Turkey and The Multistage Melting History of The Tethyan Upper Mantle. Mineralogy and Petrology, 108: 49–69.

Uysal, İ., Tarkian, M., Sadiklar, B., Zaccarini, F., Meisel, T., Garuti, G., ve Heidrich, S., 2009b. Petrology of Al- and Cr-Rich Ophiolitic Chromitites From The Muğla, Sw Turkey: İmplications From Composition of Chromite, Solid inclusions of Platinum-Group Mineral, Silicate, and Base-Metal Mineral, and Os-Isotope Geochemistry. Contributions to Mineralogy and Petrology, 158(5): 659-674.

Uysal, İ., Yalçin, E., Karsli, O., Dilek, Y., Sadiklar, M.B., Ottley, C.J., Tiepolo, M., ve Meisel, T., 2012. Coexistence of Abyssal and Ultra-Depleted SSZ Type Mantle Peridotites in A Neo-Tethyan Ophiolite in SW Turkey: Constraints from Mineral Composition, Whole-Rock Geochemistry (Major–Trace–REE–PGE), and Re–Os İsotope Systematics. Lithos, 132-133: 50-69.

Uysal, İ., Zaccarini, F., Sadıklar, B., Tarkian, M., Thalhammer, O.A.R., And Garuti, G., 2019. The Podiform Chromitites in The Dağküplü and Kavak Mines, Eskişehir Ophiolite (NW-Turkey): Genetic Implications ff Mineralogical and Geochemical Data. Gologica Acta, 7: 351-362.

Van Hinsbergen, D. J. J. , Peters, K., Maffione, M., Spakman, W., Guilmette, C., Thieulot, C., Plumper, O., Gurer, D., Brouwer, F. M. , Aldanmaz, E., ve Kaymakci, N., 2015. Dynamics of Intraoceanic Subduction Initiation: 2. Suprasubduction Zone Ophiolite formation and Metamorphic Sole Exhumation in Context of Absolute Plate Motions.Geochemistry, Geophysics, Geosystems, 16(6), 1771-1785.

Van Hinsbergen, D.J.J., Maffione, M., Plunder, A., Kaymakci, N., Ganerød, M., Hendriks, B.W.H., Corfu, C.F., Gürer, D., De Gelder, G.I.N.O., Peters, K., Mcphee, J., Brouwer, F.M., ve Advokaat, E.L., 2016. Tectonic Evolution and Palaeogeography of The Kırşehir Block and The Central Anatolian Ophiolites, Turkey. Tectonics, 35:983-1014.

Vergili, Ö., ve Parlak, O., 2005. Geochemistry and Tectonic Setting of Metamorphic Sole Rocks and Mafic Dikes from The Pınarbaşı (Kayseri) Ophiolite, Central Anatolia. Ofioliti, 30: 37-52.

Wakabayashi, J., ve Dilek, Y., 2000. Spatial and Temporal Relations Between Ophiolites and Their Subophiolitic Soles: A Test of Models of forearc Ophiolite Genesis: in Dilek, Y., Moores, E.M., Elthon, D., and Nicolas, A., Eds., Ophiolites and Oceanic Crust: New insights From Field Studies and Ocean Drilling. Geological Society of America Special Paper, 349:53-64.

Wang, J., Li, X., Ning, W., Kusky, T., Wang, L., Polat, A., ve Deng, H., 2019. Geology of A Neoarchean Suture: Evidence From The Zunhua Ophiolitic Mélange of The Eastern Hebei Province, North China Craton. Geological Society of America Bulletin, 131(11-12): 1943-1964.

Warren, J. M., 2016. Global Variations in Abyssal Peridotite Compositions. Lithos, 248–25: 193–219.

Wells, P. 1977. Pyroxene Thermometry in Simple and Complex Systems. Contributions to Mineralogy and Petrology, 62: 129-139.

Whattam, S.A., ve Stern, R.J., 2011. The 'Subduction Initiation Rule': A Key for Linking Ophiolites, intra-Oceanic fore-Arcs, and Subduction initiation. Contributions to Mineralogy and Petrology, 162(5): 1031-1045.

Wijkerslooth, P., 1941. Merkezi Anadolu'nun Garp Sahasi Dahilinde, Genç Paleozoikteki (Varistikum) Magmatik Faaliyet Hakkinda Bazi Mülâhazalar. M.T.A. Mecm. No. 4/25, Ankara.

Williams, H., ve Smyth, R., 1973. Metamorphic Aureoles Beneath Ophiolite Suites and Alpine Peridotites: Tectonic İmplications with West Newfoundland Examples. American Journal of Science, 273: 594-621.

Williams, R. W., ve Gill, J. B., 1989. Effects of Partial Melting on The Uranium Decay Series. Geochimica et Cosmochimica Acta, 53(7):1607-1619.

Wilson, M., 1989. Igneous Petrogenesis. Un- Win Hyman, London, 465s.

Winter, D. J., 2010. Principles of Ignesous and Metamorphic Petrology Second Edition.Pearson Education, London,720s.

Woodcock, N.H., ve Robertson, A.H.F., 1977. Origins of Some Ophiolite-Related Metamorphis Rocks of The Tethyan Belt. Geology, 5: 373-376.

Workman R. ve Hart S.R., 2005. Major and trace element composition of the depleted MORB mantle (DMM). Earth and Planetary Science Letters 231:53 – 72

Xin, G. Y., Chu, Y., Su, B. X., Lin, W., Cui ,M.M., Liu, X., Uysal İ., Li, J. L., ve Feng Z. T., (2022) Subduction initiation in The Neo-Tethys and formation of The Bursa Ophiolite in Nw Turkey. Lithos, 422-423:106746.

Xiong, F., Yang, J., Robinson, P.T., Xu, X., Liu, Z., Li, Y., Li, J., ve Chen, S., 2015. Origin of Podiform Chromitite, A New Model Based on The Luobusa Ophiolite, Tibet. Gondwana Research, 27: 525–542.

Xu, Y., Chen, S., Parlak, O., Arai, S., Dönmez, C., And Hong, J., 2020. Discovery of Extremely High-Al Podiform Chromitites from The Lycian (Marmaris) Ophiolite, SW Turkey: Implications for Chromitite Genesis. Ore Geology Reviews, 127: 103817.

Yalınız, K.M., Floyd, P., ve Göncüoğlu, M.C., 1996. Supra-Subduction Zone Ophiolites of Central Anatolia: Geochemical Evidence from The Sarıkaraman Ophiolite, Aksaray, Turkey. Mineralogical Magazine, 60: 697-710.

Yalınız, M.K., ve Göncüoğlu, M.C., 1998. General Geological Characteristics and The Distribution of The Central Anatolian Ophiolites. Yerbilimleri Dergisi, 20: 19-30.

Yang, J., Wu, W.W., Lian, D., ve Rui, H., 2021. Peridotites, Chromitites And Diamonds İn Ophiolites. Nature Reviews Earth & Environment, 2, 198-212.

Yang, J.-S., Dobrzhinetskaya, L., Bai, W.J., Fang, Q.S., Robinson, P.T., Zhang, J., ve Green, H.W., 2007. Diamond- and Coesite-Bearing Chromitites from The Luobusa Ophiolite, Tibet. Geology,35: 875–878.

Yang, J.-S., Meng, F., Xu, S., Robinson, P.T., Dilek, Y., Makeyev, A.B., Wirth, R., Wiedenbeck, M., ve Cliff, J., 2015. Diamonds, Native Elements and Metal Alloys from Chromitite of The Ray-Iz Ophiolite of The Polar Urals. Gondwana Research, 27: 459–485.

Yang, J.-S., Robinson, P.T., Dilek, Y., 2014. Diamonds in Ophiolites. Elements, 10: 127–130.

Yeniyol, M., 1982. Yunak (Konya) Magnezitlerinin Oluşum Sorunları, Değerlendirilmesi ve Yöre Kayaçlarının Petrojenezi. İstanbul Yerbilimleri, 3: 21-51.

Yılmaz, Y., Tüysüz, O., Yiğitbaş, E., Genç, S¸. C., ve Şengör, A. M. C., 1997. Geology and Tectonic Evolution of The Pontides. In Regional and Petroleum Geology of The Black Sea and Surrounding Region (Ed. A. G. Robinson). American Association of Petroleum Geologists, 68:183-226.

Zaccarini, F., Garuti, G., Proenza, J.A., Campos, L., Thalhammer, O.A.R., Aiglsperger, T., ve Lewis, J., 2011. Chromite and Platinum-Group-Elements Mineralization in The Santa Elena Ophiolitic Ultramafic Nappe (Costa Rica): Geodynamic Implications. Geologica Acta, 9(3-4): 407-423.

Zhou, M.F., Robinson P.T., Su B.X., ve Gao, J.F., 2014. Compositions of Chromite, Associated Minerals, and Parental Magmas of Podiform Chromite Deposits: The Role of Slab Contamination of Asthenospheric Melts in Suprasubduction Zone Environments. Gondwana Research, 26: 262-283.

Zhou, M.-F., Robinson, P.T., Malpas, J., Aitchison, J., Sun, M., Bai, W.J., Hu, X.F., ve Yang, J.-S., 2001. Melt/Mantle Interaction and Melt Evolution in The Sartohay High-Al Chromite Deposits of The Dalabute Ophiolite (NW China). Journal Of Asian Earth Sciences, 19: 517–534.

Zhou, M.F., Robinson, P.T., Malpas, J., ve Li, Z.T., 1996. Podiform Chromites in The Luobusa Ophiolite (Southern Tibet): Implications for Melt-Rock interaction and Chromite Segregation in The Upper Mantle. Journal of Petrology 37: 3-21.

Zhou, M.F., Robinson, P.T., Su, B.X., Gao, J.F., Li, J.W., Yang, J.S., ve Malpas, J., 2014. Compositions of Chromite, Associated Minerals, and Parental Magmas of Podiform Chromite Deposits: The Role of Slab Contamination of Asthenospheric Melts in Suprasubduction Zone Environments. Gondwana Research, 26: 262-283.

Zhou, M.F., Robinson, P.T., ve Bai, W.J., 1994. Formation of Podiform Chromitites By Melt/Rock Interaction in The Upper Mantle. Mineralium Deposita, 29: 98-101.

Zhou, M.F., Sun, M., Keays, R.R., ve Kerrich, R., 1998. Controls on The Platinum-Group Elemental Distributions in High-Cr and High-Al Chromitites: A Case Study of The Podiform Chromitites From The Chinese Orogenic Belts. Geochimica Et Cosmochimica Acta, 62: 677-688.

Zhou, M.F., ve Bai, W.J., 1992. Chromite Deposits in China and Their Origin. Mineralium Deposita. 27:192-199.

Zou, H., ve Zindler, A., 1996. Constraints on The Degree of Dynamic Partial Melting and Source Composition Using Concentration Ratios in Magmas. Geochimica Et Cosmochimica Acta, 60(4):711-717

Zou, H. 1998. Trace Element Fractionation During Modal and Non-Modal Dynamic Melting and Open-System Melting: A Mathematical Treatment. Geochimica Et Cosmochimica Acta ,62: 1937–1945.

Zou, H. 2007. Quantitative Geochemistry. Imperial College Press ,London, 304s.

ÖZGEÇMİŞ

Evren ARSLAN, İlk,orta öğrenimini ve lise öğrenimini Kayseri' de tamamladı. 2004 yılında başladığı Çukurova Üniversitesi Mühendislik - Mimarlık Fakültesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü'nden 2008 yılında mezun oldu ve aynı yıl özel sektörde işe başladı. 2012 Yılında Çukurova Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Maden Yatakları ve Jeokimya Ana Bilim Dalı'nda yüksek lisansını tamamladı.2013 Yılında Çukurova Üniversitesinde Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Mineraloji ve Petrografi Ana Bilim Dalı'nda doktora çalışmasına başlamıştır. 2008-2017 arası özel sektörde çalışmış ve 2017 yılından itibaren Maden ve Petrol İşleri Genel Müdürlüğü'nde Yeraltı Maden Uzmanı olarak çalışmaktadır.

EKLER

EK-1 MİNERAL KİMYASI ANALİZLERİ VE HESAPLAMALARI

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamalar

Örnek	**H1-1**	**H1-2**	**H1-3**	**H1-4**	**H1-5**	**H2-1**	**H2-2**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Swanapol**	**Harmancık Kuzey/Swanapol**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O							0.01
MgO	51.13	51.14	51.11	50.02	51.28	52.02	51.09
Al_2O_3	0.01						
SiO_2	40.23	39.53	39.86	39.48	39.83	40.12	40.09
K_2O		0.02	0.02	0.00	0.00		0.01
CaO	0.01	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.02
TiO_2	0.02	0.01			0.02	0.02	0.02
Cr_2O_3		0.02	0.03				0.00
MnO	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.15	0.13
FeO	8.48	8.58	8.41	8.41	8.64	8.24	8.20
NiO							
Toplam	**99.98**	**99.45**	**99.61**	**98.08**	**99.93**	**100.57**	**99.57**
Si	0.98	0.97	0.98	0.98	0.97	0.97	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.17	0.18	0.17	0.18	0.18	0.17	0.17
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.86	1.88	1.87	1.86	1.87	1.88	1.86
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.03**	**3.02**	**3.02**	**3.03**	**3.03**	**3.02**
Fo	91.39	91.30	91.42	91.25	91.24	91.70	91.62
Fa	8.50	8.59	8.44	8.61	8.62	8.15	8.25
Tp	0.11	0.11	0.14	0.14	0.14	0.15	0.13
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.30	0.30

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**H2-3**	**H2-4**	**H2-5**	**HT2A-1**	**HT2A-2**	**HT2A-3**	**HT2A-4**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.02	0.06	0.00	0.01	0.01	0.00
MgO	51.83	51.91	51.77	49.93	49.99	50.48	50.57
Al_2O_3			0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
SiO_2	40.31	40.06	40.41	40.08	40.33	40.22	40.17
K_2O		0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.01	0.02		0.05	0.02	0.00	0.03
TiO_2			0.01	0.01	0.00	0.02	0.00
Cr_2O_3	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
MnO	0.12	0.09	0.11	0.18	0.11	0.12	0.14
FeO	7.95	8.05	7.92	9.11	9.10	9.05	8.93
NiO				0.43	0.39	0.44	0.38
Toplam	**100.22**	**100.16**	**100.31**	**99.80**	**99.95**	**100.35**	**100.22**
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.16	0.19	0.19	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.88	1.88	1.87	1.83	1.83	1.84	1.84
Ni	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.02**
Fo	91.97	91.91	92.00	90.55	90.63	90.75	90.86
Fa	7.91	8.00	7.90	9.27	9.26	9.13	9.00
Tp	0.12	0.09	0.11	0.19	0.11	0.12	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.29	0.29	0.29	0.34	0.34	0.34	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**HT2A-5**	**HT2A-6**	**HT2A-7**	**HT2A-8**	**HT2A-9**	**HT2A-10**	**HT3A-1**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Mostra 134**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Kromit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.00	0.02	0.02	0.03	0.00	0.01
MgO	50.53	50.04	50.11	50.59	50.00	50.23	54.15
Al_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO_2	40.25	39.88	40.56	40.36	40.57	40.57	41.67
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
CaO	0.04	0.03	0.03	0.04	0.00	0.02	0.02
TiO_2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
MnO	0.12	0.10	0.13	0.12	0.20	0.04	0.06
FeO	9.12	8.98	9.09	9.30	9.28	8.93	2.97
NiO	0.36	0.42	0.37	0.37	0.45	0.45	0.77
Toplam	**100.44**	**99.47**	**100.32**	**100.80**	**100.53**	**100.25**	**99.67**
Si	0.98	0.98	0.99	0.98	0.99	0.99	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19	0.18	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.84	1.84	1.82	1.84	1.82	1.83	1.93
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.00**
Fo	90.70	90.77	90.64	90.55	90.39	90.90	96.96
Fa	9.18	9.14	9.23	9.34	9.40	9.06	2.98
Tp	0.12	0.10	0.14	0.12	0.21	0.04	0.06
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.34	0.34	0.34	0.34	0.35	0.33	0.10

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**HT3A-2**	**HT3A-3**	**HT3A-4**	**HT3A-5**	**HT3A-6**	**HT3A-7**	**HT3A-8**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
MgO	54.29	54.63	54.19	54.55	54.27	53.98	54.17
Al_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02
SiO_2	41.35	41.85	42.26	41.95	41.67	41.62	41.55
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.03	0.03	0.03	0.00	0.06	0.03	0.05
TiO_2	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.01	0.01
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.03	0.01	0.01	0.01
MnO	0.03	0.01	0.06	0.06	0.07	0.03	0.04
FeO	2.98	2.99	3.02	2.97	3.08	3.07	3.14
NiO	0.91	0.89	0.85	0.90	0.80	0.82	0.87
Toplam	**99.59**	**100.41**	**100.44**	**100.48**	**100.00**	**99.59**	**99.86**
Si	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	1.00	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.94	1.93	1.92	1.93	1.93	1.93	1.93
Ni	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.00**	**3.00**	**3.01**	**3.00**	**3.01**
Fo	96.98	97.01	96.91	96.98	96.85	96.88	96.81
Fa	2.99	2.98	3.03	2.96	3.08	3.09	3.15
Tp	0.03	0.01	0.06	0.06	0.07	0.03	0.04
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.10	0.10	0.10	0.10	0.11	0.11	0.11

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**HT3A-9**	**HT3A-10**	**HT3A-11**	**HT3A-12**	**HT3A-13**	**HT3A-14**	**HT3A-15**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**	**Harmancık Kuzeyi-Baraj Ocak**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
MgO	54.00	53.80	54.43	54.52	54.36	54.43	54.28
Al_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.03	0.00
SiO_2	41.62	41.18	42.22	41.84	41.57	41.94	41.87
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.03	0.01	0.00	0.04	0.03	0.03	0.01
TiO_2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.05	0.02	0.00	0.00	0.01
MnO	0.02	0.02	0.03	0.00	0.06	0.04	0.01
FeO	2.87	2.75	2.57	3.02	3.09	2.77	3.05
NiO	0.91	0.84	0.92	0.88	0.88	0.83	0.89
Toplam	**99.47**	**98.63**	**100.23**	**100.33**	**100.01**	**100.09**	**100.12**
Si	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.93	1.94	1.93	1.93	1.93	1.93	1.93
Ni	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.01**	**3.01**	**3.00**	**3.00**
Fo	97.09	97.19	97.39	96.99	96.85	97.19	96.93
Fa	2.89	2.79	2.58	3.01	3.09	2.77	3.06
Tp	0.02	0.02	0.03	0.00	0.06	0.04	0.01
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.10	0.10	0.09	0.10	0.11	0.10	0.11

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**H3-1**	**H3-2**	**H3-3**	**H3-4**	**H3-5**	**HT4B-1**	**HT4B-2**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.04	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
MgO	50.98	50.62	50.99	50.69	50.29	50.24	50.15
Al_2O_3					0.02	0.00	0.02
SiO_2	40.03	39.73	39.93	39.51	39.82	41.26	40.73
K_2O	0.01			0.01		0.00	0.00
CaO			0.01	0.01		0.02	0.03
TiO_2		0.03				0.00	0.00
Cr_2O_3						0.02	0.02
MnO	0.12	0.11	0.15	0.15	0.13	0.13	0.11
FeO	8.53	8.59	8.37	8.44	8.70	8.07	8.02
NiO						0.43	0.43
Toplam	**99.71**	**99.08**	**99.45**	**98.81**	**98.96**	**100.16**	**99.51**
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.17	0.18	0.17	0.17	0.18	0.16	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.86	1.86	1.87	1.87	1.85	1.82	1.83
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.00**	**3.00**
Fo	91.31	91.21	91.43	91.33	91.04	91.62	91.67
Fa	8.57	8.68	8.41	8.53	8.83	8.25	8.22
Tp	0.12	0.11	0.15	0.15	0.13	0.13	0.11
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.31	0.32	0.31	0.31	0.32	0.30	0.30

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**HT4B-3**	**HT4B-4**	**HT4B-5**	**HT4B-6**	**HT4B-7**	**HT4B-8**	**HT4B-9**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Hudut3**	**Harmancık Kuzeyi-Hudut3**	**Harmancık Kuzeyi-Hudut3**	**Harmancık Kuzeyi-Hudut3**	**Harmancık Kuzeyi-Hudut3**	**Harmancık Kuzeyi-Hudut3**	**Harmancık Kuzeyi-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00
MgO	50.51	50.28	50.31	50.19	50.30	50.44	50.29
Al_2O_3	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO_2	40.78	40.68	41.07	40.56	40.83	40.91	40.77
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.00	0.03	0.01	0.00	0.04	0.01	0.01
TiO_2	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.03
MnO	0.13	0.14	0.14	0.14	0.07	0.10	0.16
FeO	8.10	8.25	8.08	8.19	8.08	8.04	8.11
NiO	0.47	0.46	0.47	0.40	0.46	0.44	0.45
Toplam	**100.05**	**99.86**	**100.09**	**99.50**	**99.82**	**99.96**	**99.82**
Si	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.17	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.83	1.83	1.82	1.83	1.83	1.83	1.83
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.00**	**3.00**	**3.00**
Fo	91.63	91.43	91.60	91.48	91.67	91.70	91.55
Fa	8.24	8.42	8.25	8.38	8.26	8.20	8.29
Tp	0.14	0.15	0.14	0.14	0.08	0.10	0.16
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.30	0.31	0.30	0.31	0.30	0.30	0.30

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**D1-1**	**D1-2**	**D1-3**	**D1-4**	**D1-5**	**D2-1**	**D2-2**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O			0.01		0.02		
MgO	53.11	53.19	52.91	53.29	53.01	52.95	52.49
Al_2O_3			0.00				
SiO_2	40.78	40.88	40.63	40.63	40.79	40.67	40.41
K_2O			0.02		0.01	0.00	0.02
CaO	0.05	0.09	0.07	0.09	0.07	0.02	0.02
TiO_2			0.06				0.00
Cr_2O_3	0.03	0.02	0.02				0.02
MnO	0.10	0.08	0.12	0.06	0.12	0.07	0.12
FeO	5.88	5.81	6.00	5.95	5.98	6.15	6.24
NiO							
Toplam	**99.94**	**100.06**	**99.83**	**100.02**	**100.00**	**99.87**	**99.32**
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.12	0.13
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.91	1.91	1.91	1.92	1.91	1.91	1.90
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**
Fo	94.07	94.16	93.91	94.04	93.94	93.81	93.63
Fa	5.84	5.77	5.97	5.89	5.94	6.11	6.25
Tp	0.10	0.08	0.12	0.06	0.12	0.07	0.12
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.21	0.20	0.21	0.21	0.21	0.22	0.22

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**D2-3**	**D2-4**	**D2-5**	**HT12-1**	**HT12-2**	**HT12-3**	**HT12-4**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O		0.00	0.01	0.01		0.01	
MgO	53.16	53.39	52.96	50.86	50.59	51.00	50.53
Al_2O_3				0.01	0.01		
SiO_2	40.74	40.88	40.22	40.16	39.79	39.86	39.34
K_2O		0.02	0.02			0.00	0.00
CaO	0.04	0.01		0.02	0.02		0.01
TiO_2		0.03		0.04	0.01		
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.01	0.03			
MnO	0.12	0.08	0.13	0.09	0.14	0.12	0.15
FeO	6.07	6.03	5.88	8.32	8.09	8.19	8.08
NiO							
Toplam	**100.13**	**100.43**	**99.22**	**99.54**	**98.65**	**99.19**	**98.11**
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.12	0.12	0.12	0.17	0.17	0.17	0.17
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.91	1.91	1.92	1.86	1.86	1.87	1.87
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**
Fo	93.87	93.97	94.02	91.51	91.64	91.62	91.63
Fa	6.02	5.95	5.85	8.39	8.22	8.26	8.21
Tp	0.12	0.08	0.13	0.09	0.15	0.12	0.16
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.21	0.21	0.21	0.31	0.30	0.30	0.30

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**HT12-5**	**HT13-1**	**HT13-2**	**HT13-3**	**HT13-4**	**HT13-5**	**HT13-6**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O		0.00	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00
MgO	51.20	34.89	50.99	34.97	51.43	50.89	51.61
Al_2O_3		1.60	0.00	1.54	0.00	0.00	0.00
SiO_2	40.00	57.10	40.80	57.02	40.54	40.25	40.80
K_2O		0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO		0.94	0.01	0.97	0.00	0.01	0.03
TiO_2		0.00	0.02	0.00	0.07	0.00	0.00
Cr_2O_3		0.71	0.00	0.54	0.11	0.01	0.04
MnO	0.10	0.13	0.22	0.16	0.12	0.13	0.11
FeO	8.25	5.09	7.69	5.07	7.74	7.54	8.09
NiO		0.06	0.34	0.14	0.44	0.39	0.33
Toplam	**99.55**	**100.52**	**100.09**	**100.47**	**100.44**	**99.23**	**101.01**
Si	0.98	1.30	0.99	1.30	0.98	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.09	0.00	0.09	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.17	0.10	0.16	0.10	0.16	0.15	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.87	1.19	1.85	1.19	1.86	1.86	1.86
Ni	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**2.72**	**3.01**	**2.72**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	91.61	92.25	91.99	92.27	92.11	92.20	91.81
Fa	8.28	7.55	7.79	7.50	7.77	7.66	8.07
Tp	0.10	0.20	0.23	0.23	0.12	0.13	0.11
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.30	0.27	0.28	0.27	0.28	0.28	0.29

EK-1 Mineral Kimyası Analiz ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-7**	**HT13-8**	**HT13-9**	**HT13-10**	**HT13-11**	**HT13-12**	**HT13-13**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
MgO	50.76	51.22	51.13	50.93	51.03	50.12	52.40
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
SiO_2	40.41	40.52	40.57	39.97	40.32	39.99	40.49
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02
CaO	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01	0.01	0.03
TiO_2	0.09	0.04	0.02	0.00	0.07	0.00	
Cr_2O_3	0.11	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.02
MnO	0.11	0.20	0.14	0.06	0.05	0.05	0.07
FeO	7.98	7.81	7.93	7.83	7.63	7.82	7.70
NiO	0.37	0.46	0.45	0.40	0.32	0.32	
Toplam	**99.85**	**100.27**	**100.26**	**99.22**	**99.44**	**98.34**	**100.71**
Si	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.85	1.86	1.85	1.87	1.86	1.85	1.89
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.02**
Fo	91.79	91.93	91.86	92.01	92.21	91.90	92.32
Fa	8.10	7.86	7.99	7.93	7.73	8.05	7.61
Tp	0.12	0.21	0.14	0.06	0.05	0.05	0.07
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.29	0.29	0.29	0.29	0.28	0.29	0.27

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-14**	**HT13-15**	**HT13-16**	**HT13-17**	**HT13-18**	**HT13-19**	**HT13-20**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O				0.01		0.01	
MgO	51.94	51.11	52.66	51.38	51.06	51.49	51.39
Al_2O_3		0.01					
SiO_2	40.42	39.61	40.97	39.72	40.09	40.28	39.92
K_2O			0.01		0.01		
CaO	0.02	0.04	0.01	0.02	0.04		0.02
TiO_2		0.02			0.02	0.02	
Cr_2O_3	0.03	0.06	0.02	0.04	0.03		
MnO	0.13	0.09	0.11	0.09	0.10	0.14	0.11
FeO	7.68	7.59	7.62	7.75	7.64	7.60	7.54
NiO							
Toplam	**100.22**	**98.53**	**101.40**	**99.00**	**98.99**	**99.54**	**98.98**
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.88	1.88	1.88	1.88	1.87	1.87	1.88
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.01**	**3.02**	**3.02**
Fo	92.22	92.22	92.40	92.12	92.16	92.22	92.30
Fa	7.64	7.68	7.50	7.79	7.74	7.64	7.59
Tp	0.14	0.09	0.11	0.09	0.10	0.14	0.11
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.28	0.28	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-21**	**HT13-22**	**HT14-1**	**HT14-2**	**HT14-3**	**HT14-4**	**HT14-5**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.03	0.03	0.05	0.01	0.00
MgO	51.41	50.74	50.61	50.33	50.23	49.70	50.20
Al_2O_3	0.01	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
SiO_2	39.98	39.66	40.33	40.10	40.70	40.94	40.37
K_2O			0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.04	0.03	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03
TiO_2			0.00	0.00	0.00	0.00	0.07
Cr_2O_3			0.02	0.00	0.00	0.03	0.01
MnO	0.13	0.10	0.24	0.00	0.12	0.08	0.14
FeO	7.80	7.86	8.88	9.18	8.16	8.82	8.90
NiO			0.54	0.42	0.43	0.39	0.49
Toplam	**99.37**	**98.39**	**100.65**	**100.07**	**99.69**	**99.99**	**100.22**
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	1.00	1.00	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.18	0.19	0.17	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.88	1.87	1.84	1.84	1.83	1.81	1.83
Ni	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.00**	**3.00**	**3.01**
Fo	92.04	91.91	90.83	90.72	91.53	90.87	90.83
Fa	7.83	7.99	8.93	9.28	8.34	9.05	9.03
Tp	0.13	0.10	0.24	0.00	0.13	0.08	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.28	0.29	0.33	0.34	0.30	0.33	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-6**	**HT14-7**	**HT14-8**	**HT14-9**	**HT14-10**	**HT14-11**	**H14-12**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.07	0.04			0.00	
MgO	50.52	28.77	50.05	50.54	50.14	50.83	50.39
Al_2O_3	0.00	0.02	0.04	0.00			0.02
SiO_2	40.92	44.44	40.77	39.75	39.96	40.50	39.71
K_2O	0.00	0.03	0.01			0.00	
CaO	0.01	0.17	0.00	0.01		0.02	
TiO_2	0.04	0.09	0.00		0.02	0.03	0.02
Cr_2O_3	0.07	0.02	0.06		0.02	0.02	0.02
MnO	0.06	0.12	0.18	0.11	0.12	0.17	0.13
FeO	8.88	10.63	9.07	8.55	8.81	8.32	8.60
NiO	0.53	0.46	0.44				
Toplam	**101.04**	**84.80**	**100.66**	**98.95**	**99.06**	**99.88**	**98.88**
Si	0.99	1.26	0.99	0.98	0.99	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.25	0.18	0.18	0.18	0.17	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.21	1.82	1.86	1.84	1.85	1.86
Ni	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**2.74**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.02**
Fo	90.97	82.68	90.61	91.23	90.92	91.43	91.14
Fa	8.97	17.13	9.21	8.65	8.96	8.39	8.72
Tp	0.06	0.19	0.19	0.12	0.13	0.17	0.13
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.69	0.34	0.32	0.33	0.31	0.32

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-13**	**HT14-14**	**HT14-15**	**HT15-1**	**HT15-2**	**HT15-3**	**HT15-4**
Lokasyon	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O		0.05	0.07	0.05	0.00	0.01	0.02
MgO	50.78	27.06	28.70	50.70	51.24	51.06	50.32
Al_2O_3		0.00	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03
SiO_2	39.75	45.81	46.41	40.82	40.87	40.96	40.26
K_2O		0.05	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO		0.23	0.20	0.01	0.01	0.02	0.04
TiO_2	0.03	0.00	0.02	0.00	0.04	0.07	0.00
Cr_2O_3		0.04	0.00	0.00	0.06	0.00	0.14
MnO	0.14	0.06	0.12	0.11	0.14	0.05	0.17
FeO	8.51	10.88	11.15	8.03	8.20	7.86	8.02
NiO		0.40	0.41	0.39	0.30	0.34	0.47
Toplam	**99.20**			**100.12**	**100.85**	**100.40**	**99.48**
Si	0.98	1.29	1.27	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.26	0.26	0.16	0.17	0.16	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.86	1.14	1.18	1.84	1.85	1.84	1.84
Ni	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**2.71**	**2.72**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	91.28	81.50	81.94	91.73	91.63	92.01	91.63
Fa	8.58	18.39	17.86	8.15	8.22	7.94	8.19
Tp	0.14	0.11	0.20	0.12	0.14	0.05	0.18
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.31	0.75	0.73	0.30	0.30	0.29	0.30

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-5**	**HT15-6**	**HT15-7**	**HT15-8**	**HT15-9**	**HT15-10**	**HT15-11**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.01		0.02	
MgO	50.92	50.72	51.36	50.45	52.18	51.65	51.58
Al_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.04		0.01	0.01
SiO_2	40.48	40.98	40.59	40.56	40.86	40.40	40.19
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00			0.02
CaO	0.02	0.00	0.01	0.03	0.01	0.04	0.02
TiO_2	0.00	0.00	0.21	0.02		0.04	
Cr_2O_3	0.02	0.00	0.00	0.00			
MnO	0.09	0.06	0.06	0.19	0.10	0.13	0.10
FeO	7.79	8.02	7.64	8.06	8.08	7.86	8.01
NiO	0.44	0.27	0.44	0.31			
Toplam	**99.75**	**100.07**	**100.32**	**99.67**	**101.23**	**100.15**	**99.92**
Si	0.99	1.00	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.85	1.84	1.86	1.84	1.87	1.87	1.87
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.02**	**3.02**
Fo	92.01	91.80	92.24	91.59	91.92	92.02	91.89
Fa	7.90	8.14	7.70	8.21	7.98	7.85	8.01
Tp	0.09	0.06	0.06	0.20	0.10	0.13	0.10
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.29	0.30	0.28	0.30	0.29	0.28	0.29

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-12**	**HT15-13**	**HT15-14**	**HT15-15**	**HT15-16**	**HT15-17**	**HT15-18**
Lokasyon	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O			0.01				0.01
MgO	52.02	50.90	52.03	52.16	52.02	51.87	51.08
Al_2O_3			0.00	0.00			
SiO_2	40.35	39.81	40.51	40.41	40.88	40.25	39.86
K_2O				0.00		0.01	0.01
CaO	0.03	0.03	0.00		0.05	0.03	0.01
TiO_2		0.02		0.02			0.04
Cr_2O_3			0.05		0.00	0.03	
MnO	0.12	0.15	0.15	0.11	0.05	0.17	0.13
FeO	7.76	7.78	8.02	7.82	7.85	7.74	7.65
NiO							
Toplam	**100.28**	**98.69**	**100.78**	**100.52**	**100.84**	**100.10**	**98.79**
Si	0.98	0.98	0.98	0.98	0.99	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.88	1.87	1.87	1.88	1.87	1.88	1.88
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.01**	**3.02**	**3.02**
Fo	92.17	91.96	91.90	92.14	92.16	92.12	92.12
Fa	7.71	7.89	7.95	7.75	7.80	7.71	7.74
Tp	0.12	0.15	0.15	0.11	0.05	0.17	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.28	0.29	0.29	0.28	0.28	0.28	0.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT16-1**	**HT16-2**	**HT16-3**	**HT16-4**	**HT16-5**	**HT16-6**	**HT16-7**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MgO	50.81	50.12	50.03	48.96	47.67	49.34	49.14
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
SiO_2	41.58	41.41	41.67	41.09	40.31	41.81	42.09
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01
TiO_2	0.00	0.00	0.04	0.00	0.09	0.18	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.01	0.03	0.07	0.06
MnO	0.14	0.01	0.02	0.13	0.04	0.11	0.08
FeO	9.12	9.05	5.50	5.26	5.22	5.44	5.15
NiO	0.31	0.37	0.21	0.23	0.24	0.25	0.21
Toplam	**101.96**	**100.98**	**97.46**	**95.71**	**93.62**	**97.20**	**96.74**
Si	1.00	1.00	1.02	1.03	1.03	1.03	1.04
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.18	0.11	0.11	0.11	0.11	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.81	1.83	1.83	1.82	1.81	1.81
Ni	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.00**	**3.00**	**2.98**	**2.97**	**2.97**	**2.97**	**2.96**
Fo	90.72	90.80	94.17	94.18	94.17	94.07	94.36
Fa	9.14	9.19	5.81	5.68	5.78	5.82	5.55
Tp	0.14	0.01	0.02	0.15	0.04	0.12	0.09
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.34	0.34	0.21	0.20	0.20	0.21	0.20

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT16-8**	**HT16-9**	**HT16-10**	**HT16-11**	**HT16-12**	**HT16-13**	**HT16-14**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	
MgO	49.67	49.45	50.21	50.36	49.99	50.18	50.28
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
SiO_2	40.30	40.51	39.91	40.35	39.90	39.97	39.63
K_2O	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	
CaO	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.04	
TiO_2	0.00	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
Cr_2O_3	0.05	0.05	0.09	0.01	0.00	0.10	0.03
MnO	0.18	0.07	0.26	0.12	0.14	0.14	0.15
FeO	8.81	9.03	9.13	8.81	9.41	8.71	8.69
NiO	0.38	0.45	0.47	0.40	0.35	0.34	
Toplam	**99.41**	**99.62**	**100.07**	**100.06**	**99.81**	**99.49**	**98.82**
Si	0.99	0.99	0.98	0.99	0.98	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.19	0.19	0.18	0.19	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.81	1.84	1.84	1.83	1.84	1.85
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.00**	**3.02**	**3.01**	**3.02**	**3.02**	**3.02**
Fo	90.79	90.64	90.51	90.96	90.32	90.99	91.02
Fa	9.03	9.29	9.23	8.92	9.54	8.86	8.83
Tp	0.18	0.07	0.26	0.12	0.14	0.15	0.15
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.34	0.34	0.33	0.35	0.32	0.32

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT16-15**	**HT16-16**	**HT16-17**	**HT16-18**	**KM1A-1**	**KM1A-2**	**KM1A-3**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O					0.01	0.00	0.01
MgO	50.20	50.08	50.72	50.03	50.58	50.05	50.34
Al_2O_3			0.00		0.00	0.00	0.01
SiO_2	39.56	39.88	40.01	39.51	40.66	40.09	40.82
K_2O	0.01			0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.03	0.02		0.02	0.02	0.04	0.04
TiO_2	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.03			0.01	0.03	0.00	0.00
MnO	0.14	0.13	0.13	0.11	0.11	0.06	0.11
FeO	8.67	8.79	8.84	8.89	9.11	8.74	8.87
NiO					0.38	0.43	0.38
Toplam	**98.64**	**98.91**	**99.72**	**98.58**	**100.90**	**99.41**	**100.57**
Si	0.98	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.85	1.84	1.85	1.85	1.83	1.84	1.82
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.01**	**3.02**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	91.03	90.92	90.97	90.83	90.72	91.03	90.91
Fa	8.82	8.95	8.89	9.05	9.16	8.92	8.98
Tp	0.15	0.13	0.13	0.12	0.11	0.06	0.11
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.32	0.33	0.33	0.33	0.34	0.33	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM1A-4**	**KM1A-5**	**KM1A-6**	**KM1A-7**	**KM1A-8**	**KM1A-9**	**KM1A-10**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.03	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
MgO	50.12	50.29	50.41	50.15	50.27	50.38	50.28
Al_2O_3	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
SiO_2	40.83	40.64	40.65	40.17	40.18	40.59	40.83
K_2O	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.04	0.02	0.04	0.00	0.00	0.04	0.00
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
MnO	0.16	0.17	0.15	0.20	0.16	0.13	0.13
FeO	8.81	8.75	9.25	9.08	9.08	9.14	9.10
NiO	0.33	0.44	0.38	0.43	0.45	0.43	0.42
Toplam	**100.34**	**100.38**	**100.90**	**100.07**	**100.14**	**100.73**	**100.76**
Si	0.99	0.99	0.99	0.98	0.98	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.19	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.83	1.83	1.83	1.83	1.83	1.82
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.02**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.87	90.95	90.53	90.60	90.65	90.64	90.66
Fa	8.96	8.88	9.31	9.20	9.18	9.22	9.20
Tp	0.17	0.18	0.16	0.20	0.17	0.14	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.33	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM1A-11**	**KM1A-12**	**KM1A-13**	**KM1A-14**	**KM1A-15**	**KM2-1**	**KM2-2**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
MgO	50.88	50.55	50.43	50.12	50.43	49.78	49.70
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
SiO_2	40.30	40.68	40.69	40.42	40.27	40.53	40.60
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.02	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
MnO	0.13	0.13	0.15	0.11	0.15	0.16	0.22
FeO	8.85	8.94	8.82	9.00	8.86	9.29	9.47
NiO	0.48	0.43	0.39	0.33	0.43	0.36	0.39
Toplam	**100.67**	**100.75**	**100.51**	**100.01**	**100.18**	**100.14**	**100.40**
Si	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.85	1.83	1.83	1.83	1.84	1.82	1.81
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.01**
Fo	91.00	90.86	90.92	90.75	90.89	90.38	90.14
Fa	8.87	9.01	8.92	9.14	8.96	9.46	9.63
Tp	0.13	0.13	0.16	0.11	0.15	0.16	0.23
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.33	0.33	0.34	0.33	0.35	0.36

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM2-3**	**KM2-4**	**KM2-5**	**KM2-6**	**KM2-7**	**KM2-8**	**KM2-9**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.03
MgO	50.00	49.54	49.95	49.29	49.52	49.82	49.91
Al_2O_3	0.02	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
SiO_2	40.70	40.88	40.58	40.43	40.26	40.40	40.48
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.04	0.01	0.03	0.00	0.04	0.00	0.04
TiO_2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MnO	0.16	0.18	0.17	0.10	0.19	0.08	0.18
FeO	9.39	9.24	9.32	9.28	9.27	9.22	9.41
NiO	0.34	0.35	0.37	0.35	0.37	0.41	0.35
Toplam	**100.66**	**100.24**	**100.42**	**99.46**	**99.68**	**99.97**	**100.42**
Si	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.81	1.80	1.82	1.81	1.82	1.82	1.82
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.32	90.36	90.37	90.36	90.32	90.52	90.27
Fa	9.51	9.45	9.46	9.54	9.48	9.39	9.55
Tp	0.16	0.19	0.17	0.10	0.20	0.09	0.18
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35	0.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM2-10**	**KM2-11**	**KM2-12**	**KM2-13**	**KM2-14**	**KM2-15**	**KM3-1**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	49.78	50.13	49.80	49.34	49.44	49.81	50.49
Al_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00
SiO_2	40.28	40.38	40.80	40.53	40.61	40.36	40.24
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
CaO	0.01	0.06	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00
TiO_2	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00
MnO	0.16	0.18	0.19	0.18	0.17	0.17	0.14
FeO	9.40	9.29	9.34	9.50	9.64	9.60	8.93
NiO	0.38	0.33	0.39	0.34	0.37	0.31	0.44
Toplam	**100.05**	**100.39**	**100.56**	**99.92**	**100.26**	**100.31**	**100.25**
Si	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.20	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.83	1.81	1.81	1.80	1.82	1.84
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.02**
Fo	90.28	90.42	90.30	90.09	89.99	90.09	90.84
Fa	9.56	9.40	9.50	9.73	9.84	9.74	9.01
Tp	0.16	0.19	0.20	0.18	0.17	0.17	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.35	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM3-2**	**KM3-3**	**KM3-4**	**KM3-5**	**KM3-6**	**KM3-7**	**KM3-8**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.02	0.00
MgO	50.08	50.18	50.12	49.91	50.15	50.41	50.39
Al_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
SiO_2	40.42	40.90	40.96	41.04	40.43	40.76	40.81
K_2O	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
CaO	0.00	0.02	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00
TiO_2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00	0.01	0.02
MnO	0.17	0.14	0.15	0.17	0.12	0.15	0.14
FeO	9.26	8.79	9.07	9.28	9.10	9.01	8.98
NiO	0.31	0.41	0.31	0.30	0.36	0.43	0.35
Toplam	**100.26**	**100.49**	**100.64**	**100.74**	**100.19**	**100.80**	**100.69**
Si	0.99	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.18	0.18	0.19	0.19	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.82	1.82	1.81	1.83	1.82	1.82
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.00**	**3.00**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.45	90.92	90.65	90.41	90.65	90.75	90.78
Fa	9.38	8.93	9.20	9.42	9.22	9.09	9.08
Tp	0.17	0.14	0.15	0.17	0.13	0.15	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.35	0.33	0.34	0.35	0.34	0.33	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM3-9**	**KM3-10**	**KM4A-1**	**KM4A-2**	**KM4A-3**	**KM4A-4**	**KM4A-5**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.00	0.03
MgO	50.37	49.88	50.09	50.05	50.18	50.63	49.84
Al_2O_3	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
SiO_2	40.63	40.97	40.76	40.48	40.55	40.64	40.50
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.01	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02
MnO	0.13	0.15	0.09	0.11	0.13	0.18	0.19
FeO	8.91	9.22	9.25	8.96	9.38	9.36	9.09
NiO	0.43	0.34	0.36	0.39	0.33	0.37	0.34
Toplam	**100.52**	**100.58**	**100.57**	**100.05**	**100.63**	**101.20**	**100.02**
Si	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.83	1.81	1.82	1.83	1.82	1.83	1.82
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.85	90.47	90.53	90.77	90.39	90.44	90.54
Fa	9.01	9.38	9.37	9.12	9.48	9.38	9.26
Tp	0.14	0.15	0.09	0.12	0.13	0.18	0.20
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.35	0.35	0.33	0.35	0.35	0.34

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM4A-6**	**KM4A-7**	**KM4A-8**	**KM4A-9**	**KM4A-10**	**KM6-1**	**KM6-2**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli**	**Orhaneli**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.04
MgO	49.95	50.15	50.28	50.09	50.34	51.65	51.48
Al_2O_3	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO_2	40.64	40.73	40.34	40.67	40.59	40.74	41.08
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	0.01	0.04	0.00	0.00	0.01	0.01	0.03
TiO_2	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01	0.02
MnO	0.11	0.12	0.14	0.14	0.11	0.11	0.10
FeO	9.11	9.04	8.96	9.16	9.06	7.64	7.72
NiO	0.34	0.35	0.44	0.39	0.41	0.40	0.32
Toplam	**100.20**	**100.43**	**100.18**	**100.46**	**100.59**	**100.55**	**100.78**
Si	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.18	0.18	0.19	0.18	0.15	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.82	1.83	1.82	1.83	1.86	1.85
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.62	90.70	90.78	90.57	90.72	92.24	92.15
Fa	9.27	9.17	9.07	9.29	9.16	7.65	7.75
Tp	0.12	0.13	0.14	0.15	0.12	0.11	0.10
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.34	0.34	0.33	0.34	0.34	0.28	0.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM6-3**	**KM6-4**	**KM6-5**	**KM6-6**	**KM6-7**	**KM6-8**	**KM6-9**	**KM6-10**
Lokasyon	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.02	0.05	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
MgO	51.72	51.50	51.56	51.32	50.99	51.50	51.21	51.33
Al_2O_3	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
SiO_2	40.65	40.87	41.15	40.85	40.96	40.87	41.01	40.86
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.04	0.05	0.06	0.05	0.03	0.02	0.00	0.04
TiO_2	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
MnO	0.18	0.19	0.11	0.12	0.13	0.16	0.19	0.15
FeO	7.51	7.50	7.68	7.45	7.53	7.50	7.57	7.70
NiO	0.38	0.36	0.36	0.37	0.43	0.32	0.39	0.38
Toplam	**100.51**	**100.56**	**100.93**	**100.20**	**100.09**	**100.37**	**100.38**	**100.49**
Si	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.87	1.86	1.85	1.86	1.85	1.86	1.85	1.85
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	92.30	92.27	92.19	92.35	92.23	92.31	92.16	92.09
Fa	7.52	7.53	7.70	7.52	7.64	7.54	7.65	7.75
Tp	0.18	0.20	0.11	0.12	0.13	0.16	0.19	0.15
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.27	0.27	0.28	0.27	0.28	0.27	0.28	0.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM6-11**	**KM6-12**	**KM6-13**	**KM6-14**	**KM6-15**	**KM6-16**	**KM6-17**	**KM6-18**
Lokasyon	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
MgO	51.41	51.50	51.29	51.46	51.60	51.66	51.16	51.14
Al_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.04
SiO_2	40.97	41.15	41.09	41.20	41.01	40.58	40.81	39.05
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
CaO	0.09	0.04	0.00	0.05	0.04	0.04	0.04	0.06
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
MnO	0.12	0.13	0.13	0.18	0.11	0.14	0.11	0.13
FeO	7.53	7.62	7.68	7.69	7.36	7.61	7.56	7.64
NiO	0.38	0.38	0.41	0.38	0.40	0.40	0.33	0.34
Toplam	**100.50**	**100.86**	**100.60**	**100.99**	**100.55**	**100.44**	**100.03**	**98.42**
Si	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98	0.99	0.97
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.85	1.85	1.85	1.85	1.86	1.87	1.85	1.89
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.03**
Fo	92.30	92.21	92.14	92.09	92.49	92.23	92.25	92.15
Fa	7.58	7.66	7.74	7.72	7.40	7.62	7.64	7.72
Tp	0.12	0.13	0.13	0.19	0.11	0.15	0.11	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.27	0.28	0.28	0.28	0.27	0.28	0.28	0.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM6-19**	**KM6-20**	**KM6-21**	**KM6-22**	**KM6-23**	**KM6-24**	**KM6-25**	**KM6-26**
Lokasyon	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MgO	54.10	51.79	51.61	51.74	51.57	51.24	51.59	51.60
Al_2O_3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00
SiO_2	39.82	40.98	40.74	40.71	40.78	40.95	40.89	41.34
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.05	0.00	0.05	0.00	0.01	0.01	0.00	0.08
TiO_2	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
MnO	0.12	0.12	0.15	0.13	0.09	0.16	0.10	0.12
FeO	7.47	7.40	7.75	7.44	7.52	7.84	7.61	7.53
NiO	0.42	0.42	0.41	0.39	0.43	0.43	0.39	0.42
Toplam	**102.00**	**100.70**	**100.72**	**100.41**	**100.40**	**100.68**	**100.60**	**101.10**
Si	0.95	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15	0.16	0.15	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.93	1.86	1.86	1.87	1.86	1.85	1.86	1.85
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.05**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	92.71	92.47	92.10	92.41	92.36	91.94	92.26	92.32
Fa	7.18	7.41	7.76	7.45	7.55	7.89	7.63	7.55
Tp	0.12	0.12	0.15	0.14	0.09	0.17	0.10	0.12
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.26	0.27	0.28	0.27	0.27	0.29	0.28	0.27

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM6-27**	**KM6-28**	**KM6-29**	**KM6-30**	**KM6-31**	**KM6-32**	**KM6-33**	**KM6-34**
Lokasyon	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.02
MgO	51.34	50.70	51.38	51.10	51.39	51.27	51.48	51.05
Al_2O_3	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
SiO_2	40.84	41.15	40.96	40.82	40.94	40.88	40.65	40.92
K_2O	0.01	0.01	0.01	0.04	0.00	0.01	0.01	0.00
CaO	0.03	0.07	0.05	0.07	0.00	0.06	0.01	0.05
TiO_2	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Cr_2O_3	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.12	0.13	0.15	0.16	0.14	0.13	0.16	0.14
FeO	7.50	7.58	7.61	7.47	7.54	7.64	7.80	7.73
NiO	0.41	0.41	0.37	0.46	0.46	0.39	0.41	0.34
Toplam	**100.28**	**100.08**	**100.57**	**100.15**	**100.47**	**100.40**	**100.55**	**100.28**
Si	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.86	1.83	1.85	1.85	1.85	1.85	1.86	1.85
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	92.31	92.13	92.18	92.27	92.26	92.17	92.02	92.04
Fa	7.57	7.73	7.66	7.56	7.59	7.70	7.82	7.82
Tp	0.13	0.14	0.16	0.17	0.14	0.13	0.16	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.27	0.28	0.28	0.27	0.27	0.28	0.28	0.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM6-35**	**KM6-36**	**KM6-37**	**KM6-38**	**KM6-39**	**KM6-40**	**KM6-41**	**KM6-42**
Lokasyon	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
MgO	43.41	51.50	44.68	51.74	51.65	50.87	51.08	51.71
Al_2O_3	0.10	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
SiO_2	37.57	40.87	37.90	40.62	40.82	40.93	40.71	40.41
K_2O	0.04	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.08	0.01	0.00	0.05	0.06	0.05	0.04	0.06
TiO_2	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.01
Cr_2O_3	0.05	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00
MnO	0.14	0.10	0.11	0.09	0.10	0.20	0.13	0.09
FeO	7.56	7.56	9.25	7.76	7.52	7.58	7.31	7.62
NiO	0.34	0.39	0.41	0.38	0.38	0.39	0.36	0.35
Toplam	**89.33**	**100.45**	**92.37**	**100.66**	**100.56**	**100.03**	**99.66**	**100.26**
Si	1.02	0.99	1.01	0.98	0.99	0.99	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.17	0.15	0.21	0.16	0.15	0.15	0.15	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.76	1.86	1.77	1.87	1.86	1.84	1.86	1.87
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**2.98**	**3.01**	**2.99**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.02**
Fo	90.94	92.29	89.49	92.16	92.35	92.10	92.45	92.28
Fa	8.89	7.60	10.39	7.75	7.54	7.70	7.42	7.63
Tp	0.17	0.10	0.12	0.09	0.11	0.20	0.13	0.09
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.27	0.39	0.28	0.27	0.28	0.27	0.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM6-43**	**KM6-44**	**KM6-45**	**KM6-46**	**KM6-47**	**KM6-48**	**KM6-49**	**KM6-50**
Lokasyon	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**	**Orhaneli**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01
MgO	51.38	51.50	51.79	51.33	51.29	51.51	51.71	51.38
Al_2O_3	0.01	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
SiO_2	41.06	40.70	40.72	41.10	40.58	40.75	40.92	40.63
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
CaO	0.04	0.02	0.01	0.04	0.02	0.02	0.00	0.00
TiO_2	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Cr_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.11	0.16	0.09	0.14	0.13	0.15	0.15	0.11
FeO	7.49	7.37	7.50	7.61	7.27	7.44	7.42	7.39
NiO	0.40	0.41	0.42	0.47	0.47	0.35	0.39	0.41
Toplam	**100.50**	**100.19**	**100.59**	**100.75**	**99.79**	**100.23**	**100.60**	**99.94**
Si	0.99	0.99	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.85	1.86	1.87	1.85	1.86	1.86	1.86	1.86
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	92.34	92.42	92.40	92.19	92.51	92.36	92.42	92.43
Fa	7.55	7.42	7.51	7.66	7.36	7.48	7.43	7.46
Tp	0.11	0.16	0.09	0.14	0.13	0.16	0.15	0.11
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.27	0.27	0.27	0.28	0.27	0.27	0.27	0.27

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM7A-1**	**KM7A-2**	**KM7A-3**	**KM7A-4**	**KM7A-5**	**KM7A-6**	**KM7A-7**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
MgO	50.68	51.05	50.72	51.00	50.61	51.13	50.72
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
SiO_2	40.84	41.30	40.43	40.81	40.69	40.86	40.42
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
CaO	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
MnO	0.10	0.12	0.13	0.11	0.10	0.13	0.16
FeO	8.33	8.45	8.51	8.56	8.64	8.31	8.60
NiO	0.27	0.38	0.34	0.37	0.41	0.36	0.29
Toplam	**100.24**	**101.35**	**100.15**	**100.92**	**100.48**	**100.81**	**100.20**
Si	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.17	0.17	0.17	0.17	0.18	0.17	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.84	1.83	1.84	1.84	1.83	1.84	1.84
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	91.47	91.39	91.28	91.29	91.17	91.52	91.18
Fa	8.43	8.49	8.59	8.60	8.73	8.34	8.67
Tp	0.10	0.12	0.13	0.11	0.10	0.14	0.16
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32	0.30	0.32

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM7A-8**	**KM7A-9**	**KM7A-10**	**KM7A-11**	**KM7A-12**	**KM7A-13**	**KM7A-14**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
MgO	51.07	51.02	50.25	50.39	50.94	50.26	50.30
Al_2O_3	0.00	0.02	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00
SiO_2	40.74	40.70	40.87	40.82	40.61	40.89	41.07
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.01	0.00	0.02	0.02	0.02	0.00	0.03
TiO_2	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03
MnO	0.13	0.10	0.12	0.11	0.13	0.12	0.15
FeO	8.68	8.63	8.63	8.51	8.45	8.63	8.35
NiO	0.42	0.38	0.33	0.45	0.40	0.38	0.33
Toplam	**101.08**	**100.87**	**100.29**	**100.32**	**100.55**	**100.28**	**100.26**
Si	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.17	0.18	0.17	0.17	0.18	0.17
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.84	1.84	1.82	1.83	1.84	1.82	1.82
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.00**	**3.00**
Fo	91.17	91.24	91.10	91.25	91.37	91.11	91.34
Fa	8.69	8.66	8.77	8.64	8.50	8.77	8.51
Tp	0.13	0.10	0.13	0.11	0.13	0.12	0.16
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.32	0.32	0.32	0.32	0.31	0.32	0.31

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM7A-15**	**KM8A-1**	**KM8A-2**	**KM8A-3**	**KM8A-4**	**KM8A-5**	**KM8A-6**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
MgO	50.47	50.31	50.07	50.44	49.95	50.26	50.32
Al_2O_3	0.00	0.03	0.01	0.00	0.04	0.00	0.00
SiO_2	40.55	40.51	40.90	40.99	40.59	40.79	40.48
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.04	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.02
TiO_2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.18	0.16	0.13	0.14	0.14	0.14	0.09
FeO	8.17	8.82	9.12	8.68	9.02	9.04	8.84
NiO	0.33	0.34	0.36	0.34	0.36	0.38	0.39
Toplam	**99.75**	**100.16**	**100.64**	**100.62**	**100.13**	**100.63**	**100.15**
Si	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.17	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.84	1.83	1.81	1.82	1.82	1.82	1.83
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	91.50	90.90	90.62	91.06	90.68	90.71	90.94
Fa	8.31	8.93	9.25	8.79	9.18	9.15	8.97
Tp	0.19	0.17	0.13	0.15	0.14	0.14	0.09
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.30	0.33	0.34	0.32	0.34	0.34	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM8A-7**	**KM8A-8**	**KM8A-9**	**KM8A-10**	**KM9A-1**	**KM9A-2**	**KM9A-3**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.01	0.05	0.02	0.01	0.34	0.00	0.01
MgO	50.16	50.22	50.56	50.65	45.63	45.64	45.34
Al_2O_3	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
SiO_2	40.56	40.44	40.47	41.00	33.69	36.76	35.98
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00
TiO_2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.01	0.00	0.03	0.00	0.02	0.00	0.00
MnO	0.15	0.18	0.17	0.19	0.14	0.12	0.11
FeO	8.94	8.86	8.82	9.07	4.11	6.02	5.93
NiO	0.43	0.46	0.48	0.44	0.21	0.29	0.24
Toplam	**100.27**	**100.25**	**100.55**	**101.39**	**84.14**	**88.84**	**87.64**
Si	0.99	0.99	0.99	0.99	0.97	1.00	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.18	0.18	0.18	0.10	0.14	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.83	1.83	1.84	1.82	1.96	1.85	1.87
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.03**	**3.00**	**3.01**
Fo	90.77	90.83	90.93	90.69	95.04	92.98	93.05
Fa	9.08	8.99	8.89	9.11	4.80	6.88	6.82
Tp	0.15	0.18	0.17	0.20	0.16	0.14	0.13
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.33	0.33	0.33	0.17	0.25	0.24

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM9A-4**	**KM9A-5**	**KM9A-6**	**KM9A-7**	**KM9A-8**	**KM9A-9**	**KM9A-10**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
MgO	45.78	45.95	45.91	46.03	46.06	46.28	46.22
Al_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
SiO_2	36.37	36.70	36.26	36.66	36.81	36.55	36.81
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
CaO	0.03	0.00	0.02	0.02	0.02	0.01	0.00
TiO_2	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MnO	0.09	0.07	0.14	0.12	0.08	0.09	0.13
FeO	6.04	6.36	5.97	6.04	6.40	6.37	6.19
NiO	0.21	0.21	0.22	0.17	0.27	0.20	0.27
Toplam	**88.53**	**89.30**	**88.53**	**89.05**	**89.64**	**89.52**	**89.63**
Si	0.99	1.00	0.99	1.00	1.00	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.87	1.86	1.87	1.86	1.86	1.87	1.86
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.00**	**3.00**	**3.01**	**3.01**
Fo	93.01	92.73	93.05	93.02	92.69	92.74	92.88
Fa	6.89	7.20	6.79	6.84	7.22	7.16	6.98
Tp	0.10	0.07	0.16	0.13	0.09	0.10	0.15
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.25	0.26	0.24	0.25	0.26	0.26	0.25

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM10-1**	**KM10-2**	**KM10-3**	**KM10-4**	**KM10-5**	**KM10-6**	**KM10-7**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
MgO	48.69	49.86	49.81	49.45	49.84	49.66	49.33
Al_2O_3	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
SiO_2	40.41	41.04	40.79	40.89	41.14	40.60	41.32
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
CaO	0.00	0.02	0.03	0.02	0.03	0.00	0.02
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.02	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00
MnO	0.16	0.17	0.10	0.16	0.11	0.14	0.09
FeO	8.63	8.56	8.21	8.39	8.62	8.63	8.73
NiO	0.34	0.31	0.32	0.37	0.46	0.37	0.44
Toplam	**98.24**	**99.95**	**99.28**	**99.31**	**100.22**	**99.40**	**99.95**
Si	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.17	0.17	0.17	0.18	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.80	1.81	1.82	1.81	1.81	1.82	1.79
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**2.99**
Fo	90.80	91.06	91.44	91.16	91.05	90.99	90.88
Fa	9.03	8.76	8.46	8.67	8.84	8.87	9.02
Tp	0.17	0.18	0.10	0.17	0.11	0.14	0.10
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.32	0.31	0.32	0.32	0.32	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM10-8**	**KM10-9**	**KM12-1**	**KM12-2**	**KM12-3**	**KM12-4**	**KM12-5**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.03	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03
MgO	49.27	49.29	45.14	45.01	44.90	45.42	45.72
Al_2O_3	0.01	0.00	0.02	0.03	0.03	0.00	0.01
SiO_2	40.91	41.24	39.81	40.00	39.94	39.91	39.55
K_2O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.04	0.06
TiO_2	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
Cr_2O_3	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.03
MnO	0.10	0.08	0.12	0.20	0.27	0.18	0.19
FeO	8.49	8.59	14.85	14.92	14.85	14.84	15.27
NiO	0.38	0.35	0.08	0.13	0.16	0.11	0.08
Toplam	**99.20**	**99.56**	**100.04**	**100.31**	**100.20**	**100.52**	**100.93**
Si	1.01	1.01	1.00	1.00	1.00	1.00	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.17	0.18	0.31	0.31	0.31	0.31	0.32
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	1.80	1.80	1.69	1.68	1.68	1.69	1.70
Ni	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**2.99**	**2.99**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.01**
Fo	91.09	91.03	84.32	84.15	84.11	84.35	84.06
Fa	8.80	8.89	15.55	15.64	15.60	15.46	15.74
Tp	0.11	0.08	0.13	0.21	0.29	0.19	0.20
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.32	0.33	0.61	0.62	0.62	0.61	0.62

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM12-6**	**KM12-7**	**KM12-8**	**KM12-9**	**KM12-10**	**KM13-1**	**KM13-2**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Ol-Klinopirok-senit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Harzbur-jit**	**Harzbur-jit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.03	0.02	0.02	0.00	0.00
MgO	45.53	45.35	44.98	45.34	44.75	50.95	51.08
Al_2O_3	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
SiO_2	39.79	39.67	39.52	40.45	39.45	40.92	40.57
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.04	0.04	0.02	0.06	0.00	0.00	0.03
TiO_2	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.02
Cr_2O_3	0.01	0.02	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01
MnO	0.16	0.20	0.16	0.17	0.23	0.11	0.13
FeO	14.94	14.85	15.17	14.84	15.20	6.90	6.86
NiO	0.14	0.05	0.13	0.14	0.10	0.41	0.44
Toplam	**100.62**	**100.19**	**100.03**	**101.05**	**99.78**	**99.30**	**99.16**
Si	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	1.00	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.31	0.31	0.32	0.31	0.32	0.14	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.69	1.69	1.69	1.68	1.68	1.85	1.86
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.01**
Fo	84.32	84.31	83.94	84.34	83.80	92.84	92.87
Fa	15.52	15.48	15.88	15.48	15.96	7.05	6.99
Tp	0.16	0.21	0.17	0.18	0.24	0.11	0.14
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.61	0.61	0.63	0.61	0.63	0.25	0.25

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM13-3**	**KM13-4**	**KM13-5**	**KM14A-1**	**KM14A-2**	**KM14A-3**	**KM14A-4**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
MgO	50.54	50.95	51.27	49.11	49.25	49.22	49.20
Al_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
SiO_2	40.81	40.75	40.36	40.71	40.65	40.98	40.76
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
CaO	0.02	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
TiO_2	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00	0.00
MnO	0.09	0.13	0.10	0.14	0.10	0.10	0.09
FeO	6.83	6.84	6.73	9.29	9.14	9.01	9.11
NiO	0.37	0.37	0.41	0.36	0.35	0.44	0.43
Toplam	**98.64**	**99.09**	**98.92**	**99.66**	**99.53**	**99.78**	**99.58**
Si	1.00	1.00	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.14	0.14	0.14	0.19	0.19	0.18	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.85	1.86	1.87	1.80	1.80	1.80	1.80
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.00**	**3.00**	**3.01**	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**3.00**
Fo	92.88	92.87	93.05	90.27	90.48	90.60	90.51
Fa	7.03	6.99	6.85	9.58	9.42	9.30	9.40
Tp	0.09	0.14	0.10	0.15	0.10	0.10	0.09
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.25	0.25	0.25	0.35	0.35	0.34	0.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM14A-5**	**KM14A-6**	**KM14A-7**	**KM14A-8**	**KM15-1**	**KM15-2**	**KM15-3**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00
MgO	49.23	48.90	49.23	49.01	50.42	50.01	50.19
Al_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
SiO_2	40.81	40.79	40.98	41.15	39.89	40.25	40.23
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.02	0.00	0.00	0.01	0.03	0.03	0.01
TiO_2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.14	0.15	0.11	0.14	0.06	0.15	0.17
FeO	9.21	9.09	9.08	9.00	9.02	9.05	9.22
NiO	0.35	0.39	0.38	0.42	0.44	0.39	0.40
Toplam	**99.78**	**99.35**	**99.80**	**99.74**	**99.91**	**99.88**	**100.25**
Si	1.00	1.00	1.00	1.01	0.98	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.19	0.19	0.18	0.19	0.19	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.80	1.79	1.80	1.79	1.85	1.83	1.83
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.00**	**3.00**	**3.00**	**2.99**	**3.02**	**3.01**	**3.02**
Fo	90.37	90.42	90.52	90.52	90.83	90.65	90.50
Fa	9.49	9.43	9.36	9.33	9.11	9.20	9.32
Tp	0.14	0.15	0.12	0.15	0.06	0.15	0.18
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.35	0.35	0.34	0.34	0.33	0.34	0.34

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM15-4**	**KM15-5**	**KM15-6**	**KM15-7**	**KM15-8**	**KM15-9**	**KM15-10**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
MgO	50.25	49.29	50.07	35.33	49.85	35.61	35.26
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.55	0.01	0.43	0.84
SiO_2	39.82	40.00	40.37	56.83	39.93	57.63	56.51
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.00	0.00	0.00	0.11	0.00	0.12	0.19
TiO_2	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.03
Cr_2O_3	0.03	0.00	0.01	0.12	0.00	0.05	0.11
MnO	0.13	0.14	0.15	0.17	0.08	0.17	0.17
FeO	8.97	8.92	8.92	5.90	9.04	5.98	6.05
NiO	0.42	0.38	0.34	0.05	0.43	0.05	0.12
Toplam	**99.63**	**98.76**	**99.87**	**99.06**	**99.33**	**100.05**	**99.30**
Si	0.98	0.99	0.99	1.32	0.98	1.32	1.31
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.03	0.00	0.02	0.05
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.18	0.18	0.11	0.19	0.11	0.12
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.84	1.82	1.83	1.22	1.83	1.22	1.22
Ni	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**2.69**	**3.02**	**2.69**	**2.70**
Fo	90.78	90.65	90.77	91.21	90.69	91.17	90.99
Fa	9.09	9.20	9.07	8.55	9.23	8.58	8.76
Tp	0.13	0.15	0.15	0.25	0.08	0.24	0.26
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.34	0.33	0.31	0.34	0.31	0.32

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM15-11**	**KM15-12**	**KM15-13**	**KM15-14**	**KM15-15**	**KM17-1**	**KM17-2**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00
MgO	35.73	49.82	50.13	49.82	50.13	49.41	49.37
Al_2O_3	0.79	0.03	0.00	0.03	0.00	0.01	0.01
SiO_2	57.16	40.36	40.11	40.36	40.11	39.74	40.55
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
CaO	0.19	0.00	0.01	0.00	0.01	0.03	0.03
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.03
MnO	0.17	0.18	0.20	0.18	0.20	0.13	0.17
FeO	6.00	8.98	8.91	8.98	8.91	9.15	9.24
NiO	0.08	0.42	0.39	0.42	0.39	0.38	0.42
Toplam	**100.23**	**99.79**	**99.77**	**99.79**	**99.77**	**98.88**	**99.83**
Si	1.31	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	1.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.11	0.18	0.18	0.18	0.18	0.19	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.22	1.82	1.84	1.82	1.84	1.83	1.81
Ni	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**2.70**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.00**
Fo	91.17	90.65	90.75	90.65	90.75	90.46	90.33
Fa	8.59	9.17	9.05	9.17	9.05	9.40	9.49
Tp	0.24	0.19	0.20	0.19	0.20	0.14	0.18
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.31	0.34	0.33	0.34	0.33	0.35	0.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM17-3**	**KM17-4**	**KM17-5**	**KM17-6**	**KM17-7**	**KM17-8**	**KM17-9**
Lokasyon	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.04	0.00	0.03	0.00	0.00	0.02
MgO	49.47	49.70	48.99	48.76	49.48	49.36	49.10
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
SiO_2	39.97	40.58	40.17	40.10	40.47	40.14	40.31
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.00	0.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
MnO	0.14	0.16	0.15	0.20	0.13	0.15	0.16
FeO	9.44	9.29	9.30	9.29	9.60	9.45	9.60
NiO	0.42	0.46	0.39	0.40	0.40	0.42	0.32
Toplam	**99.44**	**100.30**	**99.00**	**98.80**	**100.08**	**99.54**	**99.52**
Si	0.99	0.99	0.99	1.00	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.19	0.19	0.19	0.20	0.19	0.20
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.81	1.81	1.80	1.81	1.81	1.80
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.00**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.21	90.35	90.24	90.16	90.06	90.16	89.97
Fa	9.65	9.48	9.61	9.63	9.80	9.68	9.86
Tp	0.14	0.17	0.15	0.21	0.14	0.15	0.17
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.36	0.35	0.35	0.36	0.36	0.36	0.37

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM17-10**	**KM17-11**	**KM17-12**	**KM17-13**	**KM17-14**	**KM21-1**	**KM21-2**
Lokasyon	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.02	0.00	0.03	0.00	0.00
MgO	49.64	50.33	49.01	49.71	49.75	49.74	49.44
Al_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
SiO_2	40.17	39.68	39.81	39.93	40.10	39.51	39.67
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
CaO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.05
TiO_2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00
MnO	0.14	0.11	0.11	0.13	0.07	0.16	0.21
FeO	9.10	9.43	9.60	9.33	9.08	10.78	10.79
NiO	0.42	0.39	0.37	0.46	0.45	0.25	0.35
Toplam	**99.49**	**99.95**	**98.96**	**99.60**	**99.49**	**100.48**	**100.53**
Si	0.99	0.98	0.99	0.98	0.99	0.97	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.19	0.20	0.19	0.19	0.22	0.22
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.84	1.81	1.83	1.83	1.82	1.81
Ni	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.02**	**3.01**	**3.03**	**3.02**
Fo	90.54	90.39	89.99	90.35	90.65	89.01	88.90
Fa	9.31	9.50	9.89	9.51	9.28	10.83	10.89
Tp	0.14	0.11	0.12	0.14	0.07	0.17	0.22
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.34	0.35	0.37	0.35	0.34	0.41	0.41

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM21-3**	**KM21-4**	**KM21-5**	**KM21-6**	**KM21-7**	**KM21-8**	**KM21-9**
Lokasyon	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
MgO	49.42	49.46	49.20	49.77	49.75	48.80	49.92
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
SiO_2	39.68	39.13	39.40	39.57	39.64	39.69	39.92
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.01	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.03
TiO_2	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
MnO	0.13	0.27	0.18	0.23	0.13	0.17	0.15
FeO	10.63	10.18	10.52	10.07	10.40	10.38	10.08
NiO	0.31	0.34	0.21	0.33	0.26	0.28	0.25
Toplam	**100.18**	**99.41**	**99.54**	**100.00**	**100.17**	**99.33**	**100.38**
Si	0.98	0.97	0.98	0.98	0.98	0.98	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.22	0.21	0.22	0.21	0.21	0.22	0.21
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.83	1.82	1.83	1.83	1.81	1.83
Ni	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.03**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**	**3.02**
Fo	89.11	89.40	89.13	89.60	89.39	89.18	89.69
Fa	10.75	10.32	10.69	10.17	10.48	10.64	10.15
Tp	0.14	0.28	0.19	0.23	0.13	0.18	0.16
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.40	0.38	0.40	0.38	0.39	0.40	0.38

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM21-10**	**KM22B-1**	**KM22B-2**	**KM22B-3**	**KM22B-4**	**KM22B-5**	**KM22B-6**
Lokasyon	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
MgO	48.91	50.16	50.33	50.51	50.39	50.01	51.07
Al_2O_3	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
SiO_2	39.39	40.79	40.54	40.61	40.34	40.39	40.63
K_2O	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.00	0.02	0.00	0.01	0.04	0.01	0.00
TiO_2	0.03	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.00	0.01
MnO	0.17	0.15	0.16	0.15	0.02	0.15	0.18
FeO	10.38	9.04	9.00	9.02	8.93	8.79	8.77
NiO	0.29	0.27	0.19	0.27	0.22	0.23	0.30
Toplam	**99.17**	**100.47**	**100.25**	**100.58**	**99.97**	**99.60**	**100.97**
Si	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.98
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.22	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.81	1.82	1.83	1.83	1.84	1.83	1.84
Ni	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.02**
Fo	89.21	90.68	90.73	90.75	90.94	90.88	91.05
Fa	10.62	9.16	9.10	9.09	9.04	8.96	8.77
Tp	0.17	0.16	0.17	0.16	0.02	0.16	0.19
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.40	0.34	0.33	0.33	0.33	0.33	0.32

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM22B-7**	**KM22B-8**	**KM22B-9**	**KM22B-10**	**KM22B-11**	**KM22B-12**	**KM22B-13**
Lokasyon	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.02	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.00
MgO	50.63	50.46	50.64	50.35	50.16	50.33	50.51
Al_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
SiO_2	40.32	40.35	40.36	40.32	40.79	40.54	40.61
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
CaO	0.00	0.02	0.01	0.04	0.02	0.00	0.01
TiO_2	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Cr_2O_3	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
MnO	0.20	0.22	0.13	0.12	0.15	0.16	0.15
FeO	9.12	9.07	8.71	9.09	9.04	9.00	9.02
NiO	0.28	0.21	0.26	0.32	0.27	0.19	0.27
Toplam	**100.57**	**100.36**	**100.13**	**100.26**	**100.47**	**100.25**	**100.58**
Si	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.19	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.18
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.84	1.84	1.84	1.83	1.82	1.83	1.83
Ni	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.64	90.64	91.08	90.69	90.68	90.73	90.75
Fa	9.15	9.13	8.79	9.19	9.16	9.10	9.09
Tp	0.20	0.23	0.13	0.12	0.16	0.17	0.16
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.34	0.34	0.32	0.34	0.34	0.33	0.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM22B-14**	**KM22B-15**	**KM22B-16**	**KM22B-17**	**KM22B-18**	**KM22B-19**	**KM22B-20**
Lokasyon	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**	**Ol**
Na_2O	0.00	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02
MgO	50.39	50.01	51.07	50.63	50.46	50.64	50.35
Al_2O_3	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
SiO_2	40.34	40.39	40.63	40.32	40.35	40.36	40.32
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	0.04	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.04
TiO_2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
MnO	0.02	0.15	0.18	0.20	0.22	0.13	0.12
FeO	8.93	8.79	8.77	9.12	9.07	8.71	9.09
NiO	0.22	0.23	0.30	0.28	0.21	0.26	0.32
Toplam	**99.97**	**99.60**	**100.97**	**100.57**	**100.36**	**100.13**	**100.26**
Si	0.99	0.99	0.98	0.98	0.98	0.99	0.99
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Al	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.18	0.18	0.19	0.18	0.18	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.84	1.83	1.84	1.84	1.84	1.84	1.83
Ni	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.01**	**3.01**	**3.02**	**3.02**	**3.01**	**3.01**	**3.01**
Fo	90.94	90.88	91.05	90.64	90.64	91.08	90.69
Fa	9.04	8.96	8.77	9.15	9.13	8.79	9.19
Tp	0.02	0.16	0.19	0.20	0.23	0.13	0.12
$FeO_{(L)}/MgO_{(L)}$	0.33	0.33	0.32	0.34	0.34	0.32	0.34

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**H1-5**	**H1-6**	**H1-7**	**H1-8**	**H1-9**	**H2-6**	**H2-7**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.02	0.02	0.01	0.03	0.00	0.03	0.00
MgO	34.13	34.94	34.54	34.71	34.89	35.37	35.23
Al_2O_3	3.31	3.45	3.62	3.36	3.12	2.30	2.29
SiO2	54.18	54.75	54.75	54.80	54.67	55.28	55.41
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
CaO	0.89	0.49	0.83	0.80	0.85	0.98	0.99
TiO_2	0.05	0.03	0.00	0.06	0.04	0.00	0.01
Cr_2O_3	0.71	0.73	0.73	0.78	0.63	0.64	0.63
MnO	0.12	0.15	0.11	0.13	0.14	0.10	0.17
FeO	5.59	5.71	5.52	5.63	5.47	5.06	5.25
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
Toplam	**99.00**	**100.27**	**100.12**	**100.29**	**99.81**	**99.75**	**99.98**
Si	1.89	1.89	1.89	1.89	1.89	1.91	1.91
Al	0.14	0.14	0.15	0.14	0.13	0.09	0.09
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.16	0.16	0.16	0.14	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.78	1.80	1.78	1.78	1.80	1.82	1.81
Ca	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**
Wo	1.61	0.87	1.50	1.43	1.50	1.72	1.75
En	86.20	86.40	86.65	86.17	86.00	86.54	86.45
Fs	12.19	12.72	11.85	12.40	12.50	11.74	11.79
Mg#	91.64	91.66	91.82	91.72	91.99	92.63	92.34
Cr#	0.13	0.12	0.12	0.13	0.12	0.16	0.15

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**H2-8**	**H2-9**	**H2-10**	**H3-6**	**H3-7**	**H3-8**	**H3-9**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01
MgO	34.78	34.79	35.25	35.17	34.49	35.00	34.79
Al_2O_3	2.30	2.29	2.56	3.07	2.75	2.67	3.02
SiO2	54.85	55.19	55.63	54.82	54.85	54.90	54.64
K_2O	0.00	0.00	0.02				
CaO	1.11	0.80	0.81	0.50	0.80	0.87	0.93
TiO_2	0.04	0.10	0.01	0.00	0.04	0.00	0.04
Cr_2O_3	0.65	0.66	0.77	0.67	0.69	0.63	0.74
MnO	0.10	0.15	0.19	0.15	0.13	0.13	0.15
FeO	5.04	5.44	5.33	5.66	5.48	5.43	5.36
NiO							
Toplam	**98.86**	**99.43**	**100.57**	**100.03**	**99.22**	**99.66**	**99.69**
Si	1.91	1.92	1.91	1.89	1.91	1.90	1.89
Al	0.09	0.09	0.10	0.12	0.11	0.11	0.12
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.16	0.15	0.16	0.16	0.16	0.15
Mn	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.81	1.80	1.80	1.81	1.79	1.81	1.80
Ca	0.04	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.02**	**4.03**	**4.03**	**4.02**	**4.03**	**4.03**
Wo	1.99	1.44	1.43	0.88	1.44	1.54	1.65
En	86.79	87.17	86.97	86.26	87.13	86.03	86.09
Fs	11.22	11.39	11.60	12.86	11.43	12.43	12.26
Mg#	92.54	91.98	92.24	91.79	91.86	92.05	92.10
Cr#	0.16	0.16	0.17	0.13	0.14	0.14	0.14

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**H3-10**	**HT10A-1**	**HT10A-2**	**HT10A-3**	**HT10A-4**	**HT10A-5**	**HT10A-6**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.03
MgO	34.63	32.64	32.67	32.41	32.70	32.64	33.40
Al_2O_3	2.72	3.56	3.45	3.35	3.47	3.44	2.42
SiO2	55.13	55.51	55.50	56.08	56.30	55.83	56.78
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	0.90	0.81	0.85	1.11	0.72	0.63	0.45
TiO_2	0.00	0.05	0.01	0.05	0.03	0.04	0.04
Cr_2O_3	0.59	0.75	0.76	0.70	0.72	0.71	0.32
MnO	0.13	0.11	0.11	0.19	0.20	0.14	0.20
FeO	5.51	6.00	6.20	5.90	6.07	5.97	6.19
NiO		0.09	0.09	0.09	0.09	0.05	0.09
Toplam	**99.63**	**99.51**	**99.65**	**99.88**	**100.29**	**99.48**	**99.91**
Si	1.91	1.93	1.93	1.94	1.94	1.93	1.96
Al	0.11	0.15	0.14	0.14	0.14	0.14	0.10
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.21	0.20	0.22	0.23	0.22	0.22
Mn	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Mg	1.79	1.69	1.69	1.67	1.68	1.69	1.72
Ca	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.02	0.02
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.02**	**4.02**	**4.01**	**4.04**	**4.04**	**4.03**	**4.03**
Wo	1.63	1.56	1.65	2.12	1.38	1.21	0.84
En	86.85	87.62	87.80	86.06	86.51	87.27	87.80
Fs	11.53	10.82	10.55	11.82	12.12	11.52	11.35
Mg#	91.86	89.16	89.43	88.18	87.98	88.53	88.81
Cr#	0.13	0.12	0.13	0.12	0.12	0.12	0.08

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT10A-7**	**HT10A-8**	**HT12-5**	**HT12-6**	**HT12-7**	**HT12-8**	**HT12-9**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.01	0.01	0.01	0.03	0.01	0.02	0.00
MgO	32.86	33.69	34.20	34.62	34.63	34.03	34.15
Al_2O_3	2.40	1.80	3.57	3.14	2.80	3.48	3.42
SiO2	56.47	57.11	54.13	54.30	54.39	54.18	54.35
K_2O	0.01	0.00	0.02	0.00	0.01	0.02	0.00
CaO	0.53	0.44	0.96	0.64	0.79	0.84	0.69
TiO_2	0.04	0.02	0.04	0.07	0.01	0.00	0.00
Cr_2O_3	0.28	0.15	0.77	0.56	0.51	0.71	0.73
MnO	0.12	0.21	0.14	0.08	0.13	0.17	0.16
FeO	6.06	6.29	5.33	5.43	5.53	5.33	5.13
NiO	0.08	0.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**98.87**	**99.80**	**99.16**	**98.87**	**98.81**	**98.78**	**98.62**
Si	1.97	1.97	1.89	1.90	1.90	1.89	1.90
Al	0.10	0.07	0.15	0.13	0.12	0.14	0.14
Cr	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.24	0.21	0.15	0.16	0.16	0.15	0.15
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	1.71	1.73	1.78	1.80	1.81	1.77	1.78
Ca	0.02	0.02	0.04	0.02	0.03	0.03	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.04**	**4.02**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.02**	**4.02**
Wo	1.00	0.83	1.74	1.14	1.41	1.54	1.27
En	86.74	87.97	86.40	86.71	86.07	86.95	88.15
Fs	12.25	11.20	11.87	12.14	12.51	11.51	10.58
Mg#	87.79	88.98	92.02	91.98	91.85	91.97	92.27
Cr#	0.07	0.05	0.13	0.11	0.11	0.12	0.12

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-22**	**HT13-23**	**HT13-24**	**HT13-25**	**HT13-26**	**HT13-27**	**HT13-28**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.01	0.02	0.00	0.01	0.03	0.02	0.02
MgO	35.34	35.28	35.36	35.63	35.45	35.62	35.36
Al_2O_3	1.87	1.73	1.81	1.80	1.63	1.77	1.72
SiO2	55.54	55.93	55.71	56.53	55.93	55.72	55.81
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
CaO	1.25	1.26	1.34	1.22	1.27	1.35	1.31
TiO_2	0.02	0.00	0.00	0.00	0.05	0.02	0.04
Cr_2O_3	0.69	0.69	0.58	0.65	0.51	0.56	0.51
MnO	0.14	0.13	0.13	0.16	0.17	0.14	0.16
FeO	4.92	4.98	5.08	5.12	4.95	5.01	4.85
NiO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**99.78**	**100.02**	**100.01**	**101.11**	**100.00**	**100.23**	**99.79**
Si	1.92	1.93	1.92	1.93	1.93	1.92	1.93
Al	0.08	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.14	0.14	0.15	0.15	0.14	0.14	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.81	1.82	1.81	1.82	1.83	1.82
Ca	0.05	0.05	0.05	0.04	0.05	0.05	0.05
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.04**	**4.03**
Wo	2.19	2.22	2.35	2.13	2.23	2.34	2.31
En	86.48	86.91	86.06	86.89	86.49	85.63	86.67
Fs	11.33	10.87	11.59	10.98	11.28	12.03	11.02
Mg#	92.81	92.71	92.60	92.59	92.78	92.75	92.90
Cr#	0.20	0.21	0.18	0.19	0.17	0.17	0.17

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-29**	**HT13-30**	**HT13-31**	**HT13-32**	**HT13-33**	**HT13-34**	**HT13-35**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02
MgO	51.88	52.38	51.83	34.76	35.39	34.98	35.41
Al_2O_3	0.02	0.01	0.01	1.42	1.49	1.59	1.81
SiO2	40.04	40.56	40.05	57.02	56.51	56.74	56.80
K_2O	0.01	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.02	0.04	0.00	0.82	0.71	1.00	0.73
TiO_2	0.00	0.02	0.00	0.05	0.00	0.00	0.02
Cr_2O_3	0.01	0.00	0.00	0.47	0.61	0.67	0.53
MnO	0.17	0.13	0.10	0.13	0.10	0.03	0.18
FeO	7.72	7.82	7.96	5.20	5.37	5.02	5.21
NiO	0.00	0.00	0.00	0.09	0.06	0.17	0.16
Toplam	**99.86**	**100.95**	**99.97**	**99.98**	**100.23**	**100.22**	**100.86**
Si	1.46	1.47	1.46	1.96	1.94	1.95	1.94
Al	0.00	0.00	0.00	0.06	0.06	0.06	0.07
Cr	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.21	0.21	0.21	0.15	0.15	0.14	0.15
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	2.83	2.82	2.82	1.78	1.81	1.79	1.80
Ca	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.04	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.51**	**4.51**	**4.51**	**4.00**	**4.02**	**4.01**	**4.01**
Wo	0.01	0.03	0.00	1.54	1.28	1.84	1.31
En	63.43	63.47	63.33	90.49	88.38	89.65	88.87
Fs	36.56	36.49	36.67	7.97	10.35	8.51	9.81
Mg#	93.15	93.12	92.94	92.25	92.19	92.57	92.41
Cr#	0.25	0.35	0.00	0.18	0.21	0.22	0.16

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-36**	**HT13-37**	**HT13-38**	**HT13-39**	**HT14-16**	**HT14-17**	**HT14-18**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.00	0.05	0.00	0.02	0.04	0.02	0.00
MgO	34.83	35.28	35.06	51.31	33.88	34.91	35.15
Al_2O_3	1.82	1.40	1.39	0.00	2.55	2.04	2.34
SiO2	56.68	56.89	55.09	40.53	54.76	55.27	55.90
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.72	0.86	0.76	0.00	1.54	0.65	0.69
TiO_2	0.00	0.00	0.04	0.00	0.04	0.03	0.05
Cr_2O_3	0.49	0.46	0.41	0.01	0.70	0.47	0.56
MnO	0.20	0.07	0.27	0.14	0.14	0.13	0.23
FeO	5.05	4.98	5.75	7.91	5.36	5.49	5.76
NiO	0.01	0.07	0.09	0.36	0.00	0.00	0.00
Toplam	**99.80**	**100.06**	**98.86**	**100.28**	**98.99**	**99.01**	**100.69**
Si	1.95	1.96	1.93	1.48	1.91	1.93	1.92
Al	0.07	0.06	0.06	0.00	0.11	0.08	0.09
Cr	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.14	0.17	0.21	0.16	0.16	0.16
Mn	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	1.79	1.81	1.83	2.79	1.77	1.81	1.80
Ca	0.03	0.03	0.03	0.00	0.06	0.02	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.00**	**4.01**	**4.03**	**4.49**	**4.02**	**4.02**	**4.02**
Wo	1.34	1.56	1.33	0.00	2.80	1.17	1.23
En	90.33	89.54	85.61	63.58	85.87	87.33	86.86
Fs	8.32	8.90	13.06	36.42	11.33	11.51	11.91
Mg#	92.49	92.68	91.64	92.89	91.90	91.95	91.63
Cr#	0.15	0.18	0.17	1.00	0.16	0.13	0.14

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-19**	**HT14-20**	**HT14-21**	**HT14-22**	**HT14-23**	**HT14-24**	**HT14-25**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.02	0.00	0.02	0.06	0.03	0.05	0.03
MgO	35.01	35.13	34.17	32.92	34.23	33.87	34.92
Al_2O_3	2.11	2.06	2.31	2.38	2.48	2.63	2.03
SiO2	55.23	55.17	56.04	55.67	55.69	55.63	56.58
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	0.73	0.63	0.87	3.11	0.86	0.85	0.55
TiO_2	0.04	0.05	0.00	0.00	0.04	0.04	0.05
Cr_2O_3	0.50	0.54	0.62	0.65	0.64	0.95	0.52
MnO	0.16	0.14	0.11	0.06	0.17	0.03	0.25
FeO	5.67	5.54	5.80	5.61	5.61	5.82	5.86
NiO	0.00	0.00	0.09	0.12	0.09	0.20	0.10
Toplam	**99.48**	**99.27**	**100.04**	**100.57**	**99.84**	**100.06**	**100.88**
Si	1.92	1.92	1.94	1.93	1.93	1.92	1.94
Al	0.09	0.08	0.09	0.10	0.10	0.11	0.08
Cr	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.16	0.17	0.16	0.16	0.17	0.17
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Mg	1.81	1.82	1.76	1.70	1.77	1.75	1.78
Ca	0.03	0.02	0.03	0.12	0.03	0.03	0.02
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.03**	**4.01**	**4.02**	**4.01**	**4.01**	**4.01**
Wo	1.29	1.12	1.62	5.66	1.59	1.59	0.99
En	86.31	86.80	88.32	83.44	88.07	88.42	88.26
Fs	12.40	12.08	10.06	10.90	10.35	9.99	10.75
Mg#	91.74	91.93	91.32	91.32	91.61	91.23	91.42
Cr#	0.14	0.15	0.15	0.16	0.15	0.19	0.15

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-26**	**HT15-19**	**HT15-20**	**HT15-21**	**HT15-22**	**HT15-23**	**HT15-24**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.01	0.02	0.01	0.03	0.01	0.02	0.02
MgO	34.42	34.95	35.00	34.68	34.68	34.70	35.04
Al_2O_3	2.22	2.46	2.59	2.56	2.60	2.33	2.30
SiO2	55.78	55.82	55.74	55.92	55.67	54.82	55.15
K_2O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
CaO	0.62	0.67	0.90	0.97	0.81	0.88	0.85
TiO_2	0.02	0.04	0.04	0.01	0.04	0.00	0.02
Cr_2O_3	0.52	0.69	0.83	0.73	0.80	0.60	0.62
MnO	0.11	0.15	0.09	0.15	0.14	0.10	0.16
FeO	6.18	5.01	4.91	4.94	5.06	5.00	4.90
NiO	0.17						
Toplam	**100.04**	**99.81**	**100.10**	**99.99**	**99.80**	**98.45**	**99.06**
Si	1.93	1.92	1.92	1.93	1.92	1.92	1.92
Al	0.09	0.10	0.10	0.10	0.11	0.10	0.09
Cr	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.18	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.14
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.78	1.80	1.79	1.78	1.78	1.81	1.82
Ca	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.02**	**4.02**	**4.02**	**4.01**	**4.01**	**4.02**	**4.03**
Wo	1.13	1.23	1.64	1.79	1.49	1.59	1.53
En	87.46	89.07	88.63	88.89	88.94	87.58	87.61
Fs	11.40	9.70	9.73	9.32	9.57	10.83	10.87
Mg#	90.89	92.59	92.74	92.62	92.46	92.57	92.78
Cr#	0.14	0.16	0.18	0.16	0.17	0.15	0.15

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-25**	**HT15-26**	**HT15-27**	**HT15-28**	**HT15-29**	**HT15-30**	**HT15-31**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.00	0.02	0.00	0.00	0.02	0.01	0.03
MgO	35.13	35.25	35.06	35.04	34.86	34.91	34.64
Al_2O_3	2.38	2.26	2.17	2.52	2.47	2.40	2.30
SiO2	55.15	55.39	55.11	54.91	56.32	56.66	55.90
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
CaO	0.72	0.56	0.60	0.57	0.84	0.77	0.93
TiO_2	0.03	0.00	0.03	0.03	0.00	0.00	0.07
Cr_2O_3	0.67	0.64	0.62	0.64	0.56	0.82	0.57
MnO	0.14	0.13	0.12	0.08	0.09	0.07	0.14
FeO	5.01	4.92	4.67	5.02	5.29	5.38	5.44
NiO					0.07	0.09	0.16
Toplam	**99.23**	**99.17**	**98.39**	**98.80**	**100.52**	**101.11**	**100.17**
Si	1.91	1.92	1.93	1.91	1.93	1.93	1.93
Al	0.10	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10	0.09
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.14	0.14	0.14	0.15	0.15	0.15	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.82	1.82	1.83	1.82	1.78	1.77	1.78
Ca	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.02**	**4.02**	**4.02**	**4.01**	**4.01**	**4.02**
Wo	1.30	1.01	1.09	1.03	1.54	1.41	1.69
En	87.73	88.47	89.08	88.15	88.88	89.42	87.90
Fs	10.98	10.52	9.83	10.82	9.59	9.17	10.40
Mg#	92.64	92.78	93.08	92.61	92.17	92.06	91.94
Cr#	0.16	0.16	0.16	0.14	0.13	0.19	0.14

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-32**	**HT15-33**	**HT15-34**	**HT16-19**	**HT16-20**	**HT16-21**	**HT16-22**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.00	0.01	0.02	0.02	0.01	0.00	0.01
MgO	35.10	35.20	34.85	34.25	33.91	33.86	33.96
Al_2O_3	2.20	1.94	2.12	4.18	3.76	4.13	3.88
SiO2	56.11	56.63	56.57	53.83	54.28	53.11	53.64
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	0.64	0.67	0.82	0.60	0.93	0.80	1.08
TiO_2	0.00	0.07	0.07	0.05	0.08	0.02	0.03
Cr_2O_3	0.48	0.43	0.55	0.79	0.68	0.71	0.68
MnO	0.11	0.12	0.17	0.15	0.15	0.10	0.14
FeO	5.50	5.15	5.33	5.80	5.82	5.74	5.61
NiO	0.09	0.03	0.10				
Toplam	**100.21**	**100.25**	**100.60**	**99.67**	**99.62**	**98.47**	**99.05**
Si	1.93	1.94	1.94	1.87	1.89	1.87	1.88
Al	0.09	0.08	0.09	0.17	0.15	0.17	0.16
Cr	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.15	0.15	0.17	0.17	0.17	0.16
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.80	1.80	1.78	1.77	1.76	1.78	1.77
Ca	0.02	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.04
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.02**	**4.01**	**4.01**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**
Wo	1.15	1.22	1.51	1.09	1.69	1.45	1.95
En	88.30	89.65	89.09	85.78	86.03	85.20	85.09
Fs	10.55	9.12	9.40	13.13	12.28	13.35	12.96
Mg#	91.96	92.43	92.12	91.39	91.27	91.39	91.58
Cr#	0.13	0.13	0.15	0.11	0.11	0.10	0.11

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT16-23**	**HT17-1**	**HT17-2**	**HT17-3**	**HT17-4**	**HT17-5**	**HT4B-10**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00
MgO	33.89	33.59	33.76	33.54	33.76	34.21	35.03
Al_2O_3	3.74	4.15	4.21	4.60	4.26	4.10	1.74
SiO2	53.93	53.90	53.46	53.42	54.36	54.69	56.46
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.88	0.97	1.00	0.68	1.46	0.91	0.71
TiO_2	0.02	0.06	0.03	0.04	0.09	0.05	0.02
Cr_2O_3	0.57	0.60	0.58	0.90	0.72	0.62	0.45
MnO	0.10	0.15	0.15	0.14	0.17	0.16	0.13
FeO	5.66	6.13	5.86	6.06	5.79	6.09	5.34
NiO							0.08
Toplam	**98.80**	**99.55**	**99.06**	**99.39**	**100.62**	**100.83**	**99.95**
Si	1.89	1.88	1.87	1.86	1.87	1.88	1.95
Al	0.15	0.17	0.17	0.19	0.17	0.17	0.07
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.18	0.17	0.18	0.17	0.17	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	1.77	1.74	1.76	1.74	1.73	1.75	1.80
Ca	0.03	0.04	0.04	0.03	0.05	0.03	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.03**	**4.01**
Wo	1.60	1.76	1.80	1.24	2.64	1.63	1.30
En	86.26	85.25	84.87	85.62	84.84	85.50	89.09
Fs	12.14	12.99	13.33	13.14	12.51	12.88	9.61
Mg#	91.48	90.78	91.20	90.86	91.29	90.98	92.14
Cr#	0.09	0.09	0.08	0.12	0.10	0.09	0.15

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT4B-11**	**HT4B-12**	**HT4B-13**	**HT4B-14**	**HT4B-15**	**HT4B-16**	**HT4B-17**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.02	0.00	0.00	0.03	0.00	0.03	0.00
MgO	34.92	35.09	34.47	34.62	50.69	34.83	34.39
Al_2O_3	1.76	1.85	2.06	2.01	0.00	1.80	2.23
SiO2	56.27	56.03	56.43	56.35	40.34	56.68	56.09
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
CaO	0.67	0.84	0.77	0.86	0.04	0.52	0.85
TiO_2	0.02	0.01	0.02	0.03	0.00	0.03	0.02
Cr_2O_3	0.47	0.51	0.60	0.64	0.02	0.40	0.74
MnO	0.18	0.13	0.16	0.17	0.14	0.20	0.09
FeO	5.47	5.33	5.31	5.35	8.17	5.66	5.39
NiO	0.08	0.07	0.09	0.12	0.37	0.11	0.06
Toplam	**99.87**	**99.85**	**99.91**	**100.16**	**99.77**	**100.25**	**99.87**
Si	1.94	1.94	1.95	1.94	1.48	1.95	1.94
Al	0.07	0.08	0.08	0.08	0.00	0.07	0.09
Cr	0.01	0.01	0.02	0.02	0.00	0.01	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.16	0.15	0.15	0.15	0.22	0.16	0.16
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Mg	1.80	1.81	1.77	1.78	2.78	1.79	1.77
Ca	0.02	0.03	0.03	0.03	0.00	0.02	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.01**	**4.02**	**4.00**	**4.01**	**4.49**	**4.01**	**4.01**
Wo	1.22	1.50	1.44	1.58	0.04	0.95	1.59
En	88.57	87.92	89.95	88.96	63.41	89.27	89.27
Fs	10.20	10.58	8.61	9.46	36.55	9.78	9.13
Mg#	91.95	92.18	92.06	92.04	92.58	91.67	91.93
Cr#	0.15	0.16	0.16	0.18	1.00	0.13	0.18

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT4B-18**	**HT4B-19**	**HT4B-20**	**HT4B-21**	**HT4B-22**	**HT4B-23**	**HT4B-24**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut11**	**Harmancık Kuzey-Hudut12**	**Harmancık Kuzey-Hudut13**	**Harmancık Kuzey-Hudut14**	**Harmancık Kuzey-Hudut15**	**Harmancık Kuzey-Hudut16**	**Harmancık Kuzey-Hudut17**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**	**Opx**
Na_2O	0.03	0.01	0.03	0.01	0.00	0.02	0.00
MgO	34.35	34.67	33.67	34.59	34.36	34.98	34.11
Al_2O_3	2.16	2.23	2.19	2.13	2.16	2.08	2.00
SiO2	55.73	56.48	56.40	55.83	56.12	55.76	56.08
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01
CaO	0.93	0.81	1.85	0.93	0.77	0.75	0.78
TiO_2	0.03	0.04	0.03	0.04	0.05	0.03	0.02
Cr_2O_3	0.71	0.69	0.70	0.71	0.74	0.69	0.63
MnO	0.12	0.19	0.09	0.14	0.19	0.18	0.09
FeO	5.27	5.23	5.27	5.30	5.38	5.53	5.32
NiO	0.08	0.17	0.09	0.14	0.08	0.11	0.10
Toplam	**99.40**	**100.52**	**100.31**	**99.82**	**99.84**	**100.13**	**99.13**
Si	1.93	1.94	1.94	1.93	1.94	1.92	1.95
Al	0.09	0.09	0.09	0.09	0.09	0.08	0.08
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.15	0.15	0.15	0.15	0.16	0.16	0.15
Mn	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Mg	1.78	1.77	1.73	1.78	1.77	1.80	1.77
Ca	0.03	0.03	0.07	0.03	0.03	0.03	0.03
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.01**	**4.01**	**4.00**	**4.01**	**4.01**	**4.02**	**4.00**
Wo	1.72	1.50	3.48	1.70	1.43	1.35	1.48
En	88.68	89.56	88.07	88.34	89.49	87.34	90.27
Fs	9.59	8.94	8.45	9.96	9.07	11.32	8.25
Mg#	92.09	92.21	91.94	92.12	91.94	91.90	91.96
Cr#	0.18	0.17	0.18	0.18	0.19	0.18	0.17

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM8A-21**	**KM8A-22**	**KM8A-23**	**KM8A-24**	**KM8A-25**	**KM8A-26**	**KM8A-27**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.69	0.74	0.59	0.57	0.62	0.73	0.76
MgO	22.59	22.72	23.10	23.00	22.91	22.82	22.81
Al_2O_3	3.30	3.49	3.14	3.03	3.29	3.67	3.72
SiO_2	54.68	54.69	55.39	54.98	54.34	54.26	54.63
K_2O	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03	0.01	0.03
CaO	12.76	12.70	12.60	12.80	12.65	12.63	12.82
TiO_2	0.03	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
Cr_2O_3	0.46	0.48	0.44	0.47	0.48	0.62	0.59
MnO	0.07	0.03	0.09	0.06	0.04	0.04	0.05
FeO	1.99	1.93	2.07	1.96	1.85	1.91	1.98
NiO	0.08	0.14	0.16	0.15	0.12	0.12	0.16
Toplam	**96.67**	**96.94**	**97.62**	**97.06**	**96.33**	**96.83**	**97.54**
Si	1.98	1.98	1.99	1.99	1.98	1.97	1.97
Al	0.14	0.15	0.13	0.13	0.14	0.16	0.16
Cr	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fe(iii)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.22	1.22	1.24	1.24	1.24	1.23	1.22
Ca	0.50	0.49	0.48	0.50	0.49	0.49	0.49
Na	0.05	0.05	0.04	0.04	0.04	0.05	0.05
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.97**	**3.97**	**3.96**	**3.96**	**3.97**	**3.97**	**3.97**
Wo	26.28	26.25	25.39	25.97	26.09	26.28	26.56
En	64.73	65.33	64.78	64.93	65.74	66.10	65.78
Fs	8.99	8.43	9.83	9.10	8.18	7.62	7.67
Mg#	87.94	88.63	87.01	87.82	89.01	89.75	89.66
Cr#	0.07	0.08	0.06	0.07	0.08	0.11	0.11

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**Örnek**	**KM8A-28**	**KM8A-29**	**KM8A-30**	**KM9A-11**	**KM9A-12**	**KM9A-13**	**KM9A-14**
Lokasyon	**Lokasyon**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Kayaç**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Mineral**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	Na2O	0.98	0.84	0.65	1.05	1.06	1.09	1.08
MgO	MgO	22.21	22.11	22.79	20.73	20.80	20.64	20.45
Al_2O_3	Al2O3	5.20	4.64	3.72	4.51	4.51	4.64	4.58
SiO_2	SiO2	52.54	53.48	54.14	46.88	47.38	47.72	47.67
K_2O	K2O	0.04	0.03	0.02	0.06	0.06	0.05	0.06
CaO	CaO	12.74	12.62	12.57	9.80	10.00	10.09	9.81
TiO_2	TiO2	0.02	0.00	0.01	0.06	0.06	0.06	0.06
Cr_2O_3	Cr2O3	0.99	0.98	0.86	0.68	0.71	0.70	0.69
MnO	MnO	0.05	0.08	0.09	0.07	0.03	0.09	0.12
FeO	FeO	2.16	2.10	2.03	1.81	1.84	1.84	1.82
NiO	NiO	0.13	0.07	0.07	0.10	0.07	0.08	0.07
Toplam	**Toplam**	**97.06**	**96.95**	**96.96**	**85.74**	**86.51**	**87.00**	**86.40**
Si	Si	1.91	1.94	1.96	1.92	1.92	1.92	1.93
Al	Al	0.22	0.20	0.16	0.22	0.22	0.22	0.22
Cr	Cr	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	Fe(ii)	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fe(iii)	Fe(iii)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Mn	Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	Mg	1.20	1.20	1.23	1.26	1.26	1.24	1.24
Ca	Ca	0.50	0.49	0.49	0.43	0.43	0.44	0.43
Na	Na	0.07	0.06	0.05	0.08	0.08	0.09	0.08
K	K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**Toplam**	**4.00**	**3.98**	**3.97**	**4.00**	**4.00**	**4.00**	**3.99**
Wo	Wo	28.01	26.91	26.08	24.35	24.76	24.85	24.16
En	En	67.95	65.61	65.78	71.68	71.63	70.70	70.10
Fs	Fs	4.04	7.48	8.14	3.97	3.62	4.45	5.74
Mg#	Mg#	94.51	89.94	89.18	95.34	95.27	94.29	92.70
Cr#	Cr#	0.29	0.17	0.14	0.26	0.27	0.23	0.18

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM9A-15**	**KM9A-16**	**KM9A-17**	**KM9A-18**	**KM9A-19**	**KM9A-20**	**KM12-16**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Ol-Klinopiroksenit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	1.04	1.02	1.14	1.12	1.02	0.92	0.07
MgO	20.47	20.33	20.79	20.76	20.76	20.74	17.00
Al_2O_3	4.68	4.67	4.65	4.36	4.57	4.09	1.74
SiO_2	47.64	47.20	47.87	47.75	47.18	47.65	53.35
K_2O	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.00
CaO	9.92	9.82	9.96	9.98	9.86	9.83	23.98
TiO_2	0.04	0.06	0.06	0.04	0.05	0.07	0.10
Cr_2O_3	0.70	0.75	0.67	0.60	0.66	0.59	0.18
MnO	0.03	0.01	0.05	0.01	0.06	0.08	0.12
FeO	1.84	1.82	1.82	1.76	1.85	1.92	3.06
NiO	0.04	0.06	0.08	0.11	0.08	0.06	0.00
Toplam	**86.45**	**85.78**	**87.15**	**86.56**	**86.15**	**85.99**	**99.59**
Si	1.93	1.93	1.92	1.93	1.92	1.94	1.95
Al	0.22	0.22	0.22	0.21	0.22	0.20	0.07
Cr	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07
Fe(iii)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.24	1.24	1.25	1.25	1.26	1.26	0.93
Ca	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.43	0.94
Na	0.08	0.08	0.09	0.09	0.08	0.07	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**3.99**	**3.99**	**4.00**	**4.00**	**4.00**	**3.99**	**4.01**
Wo	24.38	24.32	24.57	24.64	24.45	23.87	47.36
En	69.98	70.09	71.33	71.34	71.63	70.12	46.74
Fs	5.64	5.60	4.09	4.02	3.92	6.01	5.90
Mg#	92.61	92.63	94.70	94.69	94.97	92.28	90.85
Cr#	0.19	0.20	0.23	0.21	0.24	0.15	0.05

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM12-17**	**KM12-18**	**KM12-19**	**KM12-20**	**KM12-21**	**KM12-22**	**KM12-23**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.07	0.04	0.08	0.12	0.05	0.08	0.05
MgO	17.17	17.09	17.02	17.20	17.24	17.36	17.28
Al_2O_3	1.35	1.51	1.60	1.64	1.31	1.27	1.43
SiO_2	53.73	53.50	53.60	53.18	53.63	53.73	53.48
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
CaO	24.59	24.44	24.32	24.56	24.48	24.83	24.50
TiO_2	0.09	0.09	0.12	0.07	0.09	0.09	0.09
Cr_2O_3	0.14	0.12	0.15	0.15	0.11	0.10	0.13
MnO	0.06	0.08	0.04	0.14	0.11	0.14	0.11
FeO	2.91	3.20	3.02	3.01	2.80	2.78	2.99
NiO	0.01	0.01	0.06	0.05	0.00	0.00	0.00
Toplam	**100.11**	**100.08**	**100.02**	**100.12**	**99.83**	**100.38**	**100.06**
Si	1.96	1.95	1.96	1.94	1.96	1.95	1.95
Al	0.06	0.06	0.07	0.07	0.06	0.05	0.06
Cr	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.07	0.03	0.05	0.03	0.04
Fe(iii)	0.03	0.04	0.02	0.07	0.03	0.05	0.05
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.93	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.94
Ca	0.96	0.96	0.95	0.96	0.96	0.97	0.96
Na	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.01**	**4.01**	**4.01**	**4.02**	**4.01**	**4.02**	**4.02**
Wo	47.63	47.27	47.70	46.68	47.49	47.21	46.98
En	46.30	46.00	46.47	45.48	46.55	45.93	46.12
Fs	6.07	6.73	5.83	7.83	5.96	6.87	6.90
Mg#	91.35	90.53	90.97	91.10	91.67	91.80	91.17
Cr#	0.04	0.04	0.04	0.05	0.04	0.03	0.04

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM12-24**	**KM12-25**	**KM14A-9**	**KM14A-10**	**KM14A-11**	**KM14A-12**	**KM14A-13**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Ol-Klinopiroksenit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.08	0.15	1.58	1.42	1.64	1.55	1.58
MgO	16.67	16.56	21.78	21.82	21.63	21.72	21.74
Al_2O_3	2.38	2.64	5.07	4.71	5.20	4.97	4.90
SiO_2	52.36	52.30	52.08	52.48	52.28	52.13	52.31
K_2O	0.00	0.00	0.14	0.14	0.11	0.13	0.14
CaO	24.30	23.69	15.52	15.04	15.55	15.69	15.75
TiO_2	0.12	0.09	0.09	0.05	0.09	0.07	0.08
Cr_2O_3	0.37	0.45	0.98	0.71	1.01	0.87	0.94
MnO	0.10	0.13	0.07	0.04	0.04	0.03	0.09
FeO	3.20	3.29	2.61	2.48	2.57	2.57	2.60
NiO	0.06	0.00	0.06	0.12	0.11	0.09	0.13
Toplam	**99.63**	**99.30**	**99.97**	**99.02**	**100.23**	**99.82**	**100.27**
Si	1.92	1.93	1.87	1.89	1.87	1.87	1.87
Al	0.10	0.11	0.21	0.20	0.22	0.21	0.21
Cr	0.01	0.01	0.03	0.02	0.03	0.02	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.04	0.06	-0.11	-0.06	-0.11	-0.11	-0.11
Fe(iii)	0.05	0.04	0.19	0.14	0.18	0.19	0.19
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.91	0.91	1.16	1.17	1.15	1.16	1.16
Ca	0.96	0.93	0.60	0.58	0.60	0.60	0.60
Na	0.01	0.01	0.11	0.10	0.11	0.11	0.11
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.02**	**4.01**	**4.06**	**4.05**	**4.06**	**4.06**	**4.06**
Wo	47.21	46.94	29.39	29.54	29.67	29.73	29.70
En	45.09	45.65	57.36	59.63	57.42	57.27	57.05
Fs	7.70	7.42	13.25	10.83	12.91	13.00	13.25
Mg#	90.31	90.00	93.79	94.07	93.84	93.86	93.81
Cr#	0.10	0.11	0.26	0.22	0.27	0.25	0.26

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM14A-14**	**KM14A-15**	**KM17-23**	**KM17-24**	**KM19-1**	**KM19-2**	**KM19-3**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Gabro**	**Gabro**	**Gabro**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	1.56	1.58	0.36	0.39	0.12	0.15	0.13
MgO	21.47	21.68	23.71	23.59	15.22	14.78	14.68
Al_2O_3	5.00	4.80	2.77	2.69	5.08	6.44	5.74
SiO_2	52.31	52.58	56.65	56.50	50.19	49.41	49.81
K_2O	0.14	0.15	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
CaO	15.86	15.68	13.03	13.21	24.06	23.58	23.48
TiO_2	0.09	0.07	0.03	0.04	0.14	0.18	0.14
Cr_2O_3	1.04	0.91	0.27	0.49	0.02	0.09	0.04
MnO	0.03	0.07	0.05	0.10	0.17	0.13	0.15
FeO	2.54	2.61	2.33	2.31	5.33	5.45	5.24
NiO	0.05	0.07	0.07	0.08	0.00	0.00	0.00
Toplam	**100.11**	**100.19**	**99.27**	**99.44**	**100.33**	**100.22**	**99.40**
Si	1.87	1.88	2.00	1.99	1.85	1.82	1.85
Al	0.21	0.20	0.11	0.11	0.22	0.28	0.25
Cr	0.03	0.03	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe(ii)	-0.10	-0.10	0.07	0.07	0.05	0.06	0.08
Fe(iii)	0.17	0.17	0.00	0.00	0.12	0.11	0.08
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Mg	1.15	1.16	1.25	1.24	0.84	0.81	0.81
Ca	0.61	0.60	0.49	0.50	0.95	0.93	0.93
Na	0.11	0.11	0.02	0.03	0.01	0.01	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.06**	**4.06**	**3.95**	**3.96**	**4.04**	**4.04**	**4.03**
Wo	30.36	29.90	25.24	25.71	45.85	46.01	30.36
En	57.19	57.53	63.89	63.86	40.37	40.13	57.19
Fs	12.46	12.58	10.87	10.43	13.78	13.86	12.46
Mg#	93.87	93.76	85.55	86.14	83.72	82.99	93.87
Cr#	0.28	0.25	0.03	0.06	0.00	0.02	0.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM19-4**	**KM19-5**	**KM19-6**	**HT2A-11**	**H1-10**	**H1-11**	**H1-12**
Lokasyon	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Harmancık Kuzey/Swanapol**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**	**Harmancık Kuzey/Baraj**
Kayaç	**Gabro**	**Gabro**	**Gabro**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.08	0.11	0.11	0.30	0.32	0.36	0.35
MgO	14.95	15.01	15.07	17.76	17.31	17.94	16.99
Al_2O_3	6.15	5.92	6.05	2.83	3.40	3.33	3.72
SiO_2	49.11	49.25	49.46	51.89	51.17	51.98	51.50
K_2O	0.00	0.01	0.02	0.00			
CaO	23.88	23.86	23.59	22.84	23.74	23.54	24.49
TiO_2	0.17	0.17	0.17	0.05	0.10	0.14	0.08
Cr_2O_3	0.01	0.02	0.02	1.09	1.10	0.85	1.04
MnO	0.16	0.10	0.10	0.12	0.11	0.12	0.09
FeO	5.45	5.46	5.07	2.32	2.24	2.24	2.02
NiO	0.00	0.05	0.01	0.07			
Toplam	**99.97**	**99.96**	**99.64**	**99.28**	**99.49**	**100.49**	**100.27**
Si	1.82	1.82	1.83	1.91	1.88	1.89	1.88
Al	0.27	0.26	0.26	0.12	0.15	0.14	0.16
Cr	0.00	0.00	0.00	0.03	0.03	0.02	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.03	0.03	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06
Fe(iii)	0.13	0.13	0.11	0.08	0.12	0.12	0.11
Mn	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.83	0.83	0.83	0.97	0.95	0.97	0.92
Ca	0.95	0.95	0.94	0.90	0.93	0.92	0.96
Na	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.04**	**4.04**	**4.03**	**4.11**	**4.15**	**4.15**	**4.15**
Wo	45.59	45.52	46.04	44.34	45.13	44.15	46.52
En	39.72	39.86	40.92	47.98	45.79	46.83	44.91
Fs	14.69	14.62	13.04	7.67	9.08	9.02	8.57
Mg#	83.19	83.20	84.25	93.21	93.29	93.51	93.80
Cr#	0.00	0.00	0.00	0.21	0.18	0.15	0.16

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**H1-13**	**H1-14**	**H2-11**	**H2-12**	**H2-13**	**H2-14**	**H2-15**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.33	0.39	0.30	0.34	0.33	0.32	0.30
MgO	17.36	16.94	18.31	18.09	17.59	18.89	17.58
Al_2O_3	3.41	4.01	2.58	2.84	2.66	2.76	2.59
SiO_2	51.79	51.29	52.88	52.29	52.41	52.11	52.22
K_2O		0.01					
CaO	24.43	24.00	23.37	23.52	24.43	23.01	24.89
TiO_2	0.08	0.06	0.02	0.07	0.01	0.07	0.12
Cr_2O_3	0.91	1.12	1.10	1.18	1.03	1.03	0.99
MnO	0.10	0.11	0.07	0.08	0.04	0.11	0.10
FeO	2.20	2.24	2.03	2.09	1.91	2.24	1.73
NiO							
Toplam	**100.61**	**100.16**	**100.66**	**100.48**	**100.41**	**100.54**	**100.52**
Si	1.88	1.87	1.91	1.90	1.90	1.89	1.90
Al	0.15	0.17	0.11	0.12	0.11	0.12	0.11
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07	0.05
Fe(iii)	0.12	0.11	0.08	0.11	0.10	0.14	0.12
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.94	0.92	0.99	0.98	0.95	1.02	0.95
Ca	0.95	0.94	0.90	0.91	0.95	0.89	0.97
Na	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.16**	**4.15**	**4.11**	**4.14**	**4.14**	**4.18**	**4.16**
Wo	45.66	45.93	44.37	44.29	46.01	42.09	46.27
En	45.15	45.12	48.37	47.41	46.11	48.09	45.48
Fs	9.19	8.95	7.26	8.30	7.88	9.82	8.25
Mg#	93.44	93.16	94.17	93.98	94.31	93.84	94.81
Cr#	0.15	0.16	0.22	0.22	0.21	0.20	0.20

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT2A-12**	**HT2A-13**	**HT2A-14**	**HT2A-15**	**HT2A-16**	**HT2A-17**	**HT2A-18**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.33	0.31	0.28	0.29	0.29	0.25	0.28
MgO	17.07	17.01	16.53	17.85	16.78	17.35	17.26
Al_2O_3	2.91	3.13	3.03	2.85	3.05	3.00	2.76
SiO_2	51.52	51.34	51.70	52.17	51.55	51.93	52.67
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	23.99	24.29	24.00	22.40	23.92	23.96	24.20
TiO_2	0.06	0.06	0.07	0.09	0.08	0.08	0.07
Cr_2O_3	1.23	1.27	1.28	1.05	1.29	1.17	1.04
MnO	0.11	0.09	0.06	0.06	0.08	0.12	0.07
FeO	2.15	2.21	2.06	2.35	2.14	2.18	2.12
NiO	0.00	0.05	0.04	0.06	0.04	0.01	0.12
Toplam	**99.36**	**99.76**	**99.05**	**99.17**	**99.22**	**100.06**	**100.58**
Si	1.90	1.89	1.91	1.91	1.90	1.90	1.91
Al	0.13	0.14	0.13	0.12	0.13	0.13	0.12
Cr	0.04	0.04	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.07	0.07	0.06	0.07	0.07	0.07	0.06
Fe(iii)	0.10	0.11	0.05	0.05	0.07	0.09	0.07
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.94	0.93	0.91	0.98	0.92	0.94	0.93
Ca	0.95	0.96	0.95	0.88	0.94	0.94	0.94
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.13**	**4.15**	**4.07**	**4.07**	**4.10**	**4.12**	**4.09**
Wo	46.10	46.15	48.02	44.35	47.05	45.94	46.87
En	45.64	44.97	46.01	49.18	45.91	46.29	46.52
Fs	8.26	8.88	5.98	6.48	7.04	7.77	6.61
Mg#	93.44	93.27	93.51	93.15	93.35	93.46	93.59
Cr#	0.22	0.21	0.22	0.20	0.22	0.21	0.20

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT2A-19**	**HT2A-20**	**H3-11**	**H3-12**	**H3-13**	**H3-14**	**H3-15**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.32	0.24	0.23	0.16	0.21	0.19	0.23
MgO	17.54	17.23	18.02	17.80	17.62	17.47	18.36
Al_2O_3	2.58	2.64	2.72	2.87	3.09	3.41	2.85
SiO_2	52.65	52.25	52.33	51.62	51.88	51.02	52.58
K_2O	0.01	0.01				0.01	
CaO	23.86	23.87	23.91	24.66	24.01	24.18	24.04
TiO_2	0.07	0.07	0.04	0.08	0.02	0.02	0.04
Cr_2O_3	0.94	0.89	0.90	1.00	1.10	1.18	0.85
MnO	0.08	0.00	0.06	0.06	0.08	0.06	0.10
FeO	2.17	2.17	2.26	2.01	1.95	2.11	2.19
NiO	0.05	0.06					
Toplam	**100.28**	**99.43**	**100.48**	**100.26**	**99.97**	**99.66**	**101.24**
Si	1.91	1.92	1.90	1.88	1.89	1.87	1.89
Al	0.11	0.11	0.12	0.12	0.13	0.15	0.12
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.07	0.07	0.07	0.06	0.06	0.06	0.07
Fe(iii)	0.08	0.06	0.11	0.13	0.09	0.13	0.12
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.95	0.94	0.98	0.97	0.96	0.96	0.99
Ca	0.93	0.94	0.93	0.96	0.94	0.95	0.93
Na	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.01	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.10**	**4.08**	**4.14**	**4.17**	**4.13**	**4.17**	**4.16**
Wo	45.89	46.70	44.66	45.35	45.73	45.29	44.17
En	46.94	46.91	46.85	45.55	46.69	45.54	46.96
Fs	7.17	6.39	8.49	9.11	7.58	9.17	8.87
Mg#	93.55	93.42	93.48	94.10	94.20	93.72	93.80
Cr#	0.20	0.18	0.18	0.19	0.19	0.19	0.17

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT4B-25**	**HT4B-26**	**HT4B-27**	**HT4B-28**	**HT4B-29**	**HT4B-30**	**HT4B-31**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.19	0.22	0.19	0.17	0.16	0.21	0.26
MgO	17.96	17.51	17.82	17.11	17.33	17.46	17.77
Al_2O_3	2.10	2.17	2.12	1.73	1.63	1.85	1.70
SiO_2	52.69	52.61	52.44	53.08	53.72	53.14	53.24
K_2O	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00	0.01	0.01
CaO	23.33	23.68	24.00	24.71	24.26	24.13	24.09
TiO_2	0.05	0.07	0.05	0.08	0.05	0.02	0.03
Cr_2O_3	0.97	0.92	0.97	0.74	0.69	0.83	0.80
MnO	0.12	0.08	0.12	0.10	0.14	0.07	0.04
FeO	2.19	2.01	1.83	1.87	1.82	1.99	2.00
NiO	0.12	0.09	0.03	0.07	0.02	0.10	0.09
Toplam	**99.71**	**99.38**	**99.56**	**99.67**	**99.82**	**99.79**	**100.01**
Si	1.93	1.93	1.92	1.94	1.96	1.94	1.94
Al	0.09	0.09	0.09	0.07	0.07	0.08	0.07
Cr	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.07	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fe(iii)	0.06	0.05	0.08	0.04	0.01	0.05	0.06
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.98	0.96	0.97	0.93	0.94	0.95	0.96
Ca	0.91	0.93	0.94	0.97	0.95	0.94	0.94
Na	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.08**	**4.07**	**4.10**	**4.06**	**4.02**	**4.06**	**4.08**
Wo	45.13	46.42	45.88	48.34	48.32	47.13	46.33
En	48.33	47.78	47.40	46.57	48.02	47.46	47.54
Fs	6.54	5.80	6.72	5.08	3.65	5.41	6.13
Mg#	93.63	93.98	94.59	94.23	94.43	94.03	94.10
Cr#	0.24	0.22	0.23	0.22	0.22	0.23	0.24

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT4B-32**	**HT10A-9**	**HT10A-10**	**HT10A-11**	**HT10A-12**	**HT10A-13**	**HT10A-14**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.15	0.05	0.09	0.05	0.11	0.02	0.10
MgO	17.29	16.49	17.21	17.03	16.83	16.58	16.58
Al_2O_3	1.76	3.02	2.30	2.17	2.51	2.23	3.07
SiO_2	52.99	52.67	53.75	53.12	53.78	53.10	52.95
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	23.98	24.55	24.97	24.73	24.42	25.28	24.94
TiO_2	0.03	0.10	0.10	0.10	0.11	0.12	0.10
Cr_2O_3	0.73	0.86	0.51	0.67	0.59	0.72	0.92
MnO	0.05	0.11	0.11	0.11	0.00	0.11	0.09
FeO	1.71	1.98	2.13	1.99	2.15	1.97	2.11
NiO	0.02	0.06	0.01	0.03	0.07	0.00	0.10
Toplam	**98.73**	**99.91**	**101.17**	**100.01**	**100.56**	**100.14**	**100.97**
Si	1.95	1.92	1.93	1.94	1.94	1.93	1.91
Al	0.08	0.13	0.10	0.09	0.11	0.10	0.13
Cr	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.02	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.05	0.06	0.06	0.06	0.08	0.06	0.06
Fe(iii)	0.02	0.00	0.03	0.02	0.00	0.02	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.95	0.90	0.92	0.92	0.91	0.90	0.89
Ca	0.95	0.96	0.96	0.97	0.95	0.99	0.97
Na	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.00**	**4.04**	**4.03**	**4.01**	**4.02**	**4.03**
Wo	48.05	49.87	48.59	48.82	48.97	50.17	49.57
En	48.22	46.63	46.59	46.78	46.95	45.80	45.87
Fs	3.72	3.50	4.82	4.40	4.09	4.03	4.56
Mg#	94.77	93.69	93.52	93.87	91.99	93.76	93.36
Cr#	0.22	0.16	0.13	0.17	0.14	0.18	0.17

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT10A-15**	**HT10A-16**	**HT10A-17**	**HT10A-18**	**HT10A-19**	**HT10A-20**	**HT10A-21**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.08	0.10	0.06	0.08	0.73	0.76	0.18
MgO	16.36	16.62	16.63	16.59	23.14	22.94	26.00
Al_2O_3	2.92	2.59	2.28	3.01	2.67	3.31	0.44
SiO_2	53.40	53.02	53.41	52.13	54.39	54.38	56.00
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.04	0.11	0.01
CaO	25.21	25.28	25.80	24.83	12.19	12.19	11.72
TiO_2	0.09	0.12	0.07	0.11	0.10	0.05	0.01
Cr_2O_3	0.81	0.64	0.42	0.79	0.68	0.91	0.08
MnO	0.08	0.08	0.09	0.06	0.03	0.03	0.14
FeO	1.96	1.99	2.02	2.10	2.62	2.27	2.54
NiO	0.05	0.08	0.07	0.00	0.12	0.12	0.18
Toplam	**100.96**	**100.51**	**100.87**	**99.71**	**96.71**	**97.06**	**97.28**
Si	1.93	1.93	1.93	1.91	1.98	1.97	2.02
Al	0.12	0.11	0.10	0.13	0.11	0.14	0.02
Cr	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.15	0.15	0.14
Fe(iii)	0.00	0.03	0.04	0.05	0.00	0.00	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.88	0.90	0.90	0.91	1.25	1.24	1.40
Ca	0.97	0.98	1.00	0.97	0.48	0.47	0.45
Na	0.01	0.01	0.00	0.01	0.05	0.05	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.00**	**4.04**	**4.05**	**4.06**	**4.05**	**4.05**	**4.04**
Wo	50.80	49.74	50.10	48.92	25.30	25.39	22.68
En	45.88	45.52	44.94	45.49	66.83	66.48	70.04
Fs	3.31	4.75	4.96	5.59	7.87	8.14	7.28
Mg#	93.51	93.71	93.63	93.39	89.52	89.15	90.84
Cr#	0.16	0.14	0.11	0.15	0.14	0.16	0.10

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT12-10**	**HT12-11**	**HT12-12**	**HT12-13**	**HT12-14**	**HT13-40**	**HT13-41**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.46	0.40	0.47	0.36	0.38	0.22	0.26
MgO	17.11	17.54	17.45	17.08	17.18	18.57	18.77
Al_2O_3	3.90	3.59	3.55	3.35	3.36	1.87	1.84
SiO_2	51.23	51.54	51.29	51.70	51.20	53.05	53.03
K_2O		0.02	0.01	0.01		0.01	
CaO	23.01	22.53	22.77	22.99	22.95	23.71	23.55
TiO_2	0.08	0.09	0.06	0.11	0.02	0.00	
Cr_2O_3	1.19	0.97	0.93	1.02	0.98	0.83	0.82
MnO	0.07	0.09	0.06	0.07	0.10	0.06	0.10
FeO	1.99	1.98	1.95	2.05	1.96	2.00	2.06
NiO							
Toplam	**99.04**	**98.74**	**98.54**	**98.74**	**98.12**	**100.32**	**100.42**
Si	1.88	1.90	1.89	1.90	1.90	1.92	1.92
Al	0.17	0.16	0.15	0.15	0.15	0.08	0.08
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fe(iii)	0.09	0.07	0.09	0.05	0.08	0.09	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.94	0.96	0.96	0.94	0.95	1.00	1.01
Ca	0.91	0.89	0.90	0.91	0.91	0.92	0.91
Na	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.11**	**4.10**	**4.13**	**4.07**	**4.11**	**4.12**	**4.14**
Wo	45.46	44.72	44.64	46.17	45.48	44.27	43.54
En	47.04	48.45	47.62	47.75	47.37	48.24	48.28
Fs	7.49	6.83	7.74	6.08	7.15	7.48	8.17
Mg#	93.92	94.07	94.16	93.72	94.02	94.34	94.25
Cr#	0.17	0.15	0.15	0.17	0.16	0.23	0.23

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-42**	**HT13-43**	**HT13-44**	**HT13-45**	**HT13-46**	**HT13-47**	**HT13-48**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.26	0.27	0.26	0.25	0.30	0.26	0.27
MgO	18.66	18.89	18.81	18.10	17.89	17.84	18.31
Al_2O_3	1.85	1.94	1.86	1.73	1.80	1.81	1.87
SiO_2	53.36	53.26	53.25	53.69	53.44	53.81	53.88
K_2O			0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
CaO	23.75	23.64	23.50	23.33	22.71	23.53	22.70
TiO_2	0.00	0.04		0.00	0.00	0.00	0.05
Cr_2O_3	0.84	0.90	0.93	0.68	1.09	0.71	0.85
MnO	0.07	0.07	0.08	0.06	0.11	0.03	0.02
FeO	2.03	1.98	2.03	1.72	2.00	1.73	2.23
NiO				0.04	0.12	0.06	0.00
Toplam	**100.81**	**100.96**	**100.73**	**99.60**	**99.45**	**99.78**	**100.20**
Si	1.93	1.92	1.92	1.95	1.95	1.95	1.95
Al	0.08	0.08	0.08	0.07	0.08	0.08	0.08
Cr	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03	0.02	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.07
Fe(iii)	0.09	0.10	0.10	0.03	0.02	0.02	0.02
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	1.00	1.01	1.01	0.98	0.97	0.97	0.99
Ca	0.92	0.91	0.91	0.91	0.89	0.92	0.88
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.13**	**4.14**	**4.13**	**4.04**	**4.02**	**4.02**	**4.03**
Wo	44.15	43.60	43.63	46.10	45.69	46.88	44.91
En	48.28	48.48	48.60	49.77	50.08	49.47	50.42
Fs	7.57	7.91	7.77	4.13	4.23	3.64	4.67
Mg#	94.31	94.51	94.33	94.95	94.10	94.84	93.61
Cr#	0.23	0.24	0.25	0.21	0.29	0.21	0.23

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-49**	**HT13-50**	**HT13-51**	**HT13-52**	**HT13-53**	**HT13-54**	**HT14-27**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.30	0.27	0.31	0.25	0.18	0.20	0.28
MgO	17.65	17.77	18.00	18.24	18.31	18.17	17.33
Al_2O_3	1.72	1.53	1.96	1.88	1.81	1.61	2.66
SiO_2	53.89	53.39	53.42	53.23	53.97	54.05	51.66
K_2O	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
CaO	23.29	24.14	22.69	23.27	22.81	23.26	24.18
TiO_2	0.04	0.09	0.00	0.05	0.00	0.00	0.07
Cr_2O_3	0.82	0.94	0.94	0.90	0.90	0.76	1.05
MnO	0.00	0.00	0.07	0.14	0.01	0.14	0.11
FeO	1.72	2.00	1.99	2.05	2.08	1.87	2.05
NiO	0.05	0.05	0.01	0.00	0.09	0.07	
Toplam	**99.48**	**100.17**	**99.37**	**100.01**	**100.15**	**100.13**	**99.39**
Si	1.96	1.94	1.95	1.93	1.95	1.96	1.90
Al	0.07	0.07	0.08	0.08	0.08	0.07	0.12
Cr	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.05	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06	0.06
Fe(iii)	0.00	0.06	0.02	0.06	0.01	0.01	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.96	0.96	0.98	0.99	0.99	0.98	0.95
Ca	0.91	0.94	0.89	0.91	0.88	0.90	0.95
Na	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.00**	**4.08**	**4.03**	**4.08**	**4.01**	**4.02**	**4.14**
Wo	47.29	46.51	45.45	44.86	45.54	46.06	45.90
En	49.86	47.65	50.18	48.92	50.86	50.07	45.78
Fs	2.84	5.84	4.37	6.22	3.60	3.87	8.32
Mg#	94.61	94.10	94.19	94.10	94.01	94.54	93.83
Cr#	0.24	0.29	0.24	0.24	0.25	0.24	0.21

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-28**	**HT14-29**	**HT14-30**	**HT14-31**	**HT14-32**	**HT14-33**	**HT14-34**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.30	0.39	0.33	0.28	0.36	0.44	0.32
MgO	17.13	17.23	17.14	17.62	17.72	17.58	17.58
Al_2O_3	2.82	3.02	3.03	2.54	3.01	2.49	2.58
SiO_2	51.82	52.15	52.12	52.30	52.94	53.10	53.95
K_2O	0.01	0.01		0.01	0.00	0.00	0.00
CaO	24.51	24.27	24.08	24.57	22.67	22.81	22.72
TiO_2	0.01	0.05	0.08	0.10	0.00	0.00	0.09
Cr_2O_3	1.22	1.19	1.27	0.89	0.91	0.92	0.84
MnO	0.07	0.08	0.08	0.09	0.01	0.10	0.06
FeO	1.91	2.19	2.03	1.97	2.52	2.34	2.19
NiO					0.03	0.05	0.00
Toplam	**99.78**	**100.58**	**100.15**	**100.37**	**100.17**	**99.82**	**100.33**
Si	1.90	1.90	1.90	1.90	1.92	1.93	1.95
Al	0.12	0.13	0.13	0.11	0.13	0.11	0.11
Cr	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.07	0.06	0.06	0.08	0.07	0.08
Fe(iii)	0.10	0.11	0.08	0.11	0.05	0.05	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.94	0.93	0.93	0.96	0.96	0.95	0.95
Ca	0.96	0.95	0.94	0.96	0.88	0.89	0.88
Na	0.02	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.13**	**4.14**	**4.11**	**4.14**	**4.06**	**4.06**	**4.01**
Wo	46.73	46.04	46.67	45.95	44.92	45.28	46.11
En	45.45	45.48	46.21	45.87	48.85	48.55	49.66
Fs	7.82	8.48	7.13	8.19	6.23	6.17	4.24
Mg#	94.17	93.40	93.80	94.16	92.63	93.07	92.31
Cr#	0.23	0.21	0.22	0.19	0.17	0.20	0.18

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-35**	**HT14-36**	**HT14-37**	**HT14-38**	**HT14-39**	**HT15-35**	**HT15-36**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.36	0.31	0.33	0.35	0.32	0.23	0.18
MgO	17.17	17.12	17.47	17.29	17.30	18.04	17.92
Al_2O_3	2.73	2.86	2.58	2.58	2.52	2.74	2.47
SiO_2	53.57	53.24	53.83	53.40	53.36	52.07	52.34
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		0.02
CaO	23.05	22.55	23.10	22.91	23.35	23.72	24.66
TiO_2	0.00	0.07	0.06	0.05	0.00	0.09	0.08
Cr_2O_3	0.92	0.95	1.03	0.90	0.92	1.00	0.86
MnO	0.08	0.04	0.06	0.04	0.01	0.10	0.13
FeO	2.19	2.12	2.05	2.33	1.92	1.81	1.78
NiO	0.00	0.06	0.09	0.08	0.09		
Toplam	**100.07**	**99.32**	**100.60**	**99.92**	**99.78**	**99.80**	**100.43**
Si	1.94	1.94	1.94	1.94	1.94	1.90	1.90
Al	0.12	0.12	0.11	0.11	0.11	0.12	0.11
Cr	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.07	0.09	0.06	0.07	0.06	0.05	0.05
Fe(iii)	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.10	0.11
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.93	0.93	0.94	0.94	0.94	0.98	0.97
Ca	0.89	0.88	0.89	0.89	0.91	0.93	0.96
Na	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.00**	**4.01**	**4.00**	**4.01**	**4.01**	**4.13**	**4.15**
Wo	47.29	46.39	47.06	46.73	47.49	44.96	45.76
En	49.03	49.00	49.53	49.09	48.94	47.59	46.27
Fs	3.67	4.61	3.41	4.18	3.57	7.45	7.97
Mg#	93.34	91.51	93.75	92.99	94.16	94.73	94.77
Cr#	0.18	0.18	0.21	0.19	0.20	0.20	0.19

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-37**	**HT15-38**	**HT15-39**	**HT15-40**	**HT15-41**	**HT15-42**	**HT15-43**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.17	0.14	0.20	0.16	0.34	0.35	0.05
MgO	17.88	17.64	17.98	17.89	23.77	25.33	34.33
Al_2O_3	2.35	2.28	2.23	2.44	1.34	2.14	2.57
SiO_2	52.43	52.09	52.23	53.77	57.70	52.11	55.79
K_2O	0.02		0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
CaO	24.64	24.51	23.92	22.80	13.50	11.07	0.91
TiO_2	0.06	0.12	0.06	0.04	0.00	0.05	0.00
Cr_2O_3	0.82	0.87	0.84	0.90	0.34	1.19	0.76
MnO	0.09	0.09	0.12	0.01	0.00	0.09	0.09
FeO	1.86	1.77	1.92	1.99	1.71	3.20	5.40
NiO				0.10	0.03	0.10	0.11
Toplam	**100.31**	**99.51**	**99.49**	**100.11**	**98.73**	**95.66**	**100.00**
Si	1.91	1.91	1.91	1.94	2.04	1.93	1.93
Al	0.10	0.10	0.10	0.10	0.06	0.09	0.10
Cr	0.02	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03	0.02
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.06	0.05	0.06	0.07	0.23	0.10	0.16
Fe(iii)	0.10	0.09	0.10	0.00	0.00	0.06	0.04
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.97	0.96	0.98	0.96	1.25	1.40	1.77
Ca	0.96	0.96	0.94	0.88	0.51	0.44	0.03
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.03	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.14**	**4.12**	**4.13**	**4.01**	**4.12**	**4.08**	**4.05**
Wo	45.89	46.44	45.16	45.95	25.61	21.99	1.68
En	46.35	46.50	47.25	50.16	62.75	69.99	88.46
Fs	7.76	7.06	7.59	3.89	11.64	8.02	9.86
Mg#	94.52	94.72	94.38	92.83	84.36	93.42	91.92
Cr#	0.19	0.20	0.20	0.20	0.14	0.27	0.16

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-44**	**HT15-45**	**HT15-46**	**HT15-47**	**HT15-48**	**HT15-49**	**HT15-50**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.19	0.16	0.18	0.16	0.16	0.20	0.16
MgO	18.19	17.48	17.95	17.43	17.44	18.19	17.62
Al_2O_3	1.68	2.17	2.14	2.19	2.32	2.44	2.35
SiO_2	54.08	53.12	52.81	53.51	53.05	53.28	53.26
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
CaO	23.53	23.53	23.70	23.72	23.90	22.71	22.79
TiO_2	0.04	0.00	0.11	0.13	0.16	0.04	0.04
Cr_2O_3	0.57	0.96	0.74	0.87	0.90	0.94	1.14
MnO	0.04	0.11	0.06	0.11	0.11	0.04	0.10
FeO	1.81	1.81	2.06	1.59	2.00	2.03	1.95
NiO	0.14	0.06	0.00	0.00	0.10	0.10	0.10
Toplam	**100.27**	**99.40**	**99.74**	**99.72**	**100.13**	**99.96**	**99.50**
Si	1.96	1.94	1.93	1.94	1.93	1.93	1.94
Al	0.07	0.09	0.09	0.09	0.10	0.10	0.10
Cr	0.02	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.07
Fe(iii)	0.02	0.01	0.06	0.00	0.03	0.02	0.00
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.98	0.95	0.98	0.94	0.95	0.98	0.96
Ca	0.91	0.92	0.93	0.92	0.93	0.88	0.89
Na	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.03**	**4.02**	**4.08**	**4.00**	**4.04**	**4.03**	**4.01**
Wo	46.34	47.36	45.65	47.96	47.27	45.24	46.36
En	49.86	48.95	48.10	49.04	47.99	50.40	49.87
Fs	3.80	3.69	6.24	3.00	4.74	4.36	3.76
Mg#	94.71	94.53	93.98	94.56	93.98	94.13	93.27
Cr#	0.19	0.23	0.19	0.21	0.21	0.20	0.25

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-51**	**HT16-24**	**HT16-25**	**HT16-26**	**HT16-27**	**HT16-28**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut 3**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.23	0.18	0.15	0.22	0.17	0.46
MgO	16.85	16.76	17.37	16.87	17.38	17.57
Al_2O_3	2.42	4.13	3.23	3.96	3.47	4.18
SiO_2	52.43	50.44	51.35	50.61	52.00	50.52
K_2O	0.00					0.00
CaO	24.31	23.86	24.21	24.33	24.78	23.18
TiO_2	0.00	0.10	0.10	0.07	0.03	0.06
Cr_2O_3	0.89	1.30	0.78	0.74	0.79	0.90
MnO	0.11	0.13	0.08	0.12	0.09	0.08
FeO	1.70	2.15	2.16	2.34	2.14	2.14
NiO	0.13					
Toplam	**99.07**	**99.04**	**99.43**	**99.24**	**100.85**	**99.10**
Si	1.93	1.86	1.89	1.87	1.88	1.86
Al	0.10	0.18	0.14	0.17	0.15	0.18
Cr	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.03
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(ii)	0.05	0.07	0.07	0.07	0.06	0.07
Fe(iii)	0.04	0.10	0.10	0.13	0.11	0.15
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.92	0.92	0.95	0.93	0.94	0.96
Ca	0.96	0.94	0.95	0.96	0.96	0.91
Na	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.06**	**4.13**	**4.14**	**4.17**	**4.14**	**4.20**
Wo	48.40	46.45	45.90	46.00	46.38	43.63
En	46.68	45.41	45.83	44.39	45.26	46.02
Fs	4.92	8.14	8.27	9.61	8.36	10.35
Mg#	94.67	93.34	93.52	92.85	93.60	93.67
Cr#	0.20	0.17	0.14	0.11	0.13	0.13

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT17-6**	**HT17-7**	**HT17-8**	**HT17-9**	**HT17-10**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**	**Cpx**
Na_2O	0.19	0.26	0.23	0.19	0.28
MgO	17.23	17.21	17.57	17.29	16.83
Al_2O_3	4.36	4.63	4.37	3.53	4.75
SiO_2	51.28	51.32	51.06	51.64	51.20
K_2O			0.01		0.00
CaO	24.14	24.00	23.11	24.40	24.06
TiO_2	0.11	0.11	0.19	0.12	0.16
Cr_2O_3	0.82	0.93	0.93	0.56	1.06
MnO	0.10	0.11	0.10	0.09	0.11
FeO	2.21	2.42	2.46	2.16	2.26
NiO					
Toplam	**100.42**	**101.00**	**100.01**	**99.98**	**100.71**
Si	1.86	1.86	1.86	1.89	1.86
Al	0.19	0.20	0.19	0.15	0.20
Cr	0.02	0.03	0.03	0.02	0.03
Ti	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe(ii)	0.07	0.07	0.07	0.07	0.07
Fe(iii)	0.10	0.11	0.10	0.10	0.09
Mn	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Mg	0.93	0.93	0.96	0.94	0.91
Ca	0.94	0.93	0.90	0.95	0.94
Na	0.01	0.02	0.02	0.01	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**4.14**	**4.15**	**4.13**	**4.13**	**4.12**
Wo	45.96	45.50	44.35	46.22	46.52
En	45.66	45.38	46.92	45.57	45.28
Fs	8.39	9.12	8.72	8.22	8.20
Mg#	93.34	92.76	92.77	93.49	93.06
Cr#	0.11	0.12	0.12	0.10	0.13

Örnek	**HT2C-1**	**HT2C-2**	**HT2C-3**	**HT2C-4**	**HT2C-5**	**HT2C-6**	**HT2C-7**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.04	0.04	0.03	0.03	0.02	0.00	0.03
TiO_2	0.14	0.14	0.15	0.14	0.15	0.16	0.13
Al_2O_3	9.19	9.32	9.35	9.29	9.24	9.43	9.55
Cr_2O_3	61.46	61.82	61.76	61.97	61.40	61.22	61.17
Na_2O	0.00	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00	0.04
FeO	14.68	14.71	14.78	14.47	14.96	15.35	15.30
MnO	0.32	0.20	0.21	0.22	0.29	0.21	0.31
MgO	14.39	14.19	14.43	14.26	14.29	14.26	13.81
CaO	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.03
NiO	0.10	0.14	0.08	0.10	0.11	0.05	0.04
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Toplam	**100.32**	**100.57**	**100.83**	**100.51**	**100.45**	**100.68**	**100.40**
Si	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01
Ti	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Al	2.78	2.81	2.81	2.80	2.79	2.84	2.89
Cr	12.45	12.51	12.45	12.54	12.43	12.36	12.41
Na	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02
Fe(iii)	0.69	0.61	0.67	0.58	0.71	0.74	0.64
Fe(ii)	2.45	2.54	2.48	2.51	2.49	2.54	2.65
Mn	0.07	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05	0.07
Mg	5.50	5.42	5.48	5.44	5.45	5.43	5.28
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Ni	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.82	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.81
Mg#	0.69	0.68	0.69	0.68	0.69	0.68	0.67
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	9.99	10.05	10.06	10.04	10.02	10.10	10.15
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.25	0.23	0.26	0.25	0.26	0.27	0.23
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.37	1.36	1.36	1.36	1.36	1.36	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT2C-8**	**HT2C-9**	**HT2C-10**	**HT2C-11**	**HT2C-12**	**HT2C-13**	**HT2C-14**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.05	0.00	0.00	0.06	0.04	0.00	0.03
TiO_2	0.13	0.17	0.14	0.17	0.13	0.14	0.14
Al_2O_3	9.32	8.82	9.03	9.62	9.30	9.12	9.22
Cr_2O_3	61.59	61.27	61.66	61.46	61.58	61.77	61.75
Na_2O	0.00	0.05	0.03	0.01	0.01	0.00	0.07
FeO	14.82	14.95	15.06	14.76	15.16	14.74	15.14
MnO	0.19	0.29	0.22	0.21	0.21	0.19	0.25
MgO	14.24	14.09	14.25	14.57	14.52	14.37	14.21
CaO	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00
NiO	0.14	0.12	0.09	0.09	0.15	0.18	0.13
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00
Toplam	**100.48**	**99.76**	**100.50**	**100.95**	**101.13**	**100.50**	**100.94**
Si	0.01	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01
Ti	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03
Al	2.81	2.69	2.73	2.88	2.78	2.75	2.77
Cr	12.47	12.51	12.49	12.35	12.37	12.50	12.45
Na	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01	0.00	0.03
Fe(iii)	0.64	0.73	0.73	0.68	0.78	0.69	0.71
Fe(ii)	2.53	2.50	2.50	2.46	2.45	2.46	2.52
Mn	0.04	0.06	0.05	0.04	0.05	0.04	0.05
Mg	5.44	5.43	5.44	5.52	5.50	5.49	5.40
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.04	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.82	0.82	0.82	0.81	0.82	0.82	0.82
Mg#	0.68	0.68	0.69	0.69	0.69	0.69	0.68
Al_2O_3 (Melt)	10.05	9.83	9.92	10.18	10.04	9.96	10.01
TiO2 (Melt)	0.23	0.29	0.24	0.28	0.22	0.23	0.24
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.36	1.38	1.37	1.35	1.37	1.37	1.37

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT2C-15**	**HT3A-16**	**HT3A-17**	**HT3A-18**	**HT3A-19**	**HT3A-20**	**HT3A-21**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.01
TiO_2	0.15	0.14	0.13	0.15	0.17	0.14	0.16
Al_2O_3	9.42	9.42	9.40	9.23	9.30	9.59	9.22
Cr_2O_3	60.81	61.87	61.80	61.43	61.97	61.00	62.33
Na_2O	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
FeO	15.40	14.35	13.58	14.13	13.63	14.11	13.60
MnO	0.28	0.17	0.19	0.25	0.20	0.19	0.23
MgO	14.04	14.71	15.07	14.76	14.67	14.80	15.00
CaO	0.02	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00
NiO	0.08	0.24	0.13	0.13	0.12	0.12	0.16
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Toplam	**100.21**	**100.91**	**100.36**	**100.08**	**100.08**	**99.98**	**100.71**
Si	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03
Al	2.85	2.82	2.82	2.79	2.81	2.89	2.76
Cr	12.35	12.43	12.45	12.44	12.56	12.34	12.54
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe(iii)	0.73	0.69	0.66	0.72	0.57	0.71	0.63
Fe(ii)	2.57	2.36	2.23	2.31	2.35	2.30	2.26
Mn	0.06	0.04	0.04	0.05	0.04	0.04	0.05
Mg	5.38	5.58	5.72	5.64	5.61	5.65	5.69
Ca	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.02	0.05	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.81	0.82	0.82	0.82	0.82	0.81	0.82
Mg#	0.68	0.70	0.72	0.71	0.70	0.71	0.72
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.10	10.10	10.09	10.01	10.04	10.17	10.01
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.25	0.24	0.23	0.26	0.28	0.24	0.27
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.36	1.36	1.36	1.37	1.36	1.36	1.36

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT3A-22**	**HT3A-23**	**HT3A-24**	**HT3A-25**	**HT3A-26**	**HT3A-27**	**HT3A-28**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.02	0.01	0.02	0.00	0.34	0.01	0.00
TiO_2	0.14	0.15	0.17	0.13	0.14	0.15	0.16
Al_2O_3	9.43	9.24	9.61	9.14	9.37	9.16	9.37
Cr_2O_3	61.74	62.16	60.72	61.75	61.06	61.54	60.47
Na_2O	0.01	0.02	0.02	0.00	0.03	0.00	0.03
FeO	13.83	13.57	14.22	13.74	13.05	13.50	13.23
MnO	0.26	0.25	0.24	0.30	0.21	0.17	0.23
MgO	14.78	14.90	14.15	14.96	15.09	15.09	14.67
CaO	0.02	0.00	0.01	0.02	0.14	0.02	0.06
NiO	0.16	0.23	0.18	0.22	0.15	0.11	0.13
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Toplam	**100.39**	**100.54**	**99.34**	**100.26**	**99.58**	**99.75**	**98.36**
Si	0.01	0.00	0.01	0.00	0.09	0.00	0.00
Ti	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
Al	2.84	2.78	2.93	2.75	2.83	2.77	2.87
Cr	12.46	12.53	12.41	12.47	12.37	12.47	12.43
Na	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Fe(iii)	0.64	0.64	0.59	0.72	0.58	0.70	0.64
Fe(ii)	2.31	2.26	2.48	2.21	2.22	2.20	2.24
Mn	0.06	0.05	0.05	0.06	0.05	0.04	0.05
Mg	5.62	5.66	5.45	5.70	5.76	5.77	5.68
Ca	0.01	0.00	0.00	0.01	0.04	0.01	0.02
Ni	0.03	0.05	0.04	0.05	0.03	0.02	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.81	0.82	0.81	0.82	0.81	0.82	0.81
Mg#	0.71	0.72	0.69	0.72	0.72	0.72	0.72
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.10	10.02	10.18	9.97	10.07	9.98	10.07
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.24	0.26	0.28	0.23	0.24	0.26	0.27
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.36	1.36	1.35	1.37	1.35	1.37	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT3A-29**	**HT4A-1**	**HT4A-2**	**HT4A-3**	**HT4A-4**	**HT4A-5**	**HT4A-6**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.05	0.00	0.01	0.01	0.00	0.05	0.00
TiO_2	0.14	0.18	0.14	0.15	0.17	0.15	0.13
Al_2O_3	9.08	9.95	9.77	10.01	9.84	9.78	9.73
Cr_2O_3	60.86	60.26	60.05	59.61	59.91	59.65	60.11
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01
FeO	13.63	17.63	18.11	18.65	18.62	19.02	18.38
MnO	0.20	0.33	0.32	0.24	0.36	0.33	0.34
MgO	14.97	12.30	12.17	12.00	12.07	11.87	11.89
CaO	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
NiO	0.17	0.11	0.10	0.10	0.05	0.10	0.11
K_2O	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Toplam	**99.13**	**100.75**	**100.67**	**100.80**	**101.04**	**100.95**	**100.69**
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ti	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.02
Al	2.76	3.03	2.98	3.05	2.99	2.98	2.97
Cr	12.41	12.30	12.29	12.18	12.22	12.19	12.32
Na	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.74	0.60	0.68	0.71	0.72	0.74	0.66
Fe(ii)	2.20	3.20	3.24	3.32	3.30	3.37	3.33
Mn	0.04	0.07	0.07	0.05	0.08	0.07	0.07
Mg	5.76	4.74	4.70	4.62	4.64	4.58	4.60
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.04	0.02	0.02	0.02	0.01	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.82	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81
Mg#	0.72	0.60	0.59	0.58	0.58	0.58	0.58
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	9.94	10.32	10.25	10.35	10.28	10.25	10.23
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.24	0.29	0.24	0.25	0.29	0.25	0.22
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.37	1.34	1.35	1.34	1.35	1.35	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT4A-7**	**HT4A-8**	**HT4A-9**	**HT4A-10**	**HT4A-11**	**HT4A-12**	**HT4A-13**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
TiO_2	0.18	0.13	0.16	0.17	0.13	0.15	0.15
Al_2O_3	9.99	9.80	9.78	9.98	9.95	10.05	9.72
Cr_2O_3	59.34	60.30	59.62	59.67	59.93	59.96	59.74
Na_2O	0.00	0.04	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
FeO	18.74	17.98	18.58	18.83	18.10	18.08	19.50
MnO	0.31	0.29	0.36	0.26	0.38	0.36	0.33
MgO	11.74	12.29	12.19	11.83	12.33	12.23	11.49
CaO	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
NiO	0.06	0.16	0.11	0.05	0.13	0.16	0.04
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Toplam	**100.36**	**101.02**	**100.78**	**100.78**	**100.99**	**101.02**	**100.97**
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Al	3.06	2.97	2.98	3.05	3.02	3.05	2.97
Cr	12.20	12.28	12.18	12.21	12.20	12.21	12.25
Na	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.67	0.69	0.78	0.68	0.72	0.68	0.72
Fe(ii)	3.41	3.18	3.23	3.40	3.18	3.22	3.51
Mn	0.07	0.06	0.08	0.06	0.08	0.08	0.07
Mg	4.55	4.72	4.70	4.57	4.73	4.70	4.44
Ca	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.01	0.03	0.02	0.01	0.03	0.03	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.80	0.81	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80
Mg#	0.57	0.60	0.59	0.57	0.60	0.59	0.56
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.34	10.26	10.25	10.34	10.33	10.37	10.23
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.29	0.23	0.26	0.28	0.23	0.25	0.26
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.34	1.35	1.35	1.34	1.34	1.34	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT4A-14**	**HT4A-15**	**HT4A-16**	**HT4A-17**	**HT4A-18**	**HT4A-19**	**HT4A-20**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**SP**	**SP**	**SP**	**SP**	**SP**	**SP**	**SP**
SiO_2	0.01	0.01	0.04	0.03	0.00	0.02	0.00
TiO_2	0.14	0.17	0.13	0.12	0.13	0.15	0.15
Al_2O_3	9.86	9.70	9.71	9.80	9.95	9.74	9.60
Cr_2O_3	59.97	59.89	59.84	60.04	59.54	60.21	59.77
Na_2O	0.00	0.01	0.00	0.02	0.04	0.01	0.00
FeO	19.09	18.14	18.07	17.90	18.93	18.27	18.93
MnO	0.35	0.40	0.30	0.37	0.27	0.35	0.33
MgO	11.49	12.05	12.15	12.41	11.69	11.86	11.77
CaO	0.04	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
NiO	0.06	0.15	0.10	0.07	0.09	0.04	0.11
K_2O	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	**101.01**	**100.54**	**100.36**	**100.76**	**100.63**	**100.66**	**100.66**
Si	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00
Ti	0.03	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.03
Al	3.01	2.96	2.97	2.98	3.04	2.98	2.94
Cr	12.28	12.28	12.28	12.25	12.21	12.35	12.27
Na	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.00
Fe(iii)	0.65	0.69	0.68	0.71	0.70	0.61	0.73
Fe(ii)	3.49	3.25	3.24	3.15	3.41	3.35	3.38
Mn	0.08	0.09	0.07	0.08	0.06	0.08	0.07
Mg	4.44	4.66	4.70	4.77	4.52	4.59	4.56
Ca	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.01	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.80	0.81	0.81	0.80	0.80	0.81	0.81
Mg#	0.56	0.59	0.59	0.60	0.57	0.58	0.57
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.29	10.22	10.22	10.26	10.33	10.23	10.17
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.24	0.29	0.23	0.22	0.22	0.25	0.26
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.34	1.35	1.35	1.35	1.34	1.34	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT5A-1**	**HT5A-2**	**HT5A-3**	**HT5A-4**	**HT5A-5**	**HT5A-6**	**HT5A-7**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01	0.07	0.04
TiO_2	0.17	0.15	0.19	0.16	0.17	0.17	0.14
Al_2O_3	17.71	17.60	17.46	17.73	17.20	16.95	17.75
Cr_2O_3	52.88	53.65	53.78	54.21	54.91	54.51	54.32
Na_2O	0.01	0.07	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02
FeO	18.50	16.46	16.75	16.02	15.97	15.94	15.74
MnO	0.40	0.29	0.29	0.28	0.22	0.28	0.26
MgO	10.85	12.48	12.48	12.67	12.90	12.88	12.32
CaO	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.03
NiO	0.10	0.07	0.10	0.07	0.03	0.00	0.03
K_2O	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**100.67**	**100.76**	**101.05**	**101.14**	**101.41**	**100.83**	**100.66**
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
Ti	0.03	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03
Al	5.28	5.18	5.13	5.20	5.04	4.99	5.24
Cr	10.57	10.60	10.61	10.66	10.78	10.76	10.75
Na	0.00	0.03	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01
Fe(iii)	0.08	0.17	0.19	0.07	0.11	0.15	0.00
Fe(ii)	3.83	3.27	3.31	3.26	3.20	3.18	3.30
Mn	0.09	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06
Mg	4.09	4.65	4.64	4.70	4.78	4.80	4.60
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ni	0.02	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.67	0.67	0.67	0.67	0.68	0.68	0.67
Mg#	0.52	0.59	0.58	0.59	0.60	0.60	0.58
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	13.10	13.07	13.03	13.11	12.95	12.87	13.12
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.28	0.25	0.31	0.28	0.29	0.28	0.24
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.13	1.14	1.14	1.13	1.15	1.15	1.13

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT5A-8**	**HT5A-9**	**HT5A-10**	**HT6-1**	**HT6-2**	**HT6-3**	**HT6-4**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.02	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.05
TiO_2	0.20	0.15	0.19	0.10	0.12	0.10	0.12
Al_2O_3	17.32	18.38	17.10	11.95	11.85	12.00	12.14
Cr_2O_3	54.22	53.29	54.25	58.23	58.29	57.90	58.24
Na_2O	0.06	0.00	0.00	0.05	0.03	0.00	0.02
FeO	16.35	16.05	16.66	17.23	18.08	18.28	16.95
MnO	0.30	0.32	0.29	0.25	0.30	0.28	0.27
MgO	12.41	12.43	12.10	11.83	11.53	11.43	12.01
CaO	0.03	0.00	0.01	0.05	0.00	0.04	0.03
NiO	0.09	0.09	0.10	0.08	0.07	0.06	0.08
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Toplam	**101.00**	**100.72**	**100.68**	**99.78**	**100.30**	**100.13**	**99.91**
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Ti	0.04	0.03	0.04	0.02	0.02	0.02	0.02
Al	5.10	5.40	5.07	3.65	3.61	3.66	3.70
Cr	10.71	10.51	10.78	11.92	11.91	11.85	11.89
Na	0.03	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00	0.01
Fe(iii)	0.11	0.03	0.08	0.39	0.41	0.43	0.34
Fe(ii)	3.30	3.32	3.42	3.34	3.50	3.53	3.32
Mn	0.06	0.07	0.06	0.05	0.07	0.06	0.06
Mg	4.62	4.62	4.54	4.57	4.44	4.41	4.62
Ca	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.01
Ni	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.68	0.66	0.68	0.77	0.77	0.76	0.76
Mg#	0.58	0.58	0.57	0.58	0.56	0.56	0.58
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	12.99	13.31	12.92	11.14	11.10	11.16	11.21
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.33	0.26	0.31	0.18	0.22	0.18	0.21
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.14	1.11	1.14	1.27	1.28	1.27	1.27

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT6-5**	**HT6-6**	**HT6-7**	**HT6-8**	**HT6-9**	**HT6-10**	**HT7-1**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Çin**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.04	0.03	0.04	0.01	0.00	0.04	0.05
TiO_2	0.13	0.11	0.11	0.10	0.13	0.14	0.15
Al_2O_3	11.37	12.26	11.77	12.01	11.60	12.02	9.87
Cr_2O_3	58.68	57.29	58.33	58.09	58.44	57.86	61.18
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.04	0.07	0.00	0.00
FeO	18.29	17.79	17.79	18.26	17.38	18.29	14.88
MnO	0.27	0.30	0.28	0.26	0.26	0.35	0.25
MgO	11.35	11.13	11.71	10.97	11.62	11.16	13.96
CaO	0.00	0.00	0.01	0.01	0.06	0.02	0.02
NiO	0.07	0.09	0.02	0.02	0.08	0.08	0.12
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**100.20**	**99.00**	**100.06**	**99.77**	**99.63**	**99.95**	**100.48**
Si	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01
Ti	0.03	0.02	0.02	0.02	0.03	0.03	0.03
Al	3.48	3.78	3.59	3.69	3.55	3.68	2.98
Cr	12.05	11.86	11.94	11.97	12.01	11.89	12.38
Na	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00
Fe(iii)	0.41	0.30	0.40	0.30	0.38	0.36	0.55
Fe(ii)	3.57	3.60	3.45	3.67	3.40	3.61	2.63
Mn	0.06	0.07	0.06	0.06	0.06	0.08	0.05
Mg	4.39	4.35	4.52	4.26	4.50	4.32	5.33
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.00
Ni	0.01	0.02	0.00	0.00	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.78	0.76	0.77	0.76	0.77	0.76	0.81
Mg#	0.55	0.55	0.57	0.54	0.57	0.54	0.67
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.91	11.26	11.07	11.16	11.00	11.16	10.29
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.23	0.19	0.20	0.18	0.23	0.23	0.25
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.29	1.26	1.28	1.26	1.28	1.27	1.34

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT7-2**	**HT7-3**	**HT7-4**	**HT7-5**	**HT7-6**	**HT7-7**	**HT7-8**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.05	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
TiO_2	0.13	0.15	0.14	0.12	0.15	0.15	0.17
Al_2O_3	9.55	9.46	9.60	9.49	9.64	9.53	9.77
Cr_2O_3	61.18	61.61	61.31	61.31	61.33	61.03	60.99
Na_2O	0.00	0.00	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00
FeO	14.76	14.84	15.23	15.08	15.07	15.23	15.41
MnO	0.26	0.21	0.24	0.27	0.30	0.27	0.25
MgO	13.76	13.97	13.80	13.72	13.92	13.62	13.53
CaO	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
NiO	0.07	0.07	0.13	0.09	0.13	0.04	0.14
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	**99.76**	**100.31**	**100.46**	**100.11**	**100.54**	**99.88**	**100.25**
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
Al	2.91	2.86	2.90	2.88	2.91	2.90	2.96
Cr	12.49	12.51	12.44	12.49	12.42	12.46	12.41
Na	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.52	0.57	0.61	0.58	0.61	0.57	0.56
Fe(ii)	2.67	2.62	2.66	2.67	2.62	2.72	2.76
Mn	0.06	0.05	0.05	0.06	0.07	0.06	0.05
Mg	5.30	5.35	5.28	5.27	5.32	5.25	5.19
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.02	0.01	0.03	0.02	0.03	0.01	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81
Mg#	0.67	0.67	0.66	0.66	0.67	0.66	0.65
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.15	10.11	10.17	10.13	10.19	10.14	10.25
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.23	0.26	0.24	0.22	0.25	0.26	0.28
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.34	1.35	1.35	1.35	1.35	1.35	1.34

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT7-9**	**HT7-10**	**HT7-11**	**HT7-12**	**HT7-13**	**HT7-14**	**HT7-15**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.03	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.03
TiO_2	0.16	0.17	0.13	0.11	0.16	0.16	0.13
Al_2O_3	9.97	9.42	9.52	9.59	9.41	10.51	9.54
Cr_2O_3	61.22	61.13	61.59	61.09	61.54	60.65	61.18
Na_2O	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.02	0.00
FeO	15.03	15.30	14.88	14.64	14.54	15.01	15.39
MnO	0.27	0.27	0.27	0.25	0.29	0.29	0.21
MgO	13.50	13.60	13.84	13.78	13.66	13.96	13.64
CaO	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
NiO	0.05	0.04	0.15	0.14	0.08	0.08	0.08
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**100.22**	**99.94**	**100.40**	**99.65**	**99.73**	**100.67**	**100.21**
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ti	0.03	0.03	0.03	0.02	0.03	0.03	0.03
Al	3.02	2.87	2.88	2.92	2.87	3.16	2.90
Cr	12.46	12.49	12.50	12.48	12.58	12.22	12.46
Na	0.00	0.00	0.01	0.01	0.02	0.01	0.00
Fe(iii)	0.44	0.58	0.57	0.54	0.48	0.56	0.58
Fe(ii)	2.79	2.73	2.62	2.62	2.67	2.64	2.73
Mn	0.06	0.06	0.06	0.05	0.06	0.06	0.05
Mg	5.18	5.24	5.30	5.31	5.27	5.30	5.24
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.80	0.81	0.81	0.81	0.81	0.79	0.81
Mg#	0.65	0.66	0.67	0.67	0.66	0.67	0.66
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.33	10.10	10.14	10.17	10.09	10.56	10.15
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.27	0.28	0.23	0.20	0.27	0.27	0.23
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.33	1.35	1.35	1.34	1.35	1.32	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**Ht9-1**	**Ht9-2**	**Ht9-3**	**Ht9-4**	**Ht9-5**	**Ht9-6**	**Ht9-7**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.02	0.02	0.02	0.00	0.02	0.02	0.00
TiO_2	0.17	0.18	0.16	0.18	0.17	0.18	0.16
Al_2O_3	10.04	10.29	9.78	10.29	10.21	10.04	9.59
Cr_2O_3	59.85	59.97	60.28	60.04	59.92	60.14	60.19
Na_2O	0.03	0.04	0.05	0.09	0.00	0.00	0.00
FeO	16.75	16.91	16.70	16.72	16.99	16.50	16.80
MnO	0.29	0.25	0.27	0.28	0.29	0.23	0.23
MgO	12.67	12.71	12.41	12.85	12.64	12.90	12.56
CaO	0.04	0.01	0.01	0.00	0.00	0.03	0.04
NiO	0.07	0.01	0.08	0.09	0.07	0.11	0.00
K_2O	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00
Toplam	**99.94**	**100.38**	**99.77**	**100.55**	**100.30**	**100.16**	**99.57**
Si	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.00
Ti	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03
Al	3.07	3.13	3.00	3.12	3.11	3.06	2.95
Cr	12.26	12.22	12.41	12.20	12.24	12.29	12.41
Na	0.01	0.02	0.02	0.05	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.59	0.57	0.52	0.61	0.58	0.58	0.58
Fe(ii)	3.04	3.08	3.12	2.98	3.09	2.99	3.08
Mn	0.06	0.05	0.06	0.06	0.06	0.05	0.05
Mg	4.90	4.89	4.81	4.93	4.87	4.97	4.88
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Ni	0.01	0.00	0.02	0.02	0.01	0.02	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.80	0.80	0.81	0.80	0.80	0.80	0.81
Mg#	0.62	0.61	0.61	0.62	0.61	0.62	0.61
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.36	10.47	10.25	10.47	10.44	10.36	10.17
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.29	0.30	0.27	0.30	0.28	0.30	0.26
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.33	1.33	1.34	1.33	1.33	1.33	1.34

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT9-8**	**HT9-9**	**HT9-10**	**HT9-11**	**HT9-12**	**HT9-13**	**HT9-14**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.05	0.03	0.00	0.04	0.00	0.00	0.03
TiO_2	0.17	0.18	0.21	0.18	0.18	0.16	0.18
Al_2O_3	9.82	10.16	10.25	10.10	10.02	10.18	10.36
Cr_2O_3	60.30	59.76	59.65	59.60	59.83	59.29	59.34
Na_2O	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02	0.00
FeO	16.67	16.62	16.68	16.79	16.72	16.82	17.27
MnO	0.34	0.28	0.30	0.35	0.32	0.36	0.29
MgO	12.76	13.02	12.90	12.77	13.01	12.64	12.60
CaO	0.00	0.00	0.01	0.06	0.00	0.00	0.00
NiO	0.04	0.04	0.10	0.02	0.11	0.06	0.10
K_2O	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Toplam	**100.16**	**100.11**	**100.10**	**99.91**	**100.21**	**99.52**	**100.17**
Si	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Ti	0.03	0.04	0.04	0.04	0.04	0.03	0.03
Al	3.00	3.09	3.12	3.08	3.05	3.12	3.16
Cr	12.34	12.19	12.18	12.20	12.21	12.19	12.13
Na	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00
Fe(iii)	0.57	0.63	0.62	0.62	0.67	0.63	0.63
Fe(ii)	3.04	2.96	2.98	3.01	2.93	3.03	3.10
Mn	0.07	0.06	0.07	0.08	0.07	0.08	0.06
Mg	4.92	5.01	4.97	4.93	5.01	4.90	4.86
Ca	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Ni	0.01	0.01	0.02	0.00	0.02	0.01	0.02
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.79
Mg#	0.62	0.63	0.62	0.62	0.63	0.62	0.61
Al_2O_3 (Melt)	10.27	10.42	10.45	10.39	10.36	10.42	10.50
TiO2 (Melt)	0.28	0.30	0.34	0.30	0.30	0.27	0.29
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.34	1.33	1.33	1.33	1.34	1.33	1.33

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT9-15**	**HT9-16**	**HT9-17**	**HT9-18**	**HT9-19**	**HT9-20**	**HT10C-1**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Paşa**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.04	0.00
TiO_2	0.19	0.17	0.18	0.17	0.20	0.18	0.14
Al_2O_3	10.23	10.15	9.97	10.06	9.98	10.04	9.53
Cr_2O_3	59.43	59.71	59.73	59.94	59.70	59.90	61.71
Na_2O	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
FeO	16.92	16.93	16.85	17.27	16.64	17.19	14.12
MnO	0.35	0.29	0.27	0.28	0.33	0.31	0.19
MgO	12.48	12.72	12.64	12.69	12.72	12.49	14.39
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.04	0.00
NiO	0.09	0.05	0.09	0.09	0.13	0.08	0.19
K_2O	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Toplam	**99.72**	**100.05**	**99.71**	**100.52**	**99.71**	**100.29**	**100.28**
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ti	0.04	0.03	0.04	0.03	0.04	0.03	0.03
Al	3.13	3.10	3.05	3.06	3.05	3.06	2.88
Cr	12.21	12.21	12.28	12.22	12.26	12.25	12.50
Na	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.58	0.62	0.60	0.65	0.60	0.59	0.57
Fe(ii)	3.10	3.04	3.06	3.08	3.01	3.13	2.45
Mn	0.08	0.06	0.06	0.06	0.07	0.07	0.04
Mg	4.84	4.91	4.90	4.88	4.93	4.82	5.50
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
Ni	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02	0.04
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.80	0.81
Mg#	0.61	0.62	0.62	0.61	0.62	0.61	0.69
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.45	10.41	10.33	10.37	10.34	10.37	10.14
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.31	0.28	0.30	0.29	0.32	0.29	0.24
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.33	1.33	1.34	1.34	1.34	1.33	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT10C-2**	**HT10C-3**	**HT10C-4**	**HT10C-5**	**HT10C-6**	**HT10C-7**	**HT10C-8**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.04	0.03	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
TiO_2	0.13	0.14	0.15	0.13	0.13	0.17	0.15
Al_2O_3	9.59	9.38	9.66	9.45	9.13	9.31	9.57
Cr_2O_3	61.44	61.58	60.94	61.64	61.82	61.87	61.44
Na_2O	0.00	0.02	0.02	0.01	0.01	0.02	0.00
FeO	14.45	14.35	14.34	14.12	14.27	14.26	14.44
MnO	0.21	0.27	0.23	0.26	0.22	0.24	0.25
MgO	14.41	14.16	14.33	14.04	14.33	14.14	14.30
CaO	0.00	0.00	0.00	0.04	0.03	0.02	0.01
NiO	0.08	0.14	0.07	0.11	0.10	0.11	0.07
K_2O	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	**100.35**	**100.07**	**99.75**	**99.79**	**100.03**	**100.14**	**100.23**
Si	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Al	2.89	2.84	2.93	2.87	2.77	2.82	2.89
Cr	12.43	12.52	12.39	12.57	12.57	12.57	12.45
Na	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Fe(iii)	0.61	0.58	0.62	0.51	0.62	0.55	0.60
Fe(ii)	2.48	2.51	2.46	2.53	2.45	2.52	2.50
Mn	0.05	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05	0.06
Mg	5.50	5.43	5.49	5.40	5.49	5.42	5.46
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
Ni	0.02	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.81	0.82	0.81	0.81	0.82	0.82	0.81
Mg#	0.69	0.68	0.69	0.68	0.69	0.68	0.69
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.17	10.08	10.20	10.11	9.97	10.04	10.16
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.23	0.24	0.25	0.23	0.23	0.28	0.26
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.35	1.35	1.35	1.35	1.36	1.35	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT10C-9**	**HT10C-10**	**HT10C-11**	**HT10C-12**	**HT10C-13**	**HT10C-14**	**HT10C-15**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.02	0.05	0.00	0.00	0.01	0.00	0.02
TiO_2	0.15	0.15	0.13	0.10	0.14	0.13	0.12
Al_2O_3	9.59	9.59	9.62	9.60	9.42	10.43	9.52
Cr_2O_3	61.21	60.87	61.82	61.22	61.23	60.17	61.11
Na_2O	0.05	0.01	0.03	0.00	0.03	0.00	0.04
FeO	14.39	14.66	14.12	14.27	14.30	14.41	14.17
MnO	0.26	0.27	0.19	0.32	0.21	0.25	0.17
MgO	14.27	14.25	14.11	14.30	14.44	14.51	14.35
CaO	0.00	0.01	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00
NiO	0.09	0.08	0.10	0.18	0.12	0.05	0.07
K_2O	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**100.02**	**99.95**	**100.13**	**100.00**	**99.90**	**99.94**	**99.57**
Si	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ti	0.03	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02	0.02
Al	2.90	2.90	2.91	2.90	2.85	3.14	2.89
Cr	12.42	12.36	12.55	12.43	12.43	12.16	12.44
Na	0.02	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.02
Fe(iii)	0.61	0.65	0.49	0.63	0.66	0.65	0.61
Fe(ii)	2.48	2.50	2.55	2.44	2.41	2.43	2.45
Mn	0.06	0.06	0.04	0.07	0.05	0.05	0.04
Mg	5.46	5.46	5.40	5.47	5.53	5.53	5.51
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.02	0.02	0.02	0.04	0.03	0.01	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.79	0.81
Mg#	0.69	0.69	0.68	0.69	0.70	0.69	0.69
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.17	10.17	10.18	10.17	10.10	10.53	10.14
$TiO2_{\ (Melt)}$	0.25	0.26	0.23	0.18	0.25	0.22	0.22
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.35	1.35	1.34	1.35	1.36	1.33	1.35

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT10C-16**	**HT10C-17**	**HT10C-18**	**HT10C-19**	**HT10C-20**	**HT5C-1**	**HT5C-2**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Kocayatak**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.00	0.00	0.09	0.00	0.00	0.06	0.03
TiO_2	0.14	0.13	0.14	0.14	0.15	0.17	0.16
Al_2O_3	9.60	9.55	9.53	9.63	9.62	11.90	12.01
Cr_2O_3	61.21	61.77	60.97	61.83	61.62	57.82	57.45
Na_2O	0.02	0.01	0.06	0.01	0.00	0.03	0.04
FeO	14.40	14.14	14.66	14.52	14.15	17.77	17.37
MnO	0.21	0.17	0.14	0.23	0.20	0.25	0.35
MgO	14.07	13.88	14.42	13.80	14.18	12.38	12.72
CaO	0.00	0.01	0.02	0.02	0.00	0.03	0.04
NiO	0.14	0.14	0.11	0.09	0.11	0.11	0.04
K_2O	0.00	0.02	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Toplam	**99.78**	**99.81**	**100.14**	**100.27**	**100.02**	**100.51**	**100.22**
Si	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.01	0.01
Ti	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03	0.03
Al	2.92	2.90	2.88	2.92	2.91	3.59	3.63
Cr	12.47	12.60	12.34	12.57	12.52	11.72	11.64
Na	0.01	0.01	0.03	0.00	0.00	0.02	0.02
Fe(iii)	0.56	0.44	0.68	0.46	0.51	0.59	0.66
Fe(ii)	2.54	2.61	2.46	2.66	2.53	3.22	3.06
Mn	0.04	0.04	0.03	0.05	0.04	0.05	0.08
Mg	5.40	5.34	5.51	5.29	5.43	4.73	4.86
Ca	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01
Ni	0.03	0.03	0.02	0.02	0.02	0.02	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.81	0.81	0.81	0.81	0.81	0.77	0.76
Mg#	0.68	0.67	0.69	0.67	0.68	0.60	0.61
Al_2O_3 (Melt)	10.17	10.15	10.14	10.19	10.18	11.12	11.16
TiO_2 (Melt)	0.24	0.23	0.24	0.24	0.26	0.28	0.27
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.35	1.34	1.36	1.34	1.34	1.29	1.29

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT5C-3**	**HT5C-4**	**HT5C-5**	**HT5C-6**	**HT5C-7**	**HT5C-8**	**HT5C-9**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.04	0.02	0.00	0.00	0.03	0.03	0.04
TiO_2	0.19	0.18	0.17	0.17	0.20	0.20	0.21
Al_2O_3	12.08	12.13	12.30	12.46	11.90	12.49	11.69
Cr_2O_3	56.71	57.46	57.04	56.70	56.37	57.27	57.39
Na_2O	0.00	0.00	0.04	0.01	0.00	0.00	0.01
FeO	18.19	17.58	17.27	17.91	18.06	17.19	17.77
MnO	0.27	0.28	0.24	0.23	0.28	0.30	0.23
MgO	11.66	12.62	12.67	12.13	11.86	12.44	11.77
CaO	0.00	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00
NiO	0.10	0.05	0.05	0.11	0.08	0.07	0.12
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**99.24**	**100.33**	**99.79**	**99.74**	**98.79**	**100.00**	**99.24**
Si	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01
Ti	0.04	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.04
Al	3.71	3.66	3.73	3.79	3.66	3.78	3.59
Cr	11.68	11.64	11.59	11.57	11.64	11.63	11.83
Na	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.01
Fe(iii)	0.52	0.62	0.62	0.58	0.60	0.50	0.48
Fe(ii)	3.44	3.15	3.09	3.28	3.34	3.20	3.39
Mn	0.06	0.06	0.05	0.05	0.06	0.06	0.05
Mg	4.53	4.82	4.85	4.67	4.62	4.77	4.57
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Ni	0.02	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.76	0.76	0.76	0.75	0.76	0.75	0.77
Mg#	0.57	0.61	0.61	0.59	0.58	0.60	0.57
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	11.19	11.21	11.27	11.33	11.12	11.34	11.04
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.31	0.29	0.28	0.28	0.32	0.32	0.33
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.27	1.28	1.28	1.27	1.28	1.27	1.28

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT5C-10**	**H2-16**	**H2-17**	**H2-18**	**H2-19**	**H2-20**	**H1-15**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Yankoviç**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Kromit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.01	0.03	0.00	0.04	0.02	0.00	0.03
TiO_2	0.19	0.00	0.07	0.05	0.05	0.08	0.02
Al_2O_3	11.88	31.17	31.59	31.55	31.66	29.77	29.98
Cr_2O_3	56.79	38.04	37.00	39.14	38.09	40.74	39.13
Na_2O	0.00	0.00	0.02	0.04	0.02	0.03	
FeO	18.51	17.08	16.89	16.69	17.68	16.39	15.44
MnO	0.25	0.27	0.27	0.20	0.27	0.33	0.23
MgO	12.03	13.15	13.05	13.38	12.88	13.39	15.48
CaO	0.03						
NiO	0.02						
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	
Toplam	**99.70**	**99.74**	**98.88**	**101.09**	**100.66**	**100.74**	**100.31**
Si	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01
Ti	0.04	0.00	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00
Al	3.62	8.73	8.90	8.72	8.80	8.31	8.27
Cr	11.62	7.15	6.99	7.26	7.11	7.63	7.24
Na	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01	0.01	0.00
Fe(iii)	0.68	0.10	0.08	0.00	0.07	0.04	0.46
Fe(ii)	3.33	3.29	3.30	3.27	3.42	3.20	2.56
Mn	0.06	0.05	0.05	0.04	0.05	0.07	0.05
Mg	4.64	4.66	4.65	4.68	4.53	4.73	5.40
Ca	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.76	0.45	0.44	0.45	0.45	0.48	0.47
Mg#	0.58	0.59	0.59	0.59	0.57	0.60	0.68
Al_2O_3 (Melt)	11.11	16.55	16.64	16.64	16.66	16.24	16.29
TiO_2 (Melt)	0.31	0.00	0.03	0.01	0.01	0.02	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.29	0.84	0.81	0.80	0.79	0.83	0.86

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**H1-16**	**H1-17**	**H1-18**	**H1-19**	**H3-16**	**H3-17**	**H3-18**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2		0.01	0.03		0.04		
TiO_2	0.07	0.08	0.04	0.01	0.06	0.01	0.04
Al_2O_3	30.25	30.56	28.47	29.88	31.99	33.90	33.60
Cr_2O_3	38.40	39.24	40.81	40.08	36.19	35.70	35.72
Na_2O	0.00	0.01	0.01	0.01		0.02	0.02
FeO	14.73	14.70	14.13	14.45	17.44	16.40	16.53
MnO	0.15	0.25	0.20	0.20	0.27	0.23	0.27
MgO	15.72	15.92	15.84	16.26	13.81	14.06	14.17
CaO		0.01		0.02			
NiO							
K_2O			0.01			0.00	0.01
Toplam	**99.32**	**100.78**	**99.54**	**100.90**	**99.80**	**100.31**	**100.35**
Si	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00
Ti	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.00	0.01
Al	8.39	8.36	7.93	8.17	8.89	9.30	9.22
Cr	7.15	7.20	7.63	7.35	6.75	6.57	6.58
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01
Fe(iii)	0.44	0.40	0.41	0.47	0.33	0.12	0.19
Fe(ii)	2.46	2.45	2.39	2.33	3.11	3.07	3.02
Mn	0.03	0.05	0.04	0.04	0.05	0.04	0.05
Mg	5.52	5.51	5.58	5.62	4.85	4.88	4.92
Ca	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.46	0.46	0.49	0.47	0.43	0.41	0.42
Mg#	0.69	0.69	0.70	0.71	0.61	0.61	0.62
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	16.35	16.42	15.94	16.27	16.73	17.14	17.07
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.84	0.83	0.89	0.86	0.74	0.67	0.68

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**H3-19**	**H3-20**	**HT12-15**	**HT12-16**	**HT12-17**	**HT12-18**	**HT12-19**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**	**Harmancık Güneyi-Osmanlı**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.03		0.01	0.03	0.02	0.01	0.02
TiO_2	0.11	0.04	0.01		0.04	0.02	0.02
Al_2O_3	35.95	36.27	29.99	29.24	27.61	27.14	26.13
Cr_2O_3	33.93	33.35	40.00	40.93	40.66	41.00	41.99
Na_2O		0.02	0.00			0.05	
FeO	16.16	16.25	13.06	13.79	14.34	14.77	14.78
MnO	0.28	0.26	0.18	0.28	0.20	0.19	0.14
MgO	14.15	13.87	16.39	15.94	15.54	15.14	15.93
CaO				0.01			
NiO							
K_2O				0.00			
Toplam	**100.60**	**100.06**	**99.63**	**100.24**	**98.40**	**98.32**	**99.00**
Si	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00
Ti	0.02	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Al	9.76	9.90	8.28	8.08	7.80	7.71	7.37
Cr	6.18	6.10	7.41	7.58	7.71	7.81	7.95
Na	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.02	0.00
Fe(iii)	0.00	0.00	0.31	0.32	0.46	0.47	0.66
Fe(ii)	3.11	3.15	2.25	2.38	2.41	2.51	2.29
Mn	0.05	0.05	0.04	0.06	0.04	0.04	0.03
Mg	4.86	4.79	5.72	5.57	5.56	5.44	5.69
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.39	0.38	0.47	0.48	0.50	0.50	0.52
Mg#	0.61	0.60	0.72	0.70	0.70	0.68	0.71
Al_2O_3 (Melt)	17.56	17.62	16.29	16.12	15.74	15.63	15.39
TiO_2 (Melt)	0.01	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.59	0.57	0.81	0.84	0.90	0.92	1.01

Ek-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-54**	**HT13-55**	**HT13-56**	**HT13-57**	**HT13-58**	**HT13-59**	**HT13-60**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.01	0.07	0.02		0.01		0.02
TiO_2	0.09	0.06	0.05	0.04	0.05	0.02	
Al_2O_3	21.57	22.12	22.04	23.61	23.66	23.65	24.04
Cr_2O_3	49.06	47.71	48.48	44.82	45.54	45.33	45.82
Na_2O	0.02		0.02	0.03			
FeO	16.96	16.34	16.76	19.56	19.04	19.14	19.12
MnO	0.27	0.26	0.33	0.35	0.32	0.34	0.31
MgO	12.72	12.81	12.67	10.91	11.35	11.36	11.63
CaO	0.00						
NiO							
K_2O	0.02	0.01	0.02	0.02			
Toplam	**100.72**	**99.36**	**100.38**	**99.35**	**99.98**	**99.84**	**100.93**
Si	0.00	0.02	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01
Ti	0.02	0.01	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00
Al	6.24	6.46	6.39	6.94	6.89	6.90	6.93
Cr	9.53	9.34	9.43	8.83	8.90	8.87	8.86
Na	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.19	0.14	0.16	0.22	0.18	0.22	0.21
Fe(ii)	3.29	3.24	3.29	3.86	3.76	3.74	3.70
Mn	0.06	0.05	0.07	0.07	0.07	0.07	0.06
Mg	4.66	4.73	4.65	4.05	4.19	4.19	4.24
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.60	0.59	0.60	0.56	0.56	0.56	0.56
Mg#	0.59	0.59	0.59	0.51	0.53	0.53	0.53
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	14.22	14.37	14.34	14.76	14.77	14.77	14.87
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.21	1.15	1.17	1.05	1.05	1.06	1.05

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-61**	**HT13-62**	**HT13-63**	**HT13-64**	**HT13-65**	**HT13-66**	**HT13-67**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.01	0.02	0.03	0.05	0.00	0.07	0.04
TiO_2	0.05	0.00	0.08	0.17	0.05	0.02	0.09
Al_2O_3	22.33	22.38	22.63	21.44	21.43	22.15	24.55
Cr_2O_3	47.66	49.00	47.50	46.33	45.62	47.14	44.56
Na_2O	0.02		0.02	0.02	0.01	0.00	0.05
FeO	18.13	17.26	18.04	17.49	17.55	17.78	18.12
MnO	0.35	0.36	0.38	0.32	0.30	0.27	0.29
MgO	11.74	12.10	11.83	12.22	11.93	12.03	12.29
CaO				0.00	0.00	0.00	0.00
NiO				0.13	0.12	0.20	0.01
K_2O		0.01	0.01	0.00	0.00	0.02	0.00
Toplam	**100.29**	**101.13**	**100.52**	**98.15**	**97.01**	**99.67**	**100.00**
Si	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02	0.01
Ti	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01	0.00	0.02
Al	6.51	6.47	6.57	6.36	6.43	6.48	7.08
Cr	9.32	9.50	9.25	9.22	9.19	9.25	8.62
Na	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00	0.02
Fe(iii)	0.15	0.03	0.13	0.33	0.36	0.23	0.25
Fe(ii)	3.60	3.51	3.58	3.35	3.38	3.47	3.46
Mn	0.07	0.07	0.08	0.07	0.06	0.06	0.06
Mg	4.33	4.42	4.35	4.59	4.53	4.45	4.48
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.03	0.02	0.04	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.59	0.59	0.58	0.59	0.59	0.59	0.55
Mg#	0.55	0.56	0.55	0.58	0.57	0.56	0.56
Al_2O_3 (Melt)	14.42	14.44	14.50	14.18	14.18	14.37	15.00
TiO_2 (Melt)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.15	1.14	1.13	1.27	1.26	1.21	1.02

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT13-68**	**HT13-69**	**HT13-70**	**HT13-71**	**HT13-72**	**HT13-73**	**HT14-40**
Lokasyon	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güneyi-Erk**	**Harmancık Güney**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.01	0.02
TiO_2	0.06	0.00	0.14	0.00	0.02	0.03	0.06
Al_2O_3	21.16	21.12	21.73	24.24	20.94	21.60	34.03
Cr_2O_3	46.57	45.50	46.28	44.60	47.41	45.46	35.48
Na_2O	0.01	0.00	0.00	0.01	0.02	0.03	0.01
FeO	18.29	18.35	18.70	18.33	17.81	17.90	16.13
MnO	0.26	0.30	0.20	0.23	0.25	0.27	0.26
MgO	12.28	11.23	11.91	12.09	12.43	12.03	13.84
CaO	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
NiO	0.08	0.00	0.07	0.02	0.15	0.10	
K_2O	0.00	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	
Toplam	**98.71**	**96.50**	**99.03**	**99.54**	**99.03**	**97.42**	**99.83**
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.01	0.00	0.03	0.00	0.00	0.01	0.01
Al	6.25	6.41	6.41	7.04	6.17	6.45	9.38
Cr	9.23	9.26	9.15	8.69	9.37	9.11	6.56
Na	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.02	0.01
Fe(iii)	0.49	0.33	0.39	0.27	0.45	0.43	0.03
Fe(ii)	3.34	3.62	3.53	3.50	3.28	3.37	3.13
Mn	0.05	0.06	0.04	0.05	0.05	0.06	0.05
Mg	4.59	4.31	4.44	4.44	4.63	4.54	4.83
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.02	0.00	0.01	0.00	0.03	0.02	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.60	0.59	0.59	0.55	0.60	0.59	0.41
Mg#	0.58	0.54	0.56	0.56	0.59	0.57	0.61
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	14.10	14.09	14.26	14.92	14.04	14.22	17.16
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.00		0.00		0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	1.36	1.27	1.28	1.05	1.39	1.28	0.57

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-41**	**HT14-42**	**HT14-43**	**HT14-44**	**HT14-45**	**HT14-46**	**HT14-47**
Lokasyon	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.03	0.01	0.04	0.01	0.01	0.01	0.20
TiO_2	0.06	0.01	0.02	0.06	0.06	0.02	0.08
Al_2O_3	33.29	32.85	31.24	32.96	31.63	32.54	30.85
Cr_2O_3	36.41	35.51	36.82	36.82	34.78	32.73	36.48
Na_2O	0.01	0.03		0.01	0.00	0.00	0.04
FeO	16.68	17.30	19.29	16.95	17.17	18.66	18.26
MnO	0.26	0.22	0.30	0.24	0.19	0.18	0.29
MgO	13.48	13.45	11.93	13.45	13.72	13.28	12.87
CaO	0.00				0.00	0.00	0.01
NiO					0.13	0.17	0.07
K_2O	0.00	0.02			0.00	0.00	0.01
Toplam	**100.23**	**99.38**	**99.65**	**100.49**	**97.69**	**97.59**	**99.17**
Si	0.01	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.05
Ti	0.01	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.01
Al	9.20	9.15	8.82	9.10	8.95	9.21	8.70
Cr	6.75	6.63	6.98	6.82	6.61	6.21	6.90
Na	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02
Fe(iii)	0.02	0.21	0.18	0.06	0.41	0.56	0.28
Fe(ii)	3.25	3.21	3.69	3.26	3.04	3.18	3.38
Mn	0.05	0.04	0.06	0.05	0.04	0.04	0.06
Mg	4.71	4.74	4.26	4.70	4.91	4.75	4.59
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.03	0.01
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.42	0.42	0.44	0.43	0.42	0.40	0.44
Mg#	0.59	0.60	0.54	0.59	0.62	0.60	0.58
Al_2O_3 (Melt)	17.01	16.92	16.57	16.94	16.65	16.85	16.48
TiO_2 (Melt)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.59	0.62	0.66	0.61	0.60	0.58	0.63

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT14-48**	**HT14-49**	**HT14-50**	**HT14-51**	**HT14-52**	**HT15-52**	**HT15-53**
Lokasyon	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Güney**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.06	0.00	0.00	0.07	0.02	0.01	0.01
TiO_2	0.00	0.00	0.08	0.00	0.03	0.09	0.03
Al_2O_3	31.17	33.61	30.98	31.23	31.47	30.63	30.68
Cr_2O_3	34.53	34.51	35.82	36.16	34.05	39.96	39.85
Na_2O	0.01	0.03	0.00	0.00	0.00		0.01
FeO	18.86	16.99	17.50	17.52	19.10	14.98	15.63
MnO	0.25	0.24	0.29	0.14	0.19	0.25	0.23
MgO	12.63	14.04	13.66	13.67	13.31	13.90	13.79
CaO	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
NiO	0.11	0.21	0.02	0.09	0.14		
K_2O	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Toplam	**97.62**	**99.62**	**98.34**	**98.88**	**98.31**	**99.82**	**100.22**
Si	0.02	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01	0.02	0.00
Al	8.90	9.28	8.75	8.77	8.89	8.56	8.55
Cr	6.62	6.39	6.79	6.82	6.45	7.49	7.45
Na	0.01	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.45	0.33	0.44	0.38	0.64	0.00	0.00
Fe(ii)	3.38	3.00	3.07	3.11	3.19	2.97	3.09
Mn	0.05	0.05	0.06	0.03	0.04	0.05	0.05
Mg	4.56	4.90	4.88	4.86	4.76	4.91	4.86
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.02	0.04	0.00	0.02	0.03	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.43	0.41	0.44	0.44	0.42	0.47	0.47
Mg#	0.57	0.62	0.61	0.61	0.60	0.62	0.61
Al_2O_3 (Melt)	16.55	17.08	16.51	16.56	16.62	16.43	16.44
TiO_2 (Melt)			0.00		0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.61	0.54	0.64	0.63	0.64	0.69	0.69

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-54**	**HT15-55**	**HT15-56**	**HT15-57**	**HT15-58**	**HT15-59**	**HT15-60**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.00	0.01	0.01	0.02	0.00		0.03
TiO_2	0.07	0.04	0.08	0.00	0.06	0.05	0.05
Al_2O_3	31.49	31.79	31.86	32.32	31.61	32.51	32.22
Cr_2O_3	39.30	38.64	39.07	38.68	37.20	37.27	36.62
Na_2O			0.01	0.00	0.02		
FeO	14.77	15.56	15.43	15.80	15.86	15.25	15.89
MnO	0.27	0.30	0.32	0.25	0.31	0.28	0.27
MgO	14.15	13.78	14.08	14.37	13.87	14.15	13.96
CaO							
NiO							
K_2O	0.01	0.01	0.01		0.03	0.01	
Toplam	**100.07**	**100.12**	**100.86**	**101.46**	**98.97**	**99.52**	**99.04**
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ti	0.01	0.01	0.01	0.00	0.01	0.01	0.01
Al	8.74	8.83	8.78	8.83	8.85	9.02	8.99
Cr	7.32	7.20	7.22	7.09	6.99	6.94	6.86
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00
Fe(iii)	0.00	0.00	0.00	0.07	0.13	0.02	0.11
Fe(ii)	2.91	3.07	3.02	2.99	3.02	2.98	3.03
Mn	0.05	0.06	0.06	0.05	0.06	0.05	0.05
Mg	4.97	4.84	4.90	4.97	4.92	4.97	4.93
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.46	0.45	0.45	0.45	0.44	0.43	0.43
Mg#	0.63	0.61	0.62	0.62	0.62	0.62	0.62
Al_2O_3 (Melt)	16.62	16.69	16.70	16.80	16.65	16.84	16.78
TiO_2 (Melt)	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.66	0.64	0.64	0.64	0.64	0.60	0.61

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-61**	**HT15-62**	**HT15-63**	**HT15-64**	**HT15-65**	**HT15-66**	**HT15-67**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.04	0.07	0.00	0.06	0.00	0.18	0.02
TiO_2	0.07	0.09	0.00	0.18	0.05	0.11	0.14
Al_2O_3	32.06	27.57	32.37	34.23	28.59	29.45	31.54
Cr_2O_3	37.71	40.39	36.28	34.97	41.45	39.03	36.94
Na_2O		0.00	0.00	0.00	0.04	0.04	0.00
FeO	15.30	16.05	14.99	14.31	14.78	14.13	16.05
MnO	0.28	0.28	0.16	0.32	0.32	0.21	0.24
MgO	13.99	13.69	14.58	15.00	13.86	14.33	14.13
CaO		0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00
NiO		0.14	0.09	0.00	0.17	0.19	0.00
K_2O		0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.00
Toplam	**99.45**	**98.29**	**98.47**	**99.09**	**99.27**	**97.68**	**99.06**
Si	0.01	0.02	0.00	0.01	0.00	0.04	0.01
Ti	0.01	0.02	0.00	0.03	0.01	0.02	0.03
Al	8.93	7.90	9.04	9.42	8.08	8.38	8.82
Cr	7.04	7.76	6.79	6.46	7.86	7.45	6.93
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.02	0.02	0.00
Fe(iii)	0.00	0.27	0.17	0.04	0.03	0.05	0.20
Fe(ii)	3.02	2.99	2.80	2.75	2.93	2.80	2.99
Mn	0.06	0.06	0.03	0.06	0.06	0.04	0.05
Mg	4.93	4.96	5.15	5.22	4.96	5.16	5.00
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.03	0.02	0.00	0.03	0.04	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.44	0.50	0.43	0.41	0.49	0.47	0.44
Mg#	0.62	0.62	0.65	0.65	0.63	0.65	0.63
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	16.75	15.73	16.81	17.20	15.97	16.17	16.63
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.00	0.00		0.00	0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.61	0.80	0.56	0.48	0.73	0.65	0.59

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT15-68**	**HT15-69**	**HT15-70**	**HT15-71**	**HT16-28**	**HT16-29**	**HT16-30**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.11	0.55	0.05	0.02	0.02	0.01	
TiO_2	0.00	0.00	0.05	0.00	0.02	0.05	0.02
Al_2O_3	31.81	32.19	33.07	34.59	46.55	49.66	48.68
Cr_2O_3	34.23	32.80	32.49	32.38	22.28	19.47	19.03
Na_2O	0.00	0.00	0.03	0.00			
FeO	17.87	17.83	18.05	17.70	13.57	13.00	13.94
MnO	0.37	0.25	0.32	0.20	0.20	0.09	0.22
MgO	12.52	12.74	12.15	12.82	17.29	17.93	17.18
CaO	0.01	0.00	0.00	0.00		0.00	
NiO	0.01	0.12	0.11	0.15			
K_2O	0.01	0.00	0.01	0.00			0.01
Toplam	**96.94**	**96.46**	**96.31**	**97.85**			
Si	0.03	0.13	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	9.13	9.23	9.51	9.73	11.99	12.58	12.53
Cr	6.59	6.31	6.27	6.11	3.85	3.31	3.29
Na	0.00	0.00	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.23	0.19	0.18	0.16	0.14	0.09	0.18
Fe(ii)	3.40	3.44	3.50	3.38	2.34	2.25	2.37
Mn	0.08	0.05	0.07	0.04	0.04	0.02	0.04
Mg	4.54	4.62	4.42	4.56	5.63	5.75	5.59
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.02	0.02	0.03	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.42	0.41	0.40	0.39	0.24	0.21	0.21
Mg#	0.57	0.57	0.56	0.57	0.71	0.72	0.70
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	16.69	16.77	16.96	17.28	19.54	20.07	19.90
$TiO_{2\ (Melt)}$			0.00		0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.54	0.50	0.48	0.45	0.28	0.23	0.24

Örnek	**HT16-31**	**HT16-32**	**HT16-33**	**HT16-34**	**HT16-35**	**HT16-36**	**HT16-37**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.02	0.02	0.00	0.00	0.04	0.03	0.37
TiO_2	0.05	0.03	0.18	0.02	0.05	0.18	0.00
Al_2O_3	47.07	45.93	45.81	45.90	46.05	44.88	40.01
Cr_2O_3	21.36	22.87	21.79	22.14	21.14	22.57	23.27
Na_2O	0.01		0.04	0.02	0.04	0.02	0.05
FeO	13.82	13.59	13.85	13.69	13.57	14.18	15.32
MnO	0.14	0.19	0.16	0.06	0.08	0.12	0.08
MgO	17.38	17.22	17.17	17.41	16.95	17.19	18.94
CaO			0.01	0.00	0.00	0.00	0.04
NiO			0.13	0.19	0.20	0.12	0.17
K_2O	0.00		0.02	0.01	0.00	0.01	0.02
Toplam			**99.15**	**99.43**	**98.11**	**99.29**	**98.28**
Si	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.08
Ti	0.01	0.01	0.03	0.00	0.01	0.03	0.00
Al	12.10	11.87	11.90	11.88	12.06	11.69	10.54
Cr	3.68	3.96	3.80	3.84	3.71	3.94	4.11
Na	0.00	0.00	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02
Fe(iii)	0.19	0.14	0.24	0.27	0.19	0.30	1.18
Fe(ii)	2.33	2.35	2.31	2.25	2.33	2.32	1.69
Mn	0.03	0.04	0.03	0.01	0.01	0.02	0.01
Mg	5.65	5.63	5.64	5.70	5.62	5.66	6.31
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ni	0.00	0.00	0.02	0.03	0.04	0.02	0.03
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.23	0.25	0.24	0.24	0.24	0.25	0.28
Mg#	0.71	0.71	0.71	0.72	0.71	0.71	0.79
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	19.63	19.43	19.41	19.42	19.45	19.24	18.35
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.27	0.28	0.23	0.23	0.21	0.24	0.40

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT16-38**	**HT16-39**	**HT17-11**	**HT17-12**	**HT17-13**	**HT17-14**	**HT17-15**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Baraj**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.00	0.04	0.01	0.00	0.01	0.03	0.01
TiO_2	0.00	0.00	0.02	0.02	0.03	0.05	0.01
Al_2O_3	45.00	45.75	20.77	19.93	16.62	16.67	16.93
Cr_2O_3	21.16	19.68	48.51	49.46	53.10	52.83	53.24
Na_2O	0.03	0.01		0.01		0.00	
FeO	15.42	15.97	12.29	12.71	12.67	12.04	12.06
MnO	0.06	0.08	0.16	0.16	0.17	0.14	0.18
MgO	16.58	16.39	17.77	17.88	18.77	18.63	18.43
CaO	0.00	0.00					0.01
NiO	0.19	0.10					
K_2O	0.00	0.01				0.02	
Toplam	**98.44**	**98.03**	**99.53**	**100.17**	**101.37**	**100.41**	**100.87**
Si	0.00	0.01	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Ti	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00
Al	11.83	12.04	5.89	5.64	4.69	4.74	4.80
Cr	3.73	3.48	9.23	9.38	10.04	10.08	10.12
Na	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Fe(iii)	0.44	0.47	0.87	0.97	1.26	1.15	1.07
Fe(ii)	2.43	2.51	1.60	1.58	1.28	1.28	1.36
Mn	0.01	0.01	0.03	0.03	0.04	0.03	0.04
Mg	5.51	5.46	6.37	6.39	6.69	6.70	6.61
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.03	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.24	0.22	0.61	0.62	0.68	0.68	0.68
Mg#	0.69	0.68	0.80	0.80	0.84	0.84	0.83
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	19.26	19.40	14.00	13.76	12.77	12.78	12.86
$TiO_{2\ (Melt)}$			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	0.24	0.23	1.56	1.70	2.30	2.24	2.18

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**D1-6**	**D1-7**	**D1-8**	**D1-9**	**D1-10**	**D2-6**	**D2-7**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2		0.04	0.00		0.03	0.02	0.02
TiO_2	0.18	0.17	0.18	0.14	0.13	0.19	0.13
Al_2O_3	10.53	9.82	10.92	10.93	11.51	11.95	12.87
Cr_2O_3	59.55	58.90	58.60	58.18	58.77	54.12	54.09
Na_2O	0.04	0.07	0.05	0.03	0.02	0.00	0.00
FeO	19.40	21.83	20.64	20.15	19.70	24.45	21.17
MnO	0.32	0.38	0.44	0.44	0.47	0.43	0.32
MgO	10.77	9.45	9.84	9.92	9.98	10.30	10.96
CaO							
NiO							
K_2O	0.00			0.02			
Toplam	**100.79**	**100.64**	**100.67**	**99.80**	**100.61**	**101.46**	**99.56**
Si	0.00	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00	0.01
Ti	0.04	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.03
Al	3.23	3.05	3.37	3.40	3.54	3.63	3.94
Cr	12.25	12.27	12.12	12.12	12.13	11.02	11.11
Na	0.02	0.03	0.02	0.01	0.01	0.00	0.00
Fe(iii)	0.45	0.59	0.44	0.43	0.26	1.27	0.88
Fe(ii)	3.77	4.21	4.08	4.02	4.04	3.99	3.72
Mn	0.07	0.08	0.10	0.10	0.10	0.09	0.07
Mg	4.18	3.71	3.84	3.90	3.88	3.95	4.24
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.79	0.80	0.78	0.78	0.77	0.75	0.74
Mg#	0.53	0.47	0.49	0.49	0.49	0.50	0.53
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	10.57	10.27	10.73	10.74	10.97	11.14	11.48
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.01	0.01	0.01	0.00	0.00	0.01	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	3.03	3.27	2.94	2.92	2.74	3.18	2.74

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**D2-8**	**D2-9**	**D2-10**	**D3-1**	**D3-2**	**D3-3**	**D3-4**	**D3-5**
Lokasyon	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzeyi-Swanapoel**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**	**Harmancık Kuzey-Hudut3**
Kayaç	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**	**Dunit**
Mineral	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**	**Sp**
SiO_2	0.03	0.01	0.02	0.01		0.01	0.01	0.02
TiO_2	0.16	0.15	0.14	0.15	0.18	0.23	0.14	0.15
Al_2O_3	12.78	11.02	12.86	9.84	9.72	9.91	11.13	10.20
Cr_2O_3	55.64	54.88	54.05	61.24	60.45	61.22	59.66	60.09
Na_2O					0.01			0.04
FeO	17.03	23.44	17.66	15.30	20.63	16.01	16.75	17.14
MnO	0.30	0.39	0.26	0.27	0.41	0.33	0.36	0.41
MgO	13.70	10.01	13.44	13.24	9.94	12.99	12.25	11.99
CaO	0.00						0.01	0.02
NiO								
K_2O	0.01	0.00				0.01	0.01	0.00
Toplam	**99.66**	**99.91**	**98.43**	**100.06**	**101.34**	**100.72**	**100.31**	**100.06**
Si	0.01	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Ti	0.03	0.03	0.03	0.03	0.04	0.04	0.03	0.03
Al	3.84	3.41	3.91	3.00	2.99	3.00	3.39	3.13
Cr	11.22	11.40	11.02	12.51	12.49	12.45	12.17	12.35
Na	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.00	0.00	0.02
Fe(iii)	0.87	1.13	1.00	0.43	0.44	0.45	0.38	0.46
Fe(ii)	2.76	4.02	2.81	2.87	4.06	2.99	3.23	3.27
Mn	0.06	0.09	0.06	0.06	0.09	0.07	0.08	0.09
Mg	5.21	3.92	5.17	5.10	3.87	4.98	4.71	4.65
Ca	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01
Ni	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
K	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Toplam	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**	**24.00**
Cr#	0.74	0.77	0.74	0.81	0.81	0.81	0.78	0.80
Mg#	0.65	0.49	0.65	0.64	0.49	0.62	0.59	0.59
$Al_2O_{3\ (Melt)}$	11.45	10.77	11.48	10.28	10.23	10.31	10.82	10.43
$TiO_{2\ (Melt)}$	0.00	0.00	0.00	0.00	0.01	0.01	0.00	0.00
$(FeO/MgO)_{Melt}$	2.82	3.34	2.85	3.37	3.39	3.40	3.02	3.31

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM19-7**	**KM19-8**	**KM19-9**
Lokasyon	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**
Kayaç	**Gabro**	**Gabro**	**Gabro**
Mineral	**Plj**	**Plj**	**Plj**
SiO_2	42.78	42.70	43.05
TiO_2	0.02	0.00	0.00
Al_2O_3	35.31	35.29	35.24
FeO	0.13	0.19	0.17
CaO	20.61	20.07	20.85
Na_2O	0.44	0.43	0.37
K_2O	0.01	0.03	0.00
Toplam	**99.31**	**98.71**	**99.68**
Si	8.02	8.04	8.05
Ti	0.00	0.00	0.00
Al	7.80	7.83	7.76
Fe(ii)	0.02	0.03	0.03
Ca	4.14	4.05	4.17
Na	0.16	0.16	0.13
K	0.00	0.01	0.00
Toplam	**20.15**	**20.12**	**20.14**
An	96.24	96.13	96.89
Ab	3.70	3.72	3.09
Or	0.06	0.15	0.02

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM19-10**	**KM19-11**	**KM19-12**	**KM19-13**	**KM19-14**	**HT2A-21**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**
Kayaç	**Gabro**	**Gabro**	**Gabro**	**Gabro**	**Gabro**	**Harzburjit**
Mineral	**Amf**	**Amf**	**Amf**	**Amf**	**Amf**	**Amf**
SiO_2	44.857	45.529	45.825	46.379	45.146	44.193
Al_2O_3	13.564	12.951	12.452	11.921	13.098	12.618
FeO	7.333	7.191	7.588	7.107	7.319	3.137
MnO	0.115	0.039	0.104	0.082	0.096	0.01
K_2O	0.004	0.003	0	0	0	0.033
Na_2O	1.073	1.102	1.189	1.188	1.233	2.43
MgO	16.152	16.544	16.434	16.865	16.379	18.497
CaO	12.54	12.531	12.746	12.642	12.648	12.674
TiO_2	0.265	0.288	0.32	0.286	0.312	0.375
Cr_2O_3	0.034	0.033	0.036	0.044	0.057	2.361
NiO	0.024	0.04	0.035	0.024	0.057	0.119
Toplam	**95.961**	**96.251**	**96.729**	**96.538**	**96.345**	**96.446**
Si	6.381687394	6.451353262	6.49631272	6.565494031	6.415503063	6.284336577
Al	1.618312606	1.548646738	1.50368728	1.434505969	1.584496937	1.715663423
Al	0.655858699	0.614052406	0.576649532	0.554283499	0.609047912	0.398928498
Fe(iii)	0.782681664	0.761715941	0.656385897	0.653811846	0.711557388	0.373012704
Ti	0.028355874	0.030693546	0.034119786	0.030451166	0.033347087	0.040107823
Cr	0.003824099	0.003696763	0.004034706	0.00492429	0.006403703	0.265428067
Fe(ii)	0.089667076	0.09031458	0.243101169	0.187458339	0.15813634	0
Mn	0.013856128	0.004680218	0.012486379	0.009831021	0.011553709	0.001204328
Mg	3.42575646	3.494846547	3.473222531	3.559239839	3.469953861	3.92131858
Ca	1.911281944	1.902262125	1.935799094	1.917272025	1.92555184	1.930819048
Na	0.295946611	0.302728044	0.326779385	0.326039951	0.33969008	0.669916345
K	0.000725896	0.000542242	0	0	0	0.005985892
Amfibol Türü	Tschermakite	Tschermakite	Tschermakite	Magnesio-hornblende	Tschermakite	Pargasite

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**HT2A-22**	**HT2A-23**	**HT2A-24**	**HT2A-25**	**KM12-26**
Lokasyon	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Harmancık Kuzey-Swanapol**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Verlit**
Mineral	**Amf**	**Amf**	**Amf**	**Amf**	**Amf**
SiO_2	43.958	44.474	43.906	43.873	48.988
Al_2O_3	12.501	12.316	12.676	12.842	8.479
FeO	3.066	2.975	3.043	3.21	4.932
MnO	0.046	0.065	0.036	0.029	0.067
K_2O	0.02	0.028	0.044	0.047	0.001
Na_2O	2.73	2.48	2.687	2.728	0.847
MgO	18.464	18.465	18.501	18.284	18.801
CaO	12.943	12.884	12.725	12.4	12.547
TiO_2	0.352	0.373	0.413	0.403	0.321
Cr_2O_3	2.606	2.649	2.478	2.484	0.612
NiO	0.096	0.116	0.086	0.09	0.035
Toplam	**96.782**	**96.826**	**96.595**	**96.391**	**95.63**
Si	6.269749716	6.323279514	6.253661518	6.251011742	6.928582607
Al	1.730250284	1.676720486	1.746338482	1.748988258	1.071417393
Al	0.371045204	0.386929131	0.381422406	0.407344304	0.341866529
Fe(iii)	0.275820889	0.298597284	0.362422876	0.382438113	0.558099779
Ti	0.037761289	0.039887506	0.0442438	0.043186688	0.034146924
Cr	0.293853993	0.297757734	0.27903373	0.279801139	0.068430705
Fe(ii)	0.089847637	0.05509559	0	0	0.025185357
Mn	0.005556596	0.007826873	0.004342619	0.003499369	0.008025429
Mg	3.926114392	3.913905882	3.92853457	3.883730387	3.964245276
Ca	1.977739785	1.962496194	1.941736114	1.892764521	1.90115054
Na	0.754889309	0.683590812	0.741970284	0.753538934	0.23224504
K	0.003638742	0.005078123	0.007994148	0.008542006	0.000180411
Amfibol Türü	Pargasite	Pargasite	Pargasite	Pargasite	Magnesio-hornblende

EK-1 Mineral Kimyası Analiz Sonuçları ve Hesaplamaları

Örnek	**KM12-27**	**KM12-28**	**KM3-11**	**KM3-12**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Olivinli Klinopiroksenit**	**Olivinli Klinopiroksenit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Mineral	**Amf**	**Amf**	**Amf**	**Amf**
SiO_2	46.987	47.416	31.812	31.969
Al_2O_3	10.702	10.063	13.151	13.552
FeO	5.499	5.379	6.071	5.421
MnO	0.075	0.095	0.509	0.49
K_2O	0.002	0.002	0.164	0.212
Na_2O	1.255	1.125	0	0
MgO	17.807	18.226	26.755	27.316
CaO	12.471	12.337	2.623	2.619
TiO_2	0.406	0.354	0.16	0.178
Cr_2O_3	0.741	0.643		
NiO	0.068	0.051		
Toplam	**96.013**	**95.691**	**81.245**	**81.757**
Si	6.661245049	6.714697044	5.310600786	5.282968666
Al	1.338754951	1.285302956	2.587268805	2.639261783
Al	0.449266532	0.39411609	0	0
Fe(iii)	0.586383436	0.636951265	0.786273565	0.749085761
Ti	0.043290798	0.0377048	0.020089287	0.022123858
Cr	0.083050224	0.071987549	0	0
Fe(ii)	0.065491922	0	0.061180302	0
Mn	0.009004875	0.011393676	0.071962991	0.06857784
Mg	3.763512213	3.847846621	6.658593689	6.729626561
Ca	1.894091222	1.871686002	0.469108056	0.463667228
Na	0.344929046	0.308860506	0	0
K	0.000361674	0.000361277	0.034922518	0.044688303
Amfibol Türü	Magnesio-hornblende	Magnesio-hornblende	Magnesio-riebekite	Magnesio-riebekite

EK-2 TÜM KAYA ANALİZLERİ

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

	HT-2C	HT-3A	HT-4A	HT-5C	HT-6	HT-7	HT-9	HT-10C
Doku	**Masif**	**Masif**	**Bantlı**	**Saçınımlı**	**Bantlı**	**Saçınımlı**	**Nodüler**	**Masif**
Lokasyon	**Swanapol**	**Baraj**	**Hudut 3**	**Yankoviç**	**Çin**	**Erk**	**Paşa**	**Kocayatak**
SiO2	13.24	4.16	30.1	30.9	31.2	24	13.49	16.32
Al2O3	5.81	8.23	1.52	2.88	3.03	3.73	6.8	5.93
Cr2O3	37.12	54.06	7.92	7.83	7.54	9.66	39.6	37
Fe2O3	11.52	14.21	7.7	8.56	8.41	8.46	14.72	11.48
CaO	0.01	0.05	0.03	0.02	0.18	1.16	0.01	0.01
MgO	25.87	18.08	36	30.2	29.8	27.1	20.37	23.68
K2O	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Na2O	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.03	<0.01	<0.01	<0.01
TiO2	0.09	0.014	0.02	0.03	0.03	0.04	0.12	0.06
P2O5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
MnO	0.11	0.13	0.09	0.08	0.08	0.08	0.15	0.11
LOI	6.06	1.36	15.1	11.65	11.55	9.88	3.75	5.38
TOTAL	**99.83**	**100.294**	**98.48**	**92.17**	**91.85**	**84.12**	**99.01**	**99.97**
Cu	1.96	3.08	1.79	1.22	1.99	1.22	0.74	1.41
Pb	0.1	0.04	<0.01	0.1	0.05	0.02	<0.01	<0.01
Zn	131.5	179	85.3	90.8	98.6	103	260	123
Cr	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000	>10000
Ni	1940	1415	2560	2060	1960	2000	1300	1790
Co	150	181	119.5	113	119.5	123	193.5	141.5
Rb	0.02	0.02	<0.02	0.07	0.08	<0.02	0.04	<0.02
Cs	0.01	<0.01	<0.01	0.07	0.07	0.03	<0.01	0.01
Sr	0.23	0.5	0.52	1.05	1.65	14.05	0.47	0.37
Ba	<1	<1	<1	2	2	3	1	1
V	226	282	83.7	157	165.5	180.5	270	237
Sc	4.21	4.75	2.71	3.47	3.67	3.21	4.44	4.08
Nb	0.045	<0.005	0.009	0.007	0.019	0.023	<0.005	<0.005
Ta	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Zr	0.5	0.1	0.3	0.1	0.2	0.2	0.2	0.1
Hf	0.008	0.004	0.005	0.004	0.005	0.009	0.006	0.008
Ga	9.77	14.7	2.76	5.82	5.78	6.44	12.9	9.08
U	<0.01	<0.01	<0.01	0.16	0.23	<0.01	<0.01	<0.01
Th	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.007	<0.004	<0.004	<0.004
La	0.097	0.012	0.011	0.273	0.175	0.029	0.313	0.013
Ce	0.2	0.02	0.02	0.15	0.12	0.07	0.35	0.03
Pr	<0.004	<0.004	<0.004	0.042	0.033	<0.004	0.033	<0.004
Nd	0.013	<0.005	<0.005	0.146	0.13	0.012	0.098	0.007
Sm	<0.004	<0.004	<0.004	0.006	0.011	0.011	0.024	0.007
Eu	<0.004	<0.004	<0.004	0.004	0.006	<0.004	<0.004	<0.004
Gd	0.005	<0.005	0.005	0.01	0.022	0.01	0.01	0.01
Tb	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	0.003	0.002	<0.002	0.002
Dy	0.006	<0.005	<0.005	0.006	0.015	0.007	0.005	0.028
Ho	<0.002	<0.002	<0.002	0.002	0.004	0.002	<0.002	0.005
Er	0.005	0.005	0.004	<0.004	0.017	0.01	<0.004	0.018

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

Örnek	**HT-13**	**HT-14**	**HT-15**	**HT-16**	**HT-17**	**KM1-A**	**KM2**
Lokasyon	**Harmancık-Erk Ocak**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık-Hudut 3 Ocak**	**Harmancık-Baraj Ocak**	**Harmancık-Swanapol Ocak**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
SiO_2	39.22	41.9	37.8	40.52	41.37	40	36.2
Al_2O_3	0.63	1.04	0.78	1.88	2.1	0.55	0.46
Cr_2O_3						0.81	0.46
Fe_2O_3	5.55	6.84	4.06	3.84	3.31	8.28	9.06
FeO	1.3	1.32	2.49	3.25	3.9		
CaO	0.29	0.38	0.47	1.39	1.69	0.56	0.22
MgO	39.21	34.93	40.9	38.12	37.67	40.6	41.3
K_2O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	0.02
Na_2O	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.1	0.03
TiO_2	<0.01	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0.01
P_2O_5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
MnO	0.1	0.1	0.1	0.11	0.12	0.12	0.13
LOI	**12.9**	**12.73**	**12.56**	**10.06**	**9.16**	**9.11**	**11.05**
Toplam	99.22	99.27	99.19	99.21	99.35	100.16	98.94
Cu	2.13	2.34	1.52	19.9	12.8	6.78	24
Pb	0.3	3.77	0.33	0.32	0.28	0.6	0.51
Zn	35.6	49.9	37.2	39.6	44.2	48.4	44.8
Cr	2260	2800	2920	2560	2400	4050	1755
Ni	1940	2040	1880	1750	1700	2070	2180
Co	91.6	105	92.4	94.2	91.3	108.5	115
Rb	0.23	0.58	0.28	0.22	0.23	0.23	0.04
Cs	0.04	0.05	0.03	0.02	0.02	0.03	0.02
Sr	1.77	3.65	1.82	1.8	0.52	2.4	0.5
Ba	1.65	7.66	1.88	1.72	1.48	1	<1
V	25.7	32.6	23	58.2	57.5	38.5	26.1
Sc	7.33	8.08	6.6	11.9	12.1	8.94	5.88
Nb	0.035	0.032	0.033	0.033	0.031	0.03	0.02
Ta	0.069	0.054	0.056	0.059	0.058	0.01	0.01
Zr	0.192	0.201	0.216	0.245	0.302	0.1	0.1
Hf	0.17	0.15	0.16	0.17	0.18	0.01	0.01
Ga	0.44	0.84	0.6	1.28	1.46	0.95	0.69
U	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Th	0.003	0.003	0.002	0.002	0.002	0.01	<0.004
La	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	0.04	0.03
Ce	0.03	0.14	0.04	0.03	0.03	0.08	0.06
Pr	0.01	0.06	0.02	0.02	0.02	0.01	<0.004

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

Örnek	**HT-13**	**HT-14**	**HT-15**	**HT-16**	**HT-17**	**KM1-A**	**KM2**
Lokasyon	**Harmancık-Erk Ocak**	**Harmancık Güneyi**	**Harmancık-Hudut 3 Ocak**	**Harmancık-Baraj Ocak**	**Harmancık-Swanapol Ocak**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
Nd	0.04	0.14	0.04	0.05	0.06	0.02	0.01
Sm	0.01	0.04	0.02	0.02	0.03	0	0.01
Eu	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	<0.004	<0.004
Gd	0.01	0.03	0.03	0.04	0.05	0.01	0.01
Tb	0.01	0.01	0.01	0.01	0.02	<0.002	0
Dy	0.03	0.05	0.04	0.09	0.12	0.01	0.01
Ho	0.01	0.01	0.01	0.03	0.03	0	0
Er	0.02	0.04	0.04	0.09	0.1	0.02	0.02
Tm	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0	0
Yb	0.02	0.06	0.04	0.1	0.12	0.03	0.02
Lu	0	0.01	0.01	0.02	0.02	0.01	0
Y	0.13	0.29	0.18	0.59	0.77	0.09	0.11

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

Örnek	**KM3**	**KM-4A**	**KM-6**	**KM-7A**	**KM-8A**	**KM-9A**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Dunit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**
SiO_2	38.40	37.00	39.90	38.20	41.30	38.60
Al_2O_3	0.44	0.44	0.16	0.18	0.33	0.48
Cr_2O_3	1.12	0.54	0.77	0.38	0.42	0.42
Fe_2O_3	9.50	8.47	8.35	7.84	8.50	8.15
FeO						
CaO	0.21	0.43	0.10	0.18	0.41	0.58
MgO	41.70	39.60	48.70	42.00	42.60	40.10
K_2O	0.01	0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01
Na_2O	0.06	0.04	0.02	0.02	0.04	0.06
TiO_2	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01
P_2O_5	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
MnO	0.13	0.12	0.12	0.11	0.12	0.12
LOI	10.20	11.85	0.57	9.81	6.16	10.05
Toplam	**101.78**	**98.51**	**98.70**	**98.73**	**99.89**	**98.57**
Cu	3.74	5.10	1.46	1.50	2.78	8.99
Pb	0.61	0.51	0.73	0.14	0.12	0.14
Zn	62.10	51.00	45.50	33.10	44.50	41.60
Cr	5350.00	2530.00	3480.00	1755.00	1895.00	1825.00
Ni	2290.00	2190.00	2660.00	2120.00	2260.00	2110.00
Co	124.50	114.00	125.00	109.00	112.50	109.00
Rb	0.23	0.06	0.03	0.12	0.03	0.05
Cs	0.05	0.02	0.03	0.07	<0.01	0.02
Sr	4.51	0.51	0.24	0.59	0.61	1.46
Ba	1.00	1.00	<1	1.00	1.00	1.00
V	43.10	31.10	14.60	18.40	29.90	31.70
Sc	4.91	7.63	3.29	4.32	8.24	8.64
Nb	0.04	0.05	0.03	0.04	0.02	0.03
Ta	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01	0.01
Zr	0.10	0.50	<0.1	0.40	<0.1	0.30
Hf	<0.004	0.01	<0.004	0.01	0.01	0.00
Ga	1.12	0.73	0.48	0.44	0.60	0.75
U	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Th	<0.004	0.01	<0.004	<0.004	0.00	<0.004
La	0.03	0.04	0.09	0.02	0.03	0.09
Ce	0.06	0.10	0.16	0.04	0.06	0.17
Pr	0.01	<0.004	0.01	<0.004	0.00	0.01
Nd	0.01	0.02	0.02	<0.005	0.01	0.01
Sm	0.01	0.01	0.00	<0.004	<0.004	0.01
Eu	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
Gd	<0.005	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	0.02
Tb	<0.002	0.00	<0.002	<0.002	<0.002	0.00
Dy	0.01	0.01	<0.005	<0.005	<0.005	0.02
Ho	<0.002	0.00	<0.002	<0.002	<0.002	0.01
Er	0.01	0.02	<0.004	<0.004	0.00	0.02
Tm	<0.002	0.00	<0.002	<0.002	<0.002	0.00
Yb	0.01	0.03	0.01	0.01	0.01	0.02
Lu	0.00	0.00	0.00	<0.002	0.00	0.01
Y	0.06	0.10	0.02	0.03	0.02	0.13

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

Örnek	**KM-10**	**KM-12**	**KM-13**	**KM-14A**	**KM-15**	**KM-17**	**KM-18**
Lokasyon	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Ömeraltı Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**
Kayaç	**Harzburjit**	**Ol-Klinopiroksenit**	**Dunit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Gabro**
SiO_2	37.90	47.20	37.40	39.00	40.20	41.90	48.00
Al_2O_3	0.65	2.26	0.37	0.48	0.48	0.63	5.49
Cr_2O_3	0.39	0.39	1.66	0.36	0.47	0.39	0.17
Fe_2O_3	7.78	7.76	7.84	8.18	8.41	8.53	8.26
FeO							
CaO	0.32	14.65	0.05	0.48	0.75	0.74	18.20
MgO	39.60	24.70	37.10	39.40	41.70	41.50	18.15
K_2O	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	0.01	<0.01
Na_2O	0.03	0.10	0.02	0.09	0.04	0.06	0.20
TiO_2	0.01	0.08	0.01	0.01	<0.01	0.01	0.24
P_2O_5	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
MnO	0.11	0.12	0.11	0.12	0.12	0.12	0.15
LOI	12.75	3.11	14.45	11.15	7.88	6.88	1.45
Toplam	**99.55**	**100.38**	**99.01**	**99.28**	**100.06**	**100.77**	**100.31**
Cu	5.91	12.90	3.76	#YOK	11.95	9.44	169.50
Pb	0.13	0.28	0.02	0.19	0.07	0.15	0.23
Zn	37.00	17.90	57.30	40.50	45.70	42.60	20.50
Cr	1260.00	1160.00	>10000	1570.00	2100.00	1595.00	561.00
Ni	2130.00	422.00	2740.00	2150.00	2260.00	2240.00	261.00
Co	103.00	69.50	129.50	109.00	112.50	109.00	53.00
Rb	0.16	0.04	0.05	0.20	0.02	0.10	0.09
Cs	0.04	0.01	0.01	0.11	<0.01	0.01	0.02
Sr	0.65	6.22	1.26	2.16	0.32	0.24	18.60
Ba	1.00	1.00	2.00	2.00	1.00	1.00	<1
V	28.10	139.00	29.10	27.60	43.00	40.50	241.00
Sc	7.31	65.10	3.54	8.76	9.41	9.38	90.50
Nb	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.01	0.03
Ta	0.01	<0.01	<0.01	0.02	0.01	0.01	<0.01
Zr	<0.1	0.70	0.10	0.10	0.20	<0.1	1.80
Hf	<0.004	0.03	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.09
Ga	0.66	1.86	1.05	0.75	0.74	0.82	4.63
U	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Th	<0.004	<0.004	0.01	<0.004	<0.004	<0.004	0.01
La	0.03	0.03	0.03	0.01	0.02	0.01	0.18
Ce	0.05	0.12	0.10	0.03	0.05	0.03	0.63
Pr	<0.004	0.03	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.13
Nd	0.01	0.17	0.01	0.01	0.01	<0.005	0.77
Sm	<0.004	0.14	<0.004	<0.004	0.01	<0.004	0.41
Eu	<0.004	0.06	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.18
Gd	0.01	0.22	<0.005	0.01	<0.005	<0.005	0.63
Tb	0.00	0.04	<0.002	0.00	<0.002	<0.002	0.12
Dy	0.01	0.31	<0.005	0.01	0.01	0.01	0.80
Ho	0.00	0.07	<0.002	0.00	0.00	0.00	0.16
Er	0.01	0.21	<0.004	0.02	0.01	0.02	0.51
Tm	0.00	0.03	<0.002	0.00	<0.002	0.00	0.06
Yb	0.03	0.18	0.01	0.03	0.01	0.02	0.44
Lu	0.00	0.03	0.00	0.01	0.00	0.00	0.06
Y	0.09	1.71	0.02	0.11	0.04	0.08	4.18

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

Örnek	**KM-19**	**KM-20**	**KM-21**	**KM-22A**	**KM-22B**	**HT-2A**	**HT-2C**
Lokasyon	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Topuk Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Orhaneli-Göynükbelen Köyü**	**Harmancık-Mostra 134**	**Harmancık-Swanapol Ocak**
Kayaç	**Gabro**	**Gabro**	**Dunit**	**Kromit**	**Dunit**	**Harzburjit**	**Kromit**
SiO_2	40.80	45.50	39.10	13.11	38.10	39.90	13.24
Al_2O_3	17.95	24.50	0.60	7.50	0.45	0.94	5.81
Cr_2O_3	0.08	0.04	0.58	34.95	0.72	0.40	37.12
Fe_2O_3	7.29	5.33	12.20	18.58	10.05	7.98	11.52
FeO							
CaO	17.00	16.20	0.37	0.32	1.46	0.85	0.01
MgO	13.15	7.27	44.90	20.87	43.30	40.40	25.87
K_2O	0.08	0.03	0.01	0.14	0.02	0.01	<0.01
Na_2O	0.16	0.64	0.03	<0.01	0.03	0.03	<0.01
TiO_2	0.13	0.10	0.01	0.15	0.01	0.01	0.09
P_2O_5	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
MnO	0.11	0.09	0.17	0.32	0.16	0.12	0.11
LOI	2.83	1.25	1.75	3.90	4.29	9.66	6.06
Toplam	**99.58**	**100.97**	**99.72**	**99.84**	**98.60**	**100.30**	**99.83**
Cu	7.67	13.70	4.35	6.58	7.03	26.90	1.96
Pb	0.67	0.37	0.18	2.37	3.95	0.25	0.10
Zn	44.60	21.20	62.30	1600.00	93.40	39.80	131.50
Cr	317.00	136.00	2580.00	>10000	3290.00	1480.00	>10000
Ni	160.50	58.20	2050.00	1100.00	1595.00	2160.00	1940.00
Co	44.50	28.50	134.00	199.00	117.00	104.00	150.00
Rb	3.15	0.06	0.22	9.79	1.09	0.13	0.02
Cs	0.14	0.02	0.08	2.11	0.32	0.02	0.01
Sr	66.60	222.00	1.84	3.72	2.44	0.63	0.23
Ba	2.00	3.00	1.00	3.00	2.00	<1	<1
V	198.00	103.50	26.70	361.00	36.80	34.20	226.00
Sc	50.20	21.00	5.93	7.63	8.26	8.35	4.21
Nb	0.01	0.03	0.02	0.04	0.03	0.01	0.05
Ta	0.01	0.01	0.03	<0.01	0.01	0.01	<0.01
Zr	0.50	0.80	0.10	0.40	0.20	0.10	0.50
Hf	0.04	0.04	<0.004	0.01	0.01	0.00	0.01
Ga	8.73	14.05	0.94	14.60	1.01	0.91	9.77
U	<0.01	0.01	<0.01	0.08	0.04	<0.01	<0.01
Th	<0.004	0.00	<0.004	0.02	0.02	<0.004	<0.004
La	0.06	0.08	0.03	0.05	0.05	0.03	0.10
Ce	0.17	0.17	0.07	0.09	0.12	0.08	0.20
Pr	0.02	0.04	<0.004	0.01	0.01	<0.004	<0.004
Nd	0.16	0.18	0.01	0.03	0.03	0.01	0.01
Sm	0.12	0.10	<0.004	0.01	0.03	0.01	<0.004
Eu	0.08	0.07	<0.004	0.01	0.01	0.01	<0.004
Gd	0.23	0.17	0.01	0.01	0.03	0.02	0.01
Tb	0.04	0.03	<0.002	0.00	0.01	0.00	<0.002
Dy	0.31	0.22	0.01	0.02	0.04	0.03	0.01
Ho	0.07	0.05	<0.002	0.00	0.01	0.01	<0.002
Er	0.22	0.18	0.01	0.01	0.03	0.04	0.01
Tm	0.03	0.02	<0.002	<0.002	0.00	0.01	<0.002
Yb	0.17	0.16	0.01	0.01	0.04	0.05	0.01
Lu	0.03	0.02	<0.002	0.00	0.01	0.01	<0.002
Y	1.74	1.29	0.05	0.10	0.22	0.26	0.03

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

Örnek	**HT-3A**	**HT-4A**	**HT-4B**	**HT-5A**	**HT-5C**
Lokasyon	**Harmancık-Baraj Ocak**	**Harmancık-Hudut 3 Ocak**	**Harmancık-Hudut 3 Ocak**	**Harmancık-Yankoviç Ocak**	**Harmancık-Yankoviç Ocak**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Harzburjit**	**Harzburjit**	**Kromit**
SiO_2	4.16	30.10	38.30	39.80	30.90
Al_2O_3	8.23	1.52	0.68	0.36	2.88
Cr_2O_3	54.06	7.92	0.63	0.53	7.83
Fe_2O_3	14.21	7.70	9.84	7.01	8.56
FeO					
CaO	0.05	0.03	0.46	0.06	0.02
MgO	18.08	36.00	40.20	37.10	30.20
K_2O	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Na_2O	<0.01	<0.01	0.03	0.02	0.02
TiO_2	0.01	0.02	0.01	0.01	0.03
P_2O_5	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01
MnO	0.13	0.09	0.12	0.08	0.08
LOI	1.36	15.10	11.45	15.70	11.65
Toplam	**100.29**	**98.48**	**101.73**	**100.68**	**92.17**
Cu	3.08	1.79	7.20	2.66	1.22
Pb	0.04	<0.01	0.15	0.31	0.10
Zn	179.00	85.30	34.40	24.90	90.80
Cr	>10000	>10000	2670.00	2500.00	>10000
Ni	1415.00	2560.00	2240.00	2260.00	2060.00
Co	181.00	119.50	101.50	89.90	113.00
Rb	0.02	<0.02	0.10	0.03	0.07
Cs	<0.01	<0.01	0.01	0.07	0.07
Sr	0.50	0.52	0.71	1.99	1.05
Ba	<1	<1	<1	2.00	2.00
V	282.00	83.70	27.60	13.30	157.00
Sc	4.75	2.71	7.09	4.97	3.47
Nb	<0.005	0.01	0.02	0.03	0.01
Ta	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Zr	0.10	0.30	0.20	0.40	0.10
Hf	0.00	0.01	0.01	0.01	0.00
Ga	14.70	2.76	0.82	0.48	5.82
U	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.16
Th	<0.004	<0.004	0.01	<0.004	<0.004
La	0.01	0.01	0.03	0.08	0.27
Ce	0.02	0.02	0.06	0.13	0.15
Pr	<0.004	<0.004	0.01	0.01	0.04
Nd	<0.005	<0.005	0.01	0.02	0.15
Sm	<0.004	<0.004	<0.004	0.01	0.01
Eu	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004	0.00
Gd	<0.005	0.01	0.01	0.01	0.01
Tb	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002	<0.002
Dy	<0.005	<0.005	0.02	0.02	0.01
Ho	<0.002	<0.002	0.00	0.00	0.00
Er	0.01	0.00	0.02	0.01	<0.004
Tm	<0.002	<0.002	0.00	0.00	<0.002
Yb	0.01	0.01	0.03	0.03	0.02
Lu	0.00	<0.002	0.01	0.00	0.00
Y	0.02	0.02	0.13	0.14	0.13

EK-2 Tüm Kaya Analizleri

Örnek	**HT-6**	**HT-7**	**HT-9**	**HT-10A**	**HT-10C**
Lokasyon	**Harmancık- Çin Ocak**	**Harmancık- Erk Ocak**	**Harmancık-Paşa Ocak**	**Harmancık-Kocayatak Ocak**	**Harmancık-Kocayatak Ocak**
Kayaç	**Kromit**	**Kromit**	**Kromit**	**Harzburjit**	**Kromit**
SiO_2	31.20	24.00	13.49	41.00	16.32
Al_2O_3	3.03	3.73	6.80	1.07	5.93
Cr_2O_3	7.54	9.66	39.60	0.39	37.00
Fe_2O_3	8.41	8.46	14.72	7.65	11.48
FeO					
CaO	0.18	1.16	0.01	1.08	0.01
MgO	29.80	27.10	20.37	36.50	23.68
K_2O	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01
Na_2O	0.03	<0.01	<0.01	0.07	<0.01
TiO_2	0.03	0.04	0.12	0.02	0.06
P_2O_5	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
MnO	0.08	0.08	0.15	0.10	0.11
LOI	11.55	9.88	3.75	11.95	5.38
Toplam	**91.85**	**84.12**	**99.01**	**99.84**	**99.97**
Cu	1.99	1.22	0.74	10.10	1.41
Pb	0.05	0.02	<0.01	<0.01	<0.01
Zn	98.60	103.00	260.00	26.20	123.00
Cr	>10000	>10000	>10000	1445.00	>10000
Ni	1960.00	2000.00	1300.00	2110.00	1790.00
Co	119.50	123.00	193.50	96.10	141.50
Rb	0.08	<0.02	0.04	0.15	<0.02
Cs	0.07	0.03	<0.01	0.12	0.01
Sr	1.65	14.05	0.47	1.85	0.37
Ba	2.00	3.00	1.00	1.00	1.00
V	165.50	180.50	270.00	42.90	237.00
Sc	3.67	3.21	4.44	9.68	4.08
Nb	0.02	0.02	<0.005	<0.005	<0.005
Ta	<0.01	<0.01	<0.01	0.02	<0.01
Zr	0.20	0.20	0.20	<0.1	0.10
Hf	0.01	0.01	0.01	<0.004	0.01
Ga	5.78	6.44	12.90	1.13	9.08
U	0.23	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Th	0.01	<0.004	<0.004	<0.004	<0.004
La	0.18	0.03	0.31	0.13	0.01
Ce	0.12	0.07	0.35	0.26	0.03
Pr	0.03	<0.004	0.03	0.00	<0.004
Nd	0.13	0.01	0.10	0.01	0.01
Sm	0.01	0.01	0.02	0.01	0.01
Eu	0.01	<0.004	<0.004	0.01	<0.004
Gd	0.02	0.01	0.01	0.02	0.01
Tb	0.00	0.00	<0.002	0.00	0.00
Dy	0.02	0.01	0.01	0.04	0.03
Ho	0.00	0.00	<0.002	0.01	0.01
Er	0.02	0.01	<0.004	0.05	0.02
Tm	0.00	<0.002	<0.002	0.01	0.00
Yb	0.01	0.01	0.01	0.07	0.02
Lu	<0.002	0.00	<0.002	0.01	0.00
Y	0.18	0.06	0.12	0.39	0.16

EK-3 HARMANCIK TEKTONİTLERİ İÇERİSİNDE BULUNAN MOSTRA VE OCAKLARIN WGS84 DATUM SİSTEMİNDE (EPSG 4326) LOKASYON VE KROMİTLERİN DURUŞ BİLGİLERİ

EK-3 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Bulunan Mostra ve Ocakların WGS84 Datum Sisteminde (EPSG 4326)Lokasyon ve Kromitlerin Duruş Bilgileri

Sıra	Mostra No	Tür	Enlem	Boylam	Doğrultu	Eğim Yönü	Egim Miktarı
1	Paşa Ocak	Ocak	39°35'54.96"	29°7'31.2"	K9B	KD	30
2	Çin Ocak	Ocak	39°35'56.53"	29°8'18.46"	K70B	KD	45
3	Koç Ocak	Ocak	39°35'40.31"	29°8'42.94"	K60B	KD	50
4	Osmanlı Ocak	Ocak	39°35'39.96"	29°12'2.39"	K84B	KD	50
5	Erk Ocak	Ocak	39°35'47.66"	29°13'18.06"	K70D	KB	45
6	Barış Ocak	Ocak	39°36'32.63"	29°13'10.44"	K55B	KD	45
7	Pireli Ocak	Ocak	39°36'58.29"	29°13'4.99"	K76B	KD	37
8	Leopar Ocak	Ocak	39°36'25.25"	29°14'15.36"	K45B	KD	45
9	Kozluca Ocak	Ocak	39°36'18.81	29° 8'49.46"	K75B	KD	55
10	M1	Mostra	39°36'4.67"	29°7'16.53"	K	D	50
11	M3	Mostra	39°36'5.43"	29°7'15.8"	K35B	KD	65
12	M4	Mostra	39°36'5.82"	29°7'15.43"	K35B	KD	65
13	M5	Mostra	39°36'5.92"	29°7'15.44"	K35B	KD	45
14	M6	Mostra	39°36'6.42"	29°7'14.74"	K35B	KD	60
15	M7	Mostra	39°36'8.36"	29°7'13.5"	K35B	KD	60
16	M8	Mostra	39°36'8.72"	29°7'13.3"	K35B	KD	60
17	M9	Mostra	39°36'11.14"	29°7'12.08"	K35B	KD	60
18	M10	Mostra	39°35'40.76"	29°7'9.85"	K35B	KD	60
19	M11	Mostra	39°36'14.25"	29°7'10.37"	K35B	KD	60
20	M12	Mostra	39°36'14.2"	29°7'36.03"	K85B	KD	40
21	M13	Mostra	39°36'13.84"	29°7'36.48"	K65B	KD	50
22	M14	Mostra	39°35'41.1"	29°7'35.22"	K60B	KD	60
23	M16	Mostra	39°36'16.74"	29°7'24.82"	K75B	KD	50
24	M17	Mostra	39°36'13.2"	29°7'28.66"	K35B	GB	55
25	M18	Mostra	39°36'8.49"	29°7'32.79"	K70B	GB	55
26	M23	Mostra	39°35'40.26"	29°8'38.83"	D	K	55
27	M24	Mostra	39°35'43.63"	29°8'33.45"	K75B	KD	45
28	M25	Mostra	39°35'45.85"	29°8'34.44"	D	K	55
29	M27	Mostra	39°35'50.49"	29°8'33.07"	K15B	KD	90
30	M30	Mostra	39°35'37.17"	29°8'18.32"	K85D	GD	60
31	M31	Mostra	39°35'37.64"	29°8'18.84"	K30D	GD	45
32	M33	Mostra	39°35'48.03"	29°8'53.49"	K83B	KD	75
33	M34	Mostra	39°35'47.3"	29°8'54.19"	K45B	KD	60
34	M36	Mostra	39°35'48.15"	29°8'56.05"	K90D	K	45
35	M41	Mostra	39°36'13.46"	29°8'2.33"	K79D	GD	35
36	M43	Mostra	39°36'3.69"	29°8'2.58"	K50B	GB	65
37	M44	Mostra	39°36'3.65"	29°8'2.99"	K50B	GB	60
38	M45	Mostra	39°36'10.69"	29°8'10.17"	K90D	K	80
39	M46	Mostra	39°36'30.78"	29°8'37.71"	K45B	KD	55
40	M48	Mostra	39°36'32.23"	29°8'36.12"	K60B	KD	63

EK-3 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Bulunan Mostra ve Ocakların WGS84 Datum Sisteminde (EPSG 4326)Lokasyon ve Kromitlerin Duruş Bilgileri

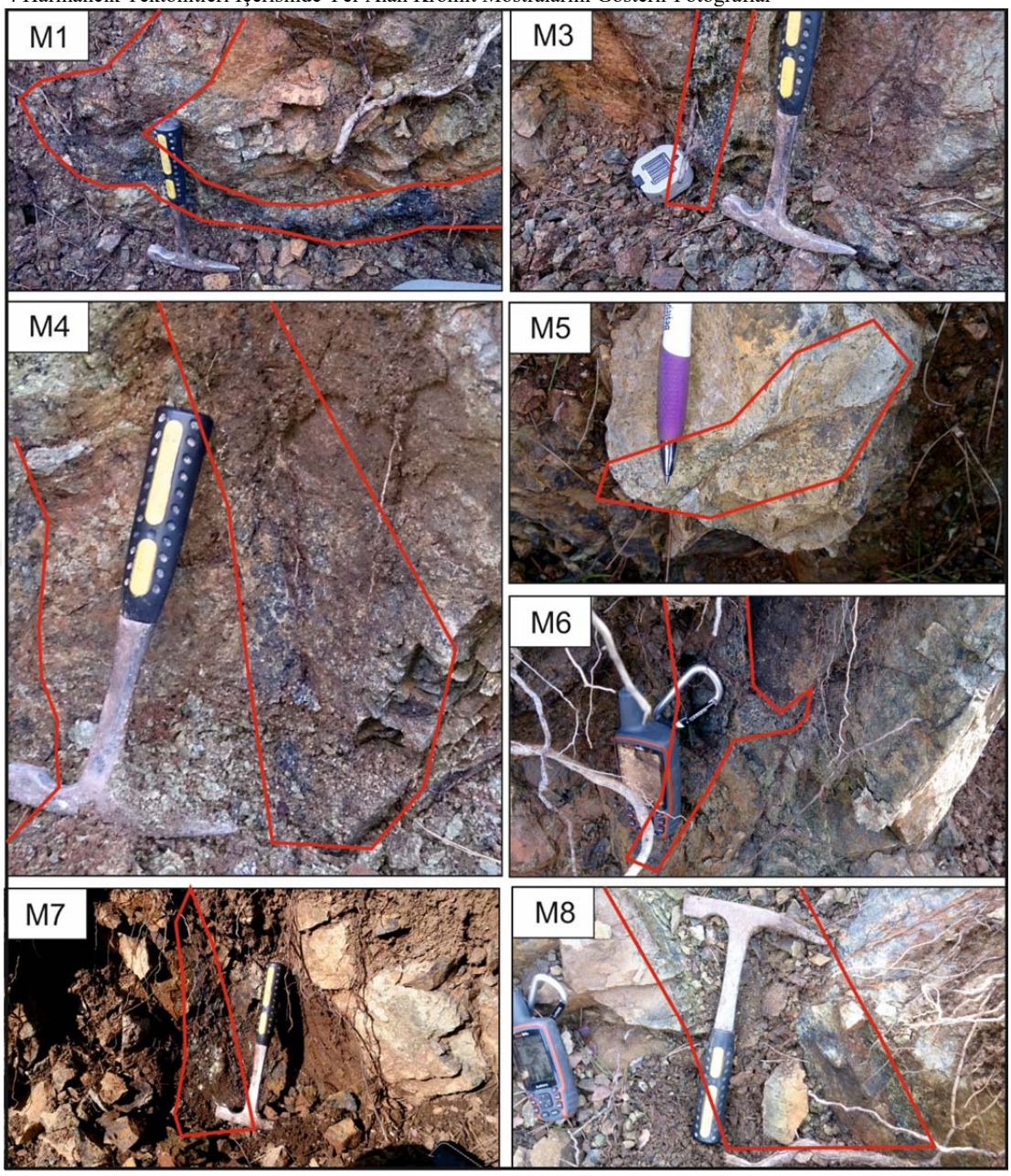
Sıra	Mostra No	Tür	Enlem	Boylam	Doğrultu	Eğim Yönü	Egim Miktarı
41	M49	Mostra	39°36'32.73"	29°8'35.59"	K60B	KD	63
42	M50	Mostra	39°36'33.03"	29°8'35.01"	K60B	KD	63
43	M51	Mostra	39°36'33.57"	29°8'34.02"	K40B	KD	64
44	M56	Mostra	39°36'22.1"	29°8'33.58"	K65B	KD	55
45	M60	Mostra	39°36'15.64"	29°8'37.08"	K70D	GD	50
46	M61	Mostra	39°36'15.69"	29°8'36.11"	K70D	GD	50
47	M63	Mostra	39°36'19.8"	29°8'57.66"	K50B	KD	40
48	M64	Mostra	39°36'7.72"	29°8'25.34"	K45B	KD	65
49	M65	Mostra	39°36'7.98"	29°8'28.41"	K45B	KD	65
50	M66	Mostra	39°36'12.05"	29°8'28.16"	K50B	KD	85
51	M67	Mostra	39°36'10.78"	29°8'31.81"	K45B	KD	65
52	M68	Mostra	39°36'15.63"	29°8'23.82"	K45B	KD	65
53	M70	Mostra	39°36'20.08"	29°8'19.85"	K	B	60
54	M71	Mostra	39°36'26.27"	29°8'2.31"	K45B	KD	85
55	M73	Mostra	39°36'24.28"	29°8'3.13"	K45B	KD	80
56	M75	Mostra	39°36'25.05"	29°8'7.17"	K85B	KD	70
57	M77	Mostra	39°36'29.54"	29°7'53.98"	K45B	KD	47
58	M78	Mostra	39°36'29.25"	29°7'48.23"	K45B	KD	75
59	M79	Mostra	39°36'32.95"	29°7'46.83"	K10B	KD	55
60	M80	Mostra	39°36'35.28"	29°7'34.62"	K10B	KD	55
61	M81	Mostra	39°36'33.52"	29°7'31.67"	K85D	GD	50
62	M82	Mostra	39°36'49.32"	29°6'30.8"	K85D	GD	65
63	M90	Mostra	39°36'3.41"	29°12'32.86"	K10D	GD	65
64	M91	Mostra	39°36'3.32"	29°12'32.23"	K70D	GD	50
65	M98	Mostra	39°36'5.06"	29°11'5.5"	K75B	GB	50
66	M100	Mostra	39°35'43.56"	29°12'55.21"	K75B	KD	65
67	M102	Mostra	39°36'3.14"	29°12'2.38"	K40B	KD	60
68	M106	Mostra	39°36'42.01"	29°11'22.43"	K	B	60
69	M111	Mostra	39°35'53.83"	29°14'18.25"	K80B	GB	45
70	M116	Mostra	39°36'23.62"	29°13'23.31"	K30B	KD	55
71	M119	Mostra	39°35'13.05"	29°10'40.77"	K34B	KD	60
72	M120	Mostra	39°35'13.48"	29°10'38.64"	K32B	KD	65
73	M121	Mostra	39°35'16.24"	29°10'33.11"	K30B	KD	65
74	M122	Mostra	39°35'18.56"	29°10'39.35"	K46B	KD	70
75	M123	Mostra	39°35'22.97"	29°10'30.48"	K42B	KD	65
76	M124	Mostra	39°35'13.74"	29°10'24.4"	K15D	GD	65
77	M125	Mostra	39°35'3.01"	29°9'56.4"	K46B	KD	70
78	M126	Mostra	39°35'19.73"	29°10'53.05"	K30B	GB	78
79	M127	Mostra	39°35'30.18"	29°12'40.23"	K30B	KD	80
80	M128	Mostra	39°36'24.72"	29°14'15.68"	K70D	GD	30

EK-3 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Bulunan Mostra ve Ocakların WGS84 Datum Sisteminde (EPSG 4326)Lokasyon ve Kromitlerin Duruş Bilgileri

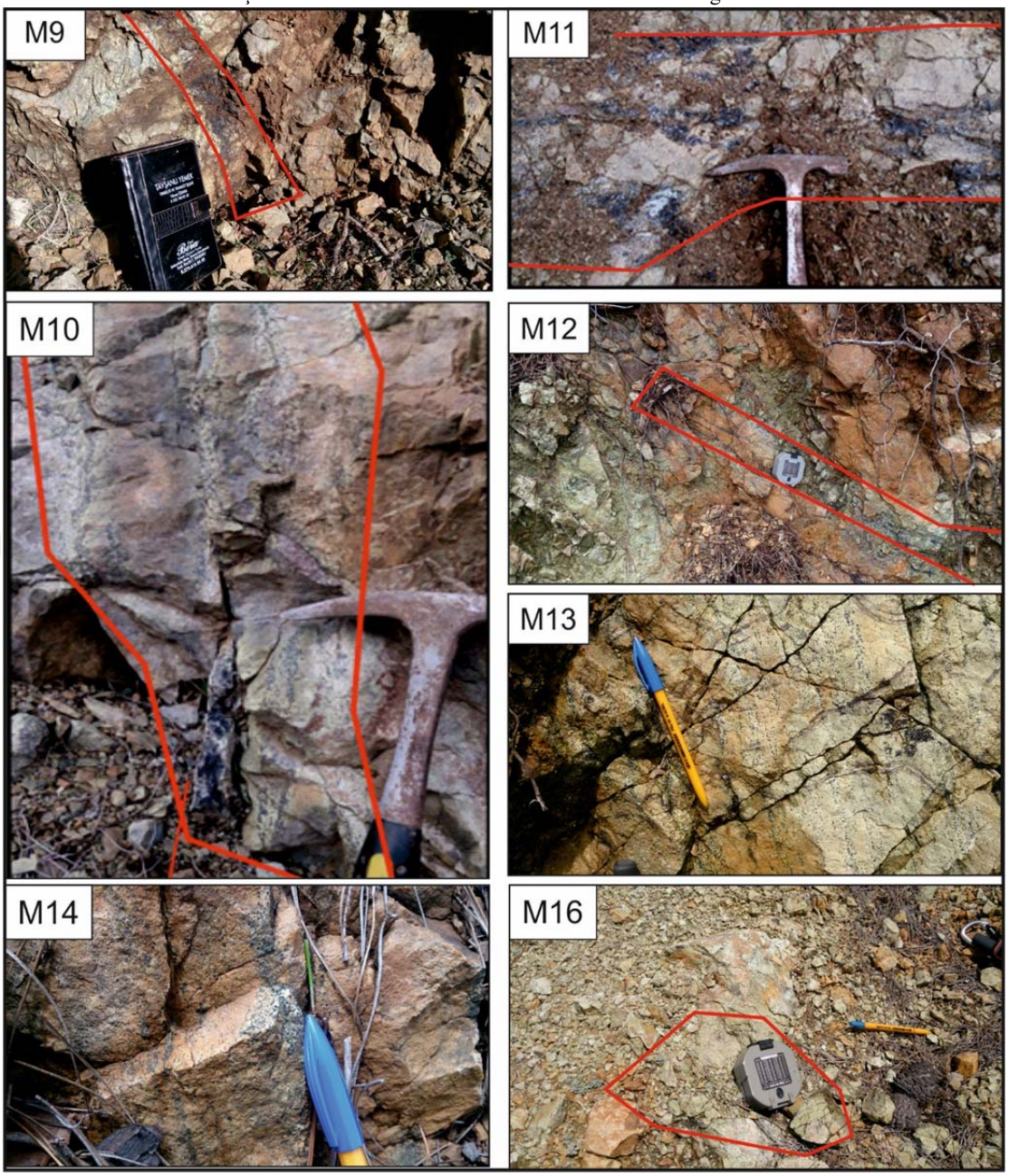
Sıra	Mostra No	Tür	Enlem	Boylam	Doğrultu	Eğim Yönü	Egim Miktarı
81	Baraj Ocak	Ocak	39°42'25.43"	29°5'54.29"	K86D	KB	75
82	Kısmet Ocak	Ocak	39°42'30.66"	29°3'40"	K80D	KB	50
83	Hudut 3 Ocak	Ocak	39°42'5.73"	29°6'14.65"	K82D	KB	50
84	Swanapol Ocak	Ocak	39°42'18.12"	29°6'2.43"	K82D	KB	50
85	MRN83	Mostra	39°44'58.89"	29°4'24.46"	K55D	KB	57
86	MRN127	Mostra	39°44'37.17"	29°6'3.46"	K55D	GD	50
87	MRN155	Mostra	39°43'52"	29°5'28.65"	K50D	KB	30
88	MRN126	Mostra	39°44'39.13"	29°6'8.01"	K60D	KB	65
89	MRN56	Mostra	39°44'22.12"	29°5'57.83"	K60D	GD	55
90	MRN164	Mostra	39°44'44.82"	29°4'35.71"	K60D	KB	50
91	MRN167	Mostra	39°44'29.52"	29°6'15.79"	K55D	GD	67
92	MRNY1	Mostra	39°43'51.03"	29°5'26.98"	K70B	KD	45
93	MRN46	Mostra	39°44'32.48"	29°6'6.3"	K40D	KB	55
94	MRN45	Mostra	39°45'0.61"	29°6'16.39"	K35D	KB	65
95	MRN65	Mostra	39°45'10.2"	29°6'2.78"	K55D	KB	55
96	MRN125	Mostra	39°44'43.52"	29°6'14.7"	K55D	KB	70
97	MRN9047	Mostra	39°45'5.68"	29°5'58.15"	K45D	KB	55
98	MRN111	Mostra	39°45'59.69"	29°3'58.16"	K35D	KB	54
99	MRN113	Mostra	39°46'3.58"	29°3'47.27"	K60D	KB	55
100	MRN114	Mostra	39°45'59.07"	29°3'56.59"	K35D	KB	50
101	MRN1001	Mostra	39°46'3.17"	29°3'43.01"	K74D	KB	54
102	MRN1002	Mostra	39°46'2.32"	29°3'41.77"	K85D	KB	50
103	MRN1004	Mostra	39°46'1.36"	29°3'42.75"	K35D	KB	45
104	MRNM4	Mostra	39°45'30.62"	29°4'58.77"	K40D	KB	71
105	MRNM53	Mostra	39°45'22.65"	29°4'45.3"	K45D	KB	55
106	MRNM2	Mostra	39°45'21.14"	29°4'39.2"	K60D	KB	50
107	MRNM441	Mostra	39°45'19.65"	29°4'42.85"	K40D	KB	63
108	MRN1502	Mostra	39°45'27.78"	29°5'4.95"	K30D	KB	52
109	MRN1601	Mostra	39°45'3.59"	29°5'13.88"	K65D	KB	63
110	MRN1602	Mostra	39°45'4.69"	29°5'2.99"	K77D	KB	60
111	MRN11	Mostra	39°43'19.57"	29°2'41.35"	K87B	KD	48
112	MRN146	Mostra	39°43'18.43"	29°2'41.65"	K48B	KD	50
113	MRN147	Mostra	39°43'16.74"	29°2'45.38"	K62B	KD	62

EK-4 HARMANCIK TEKTONİTLERİ İÇERİSİNDE YER ALAN KROMİTİT MOSTRALARINI GÖSTERİR FOTOĞRAFLAR

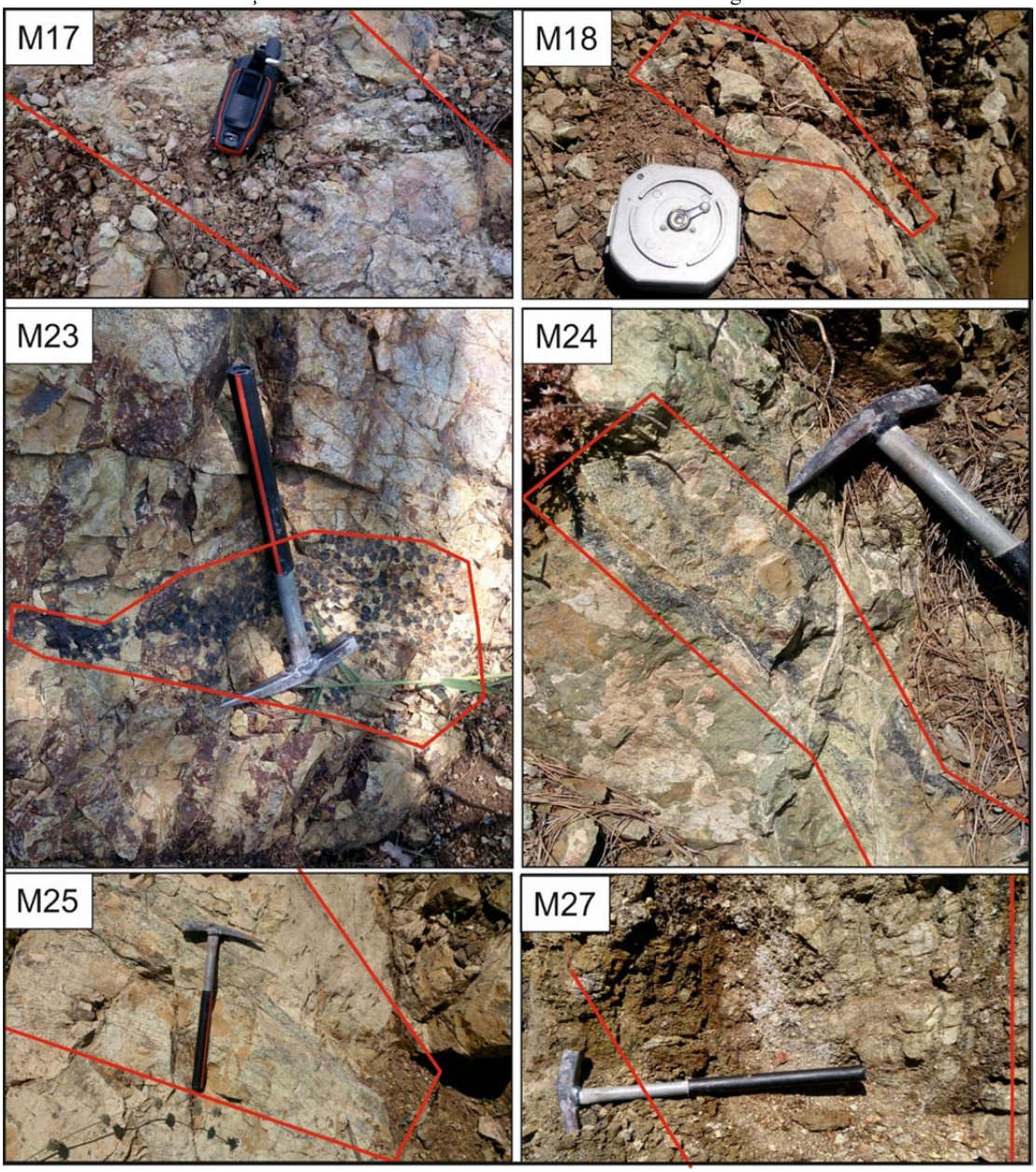
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



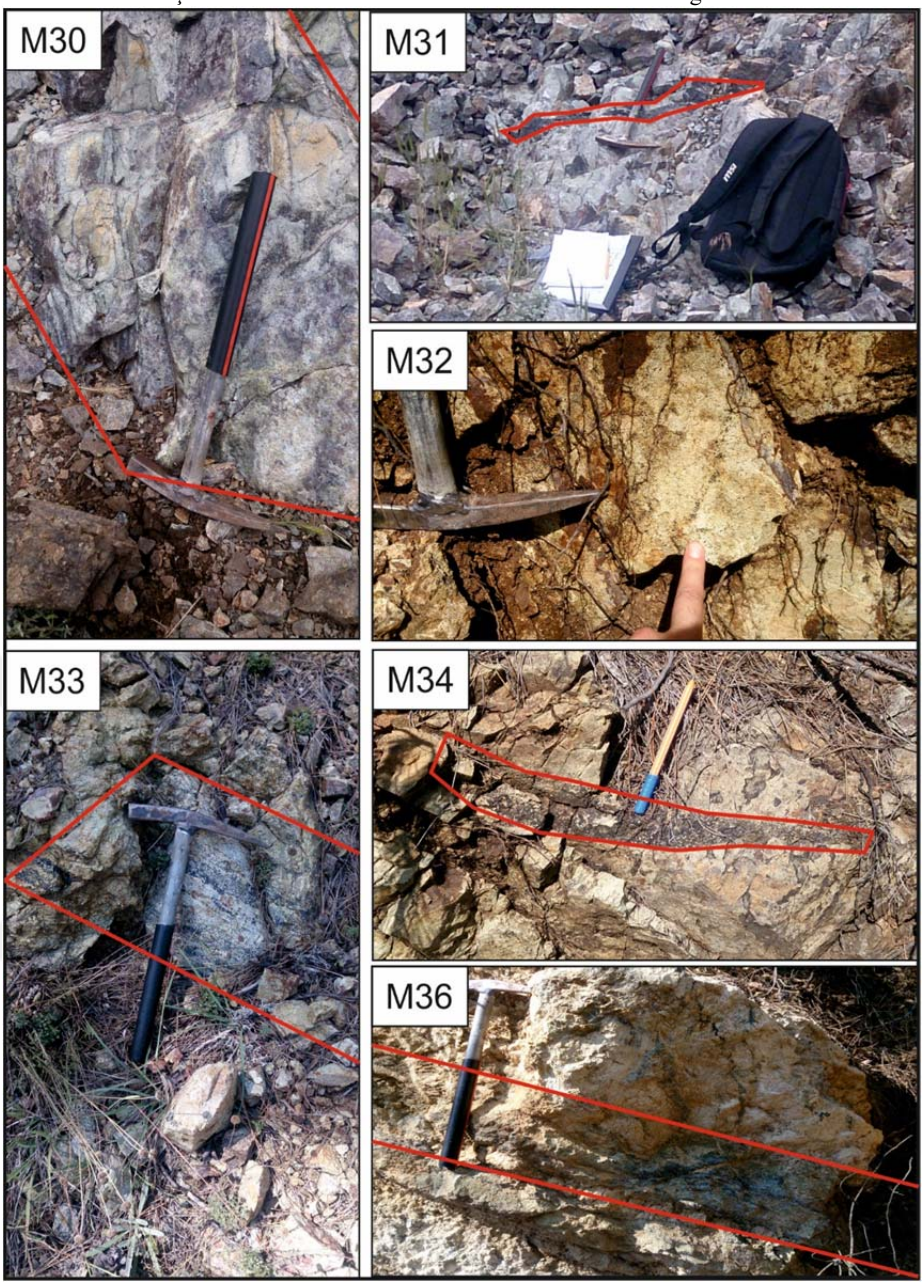
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



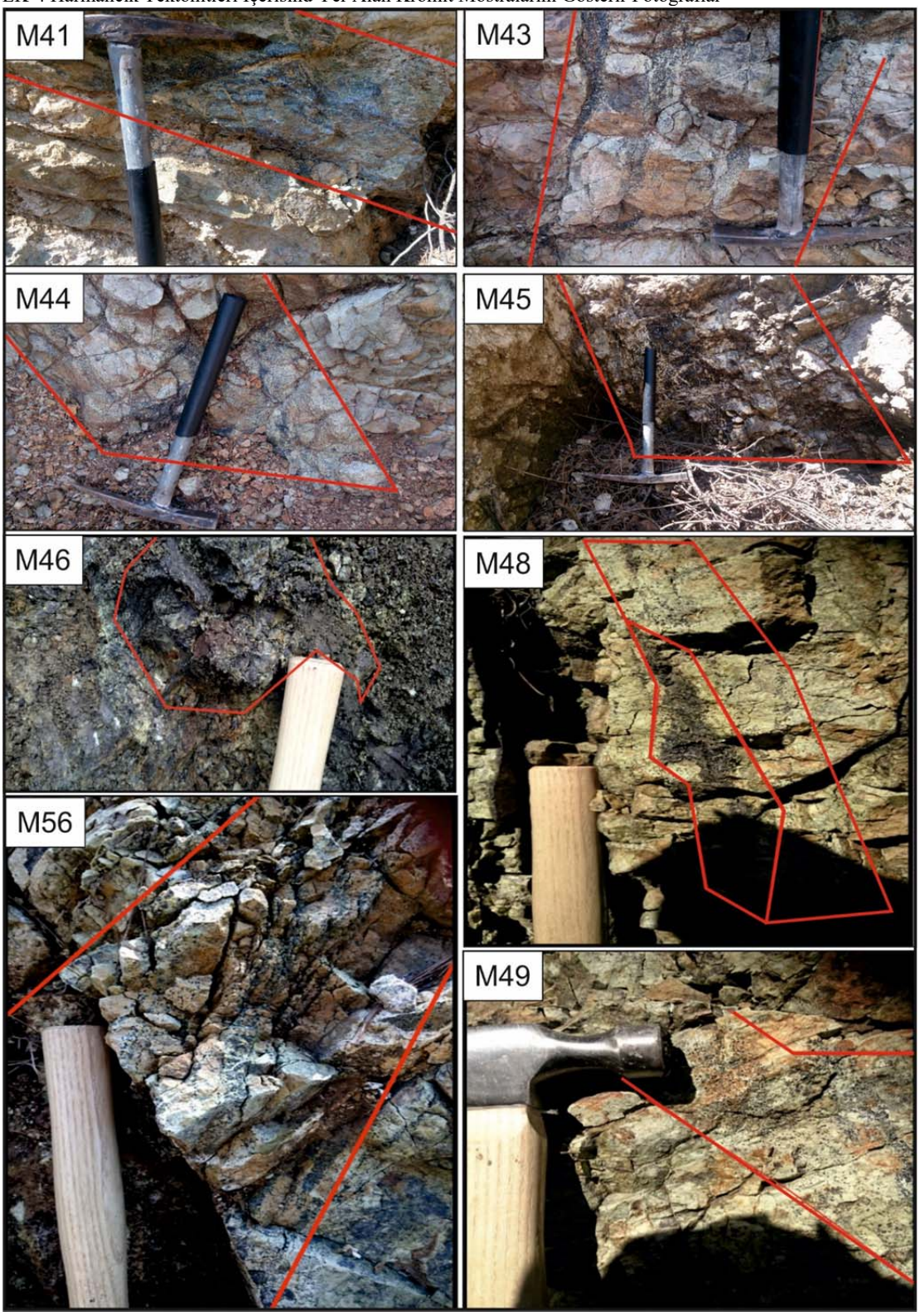
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



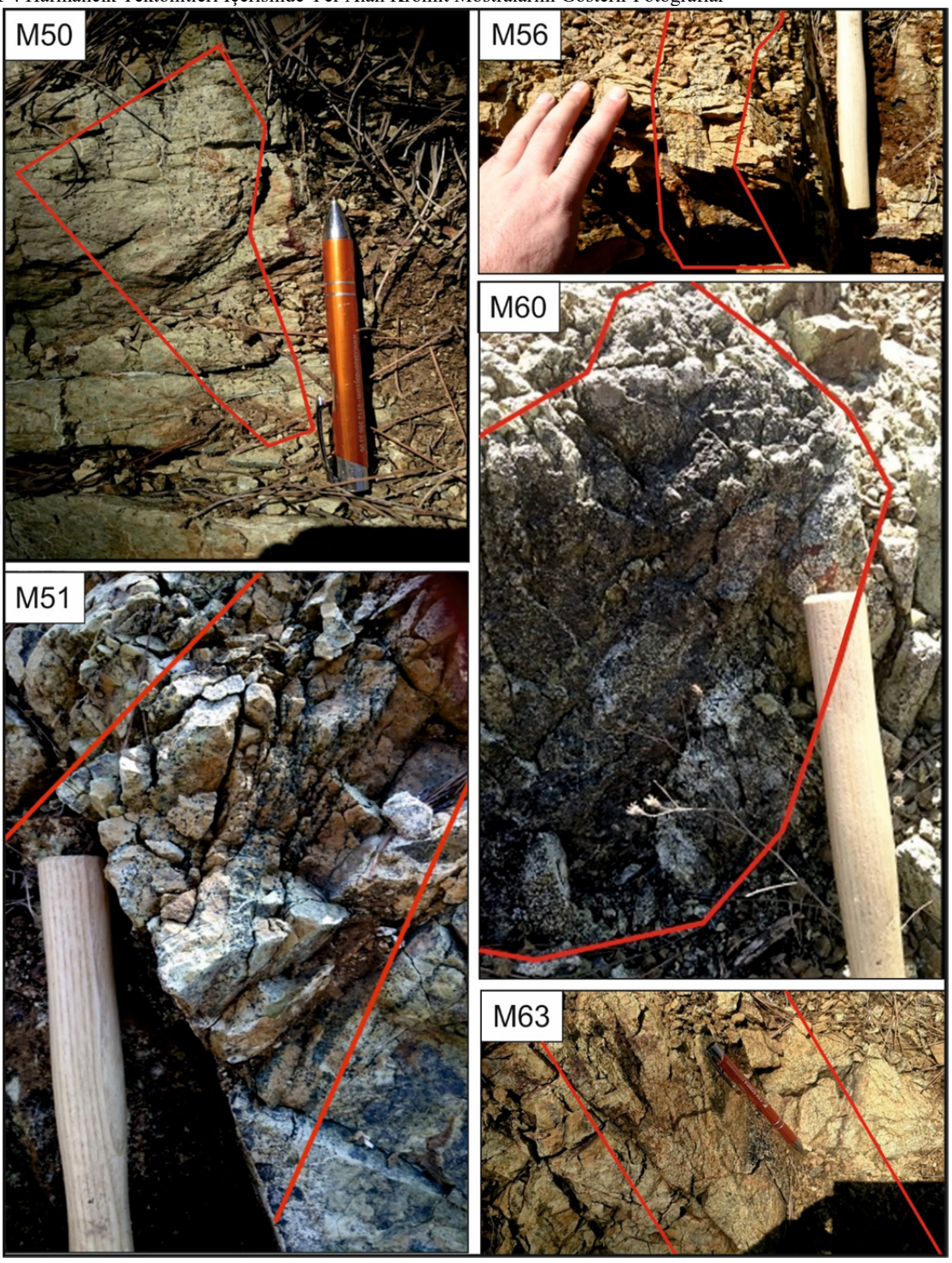
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



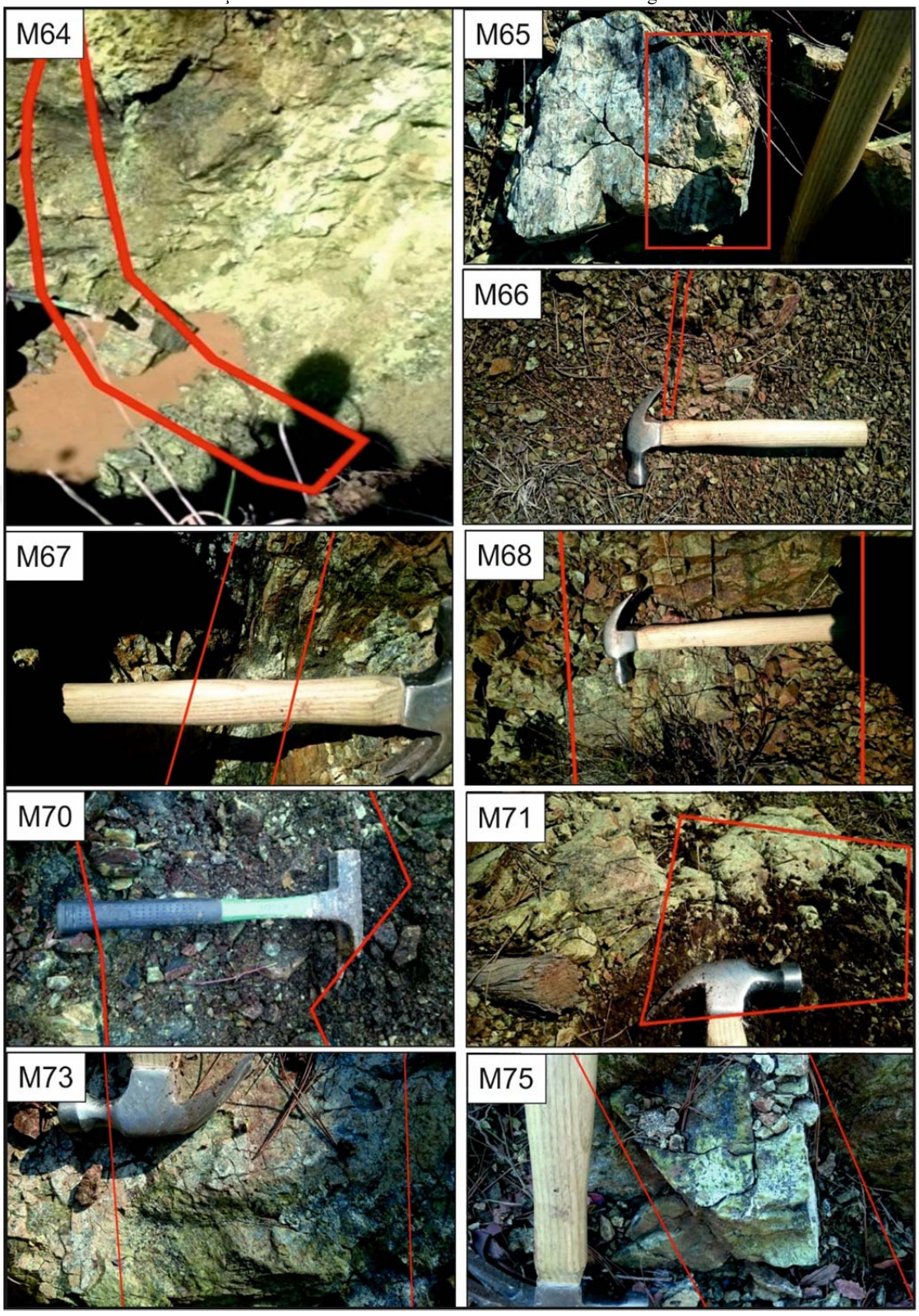
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisind Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



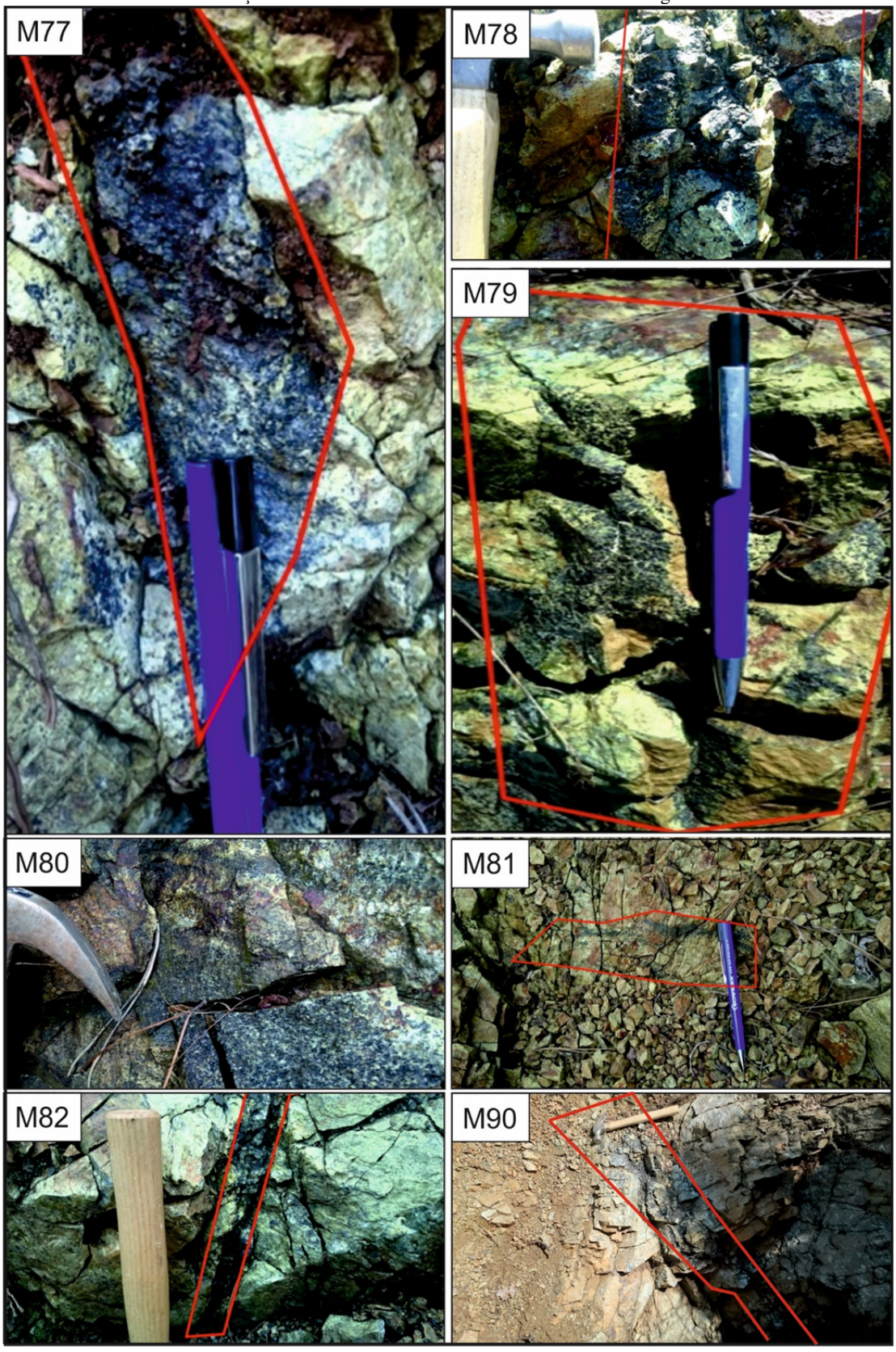
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



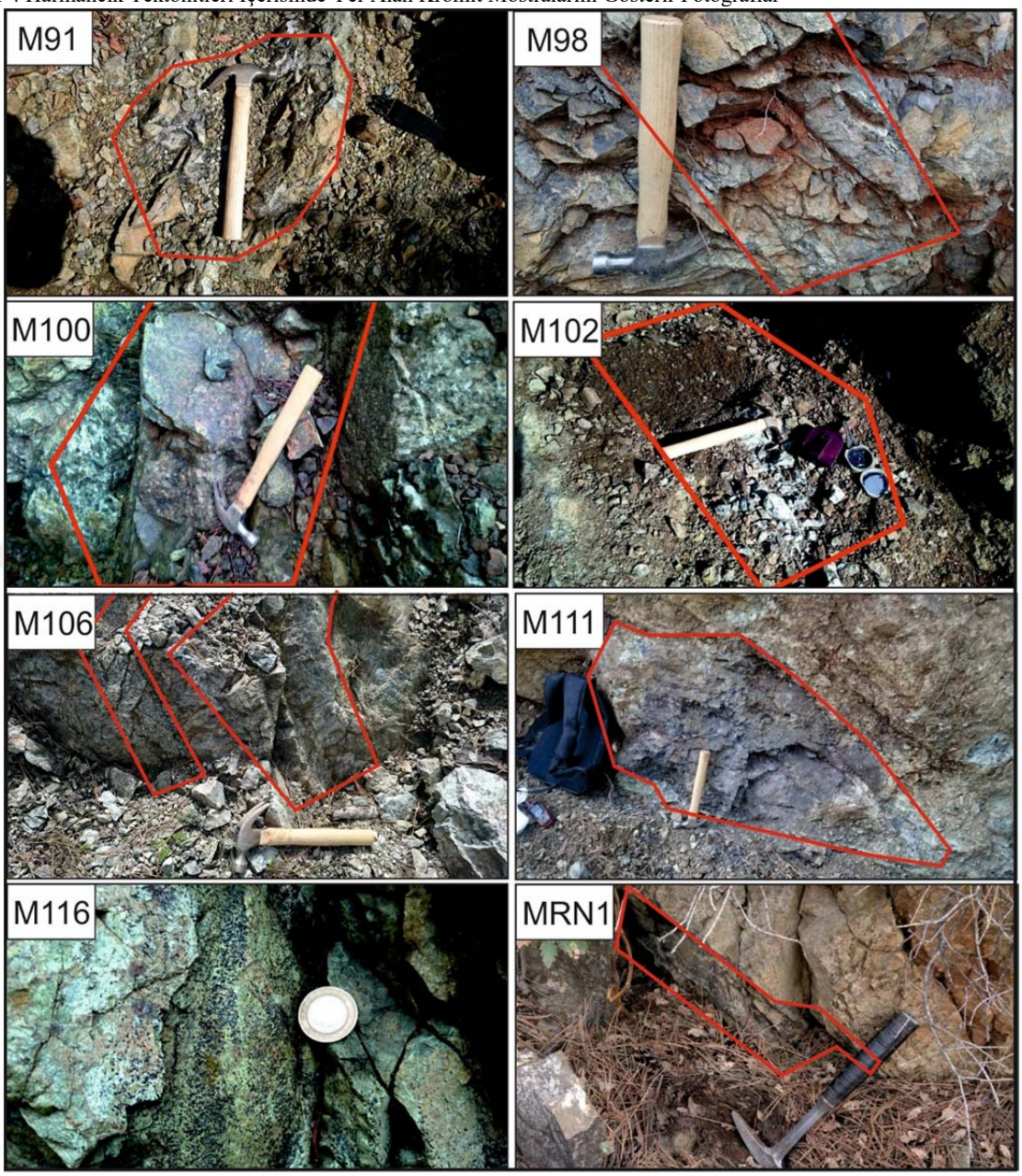
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



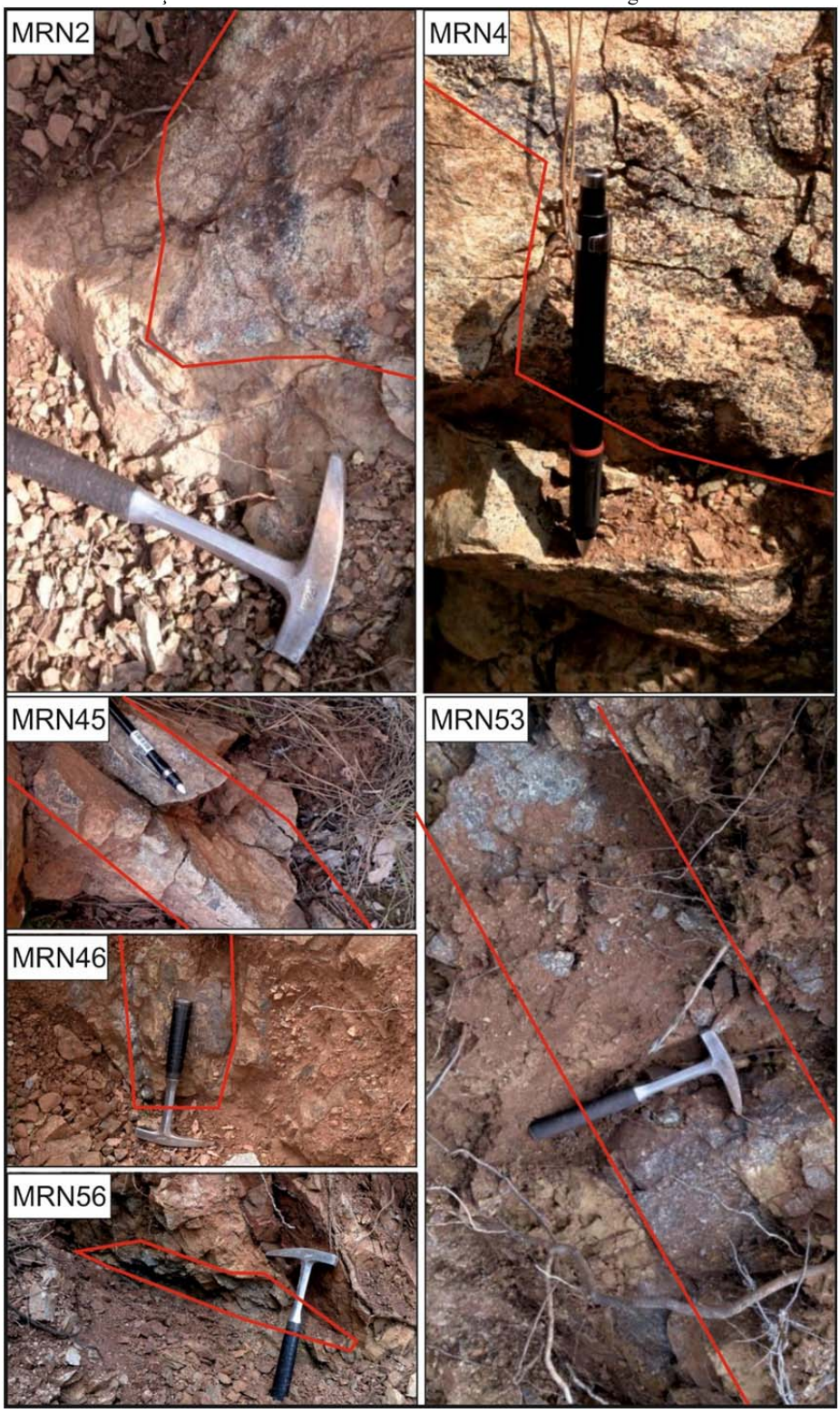
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



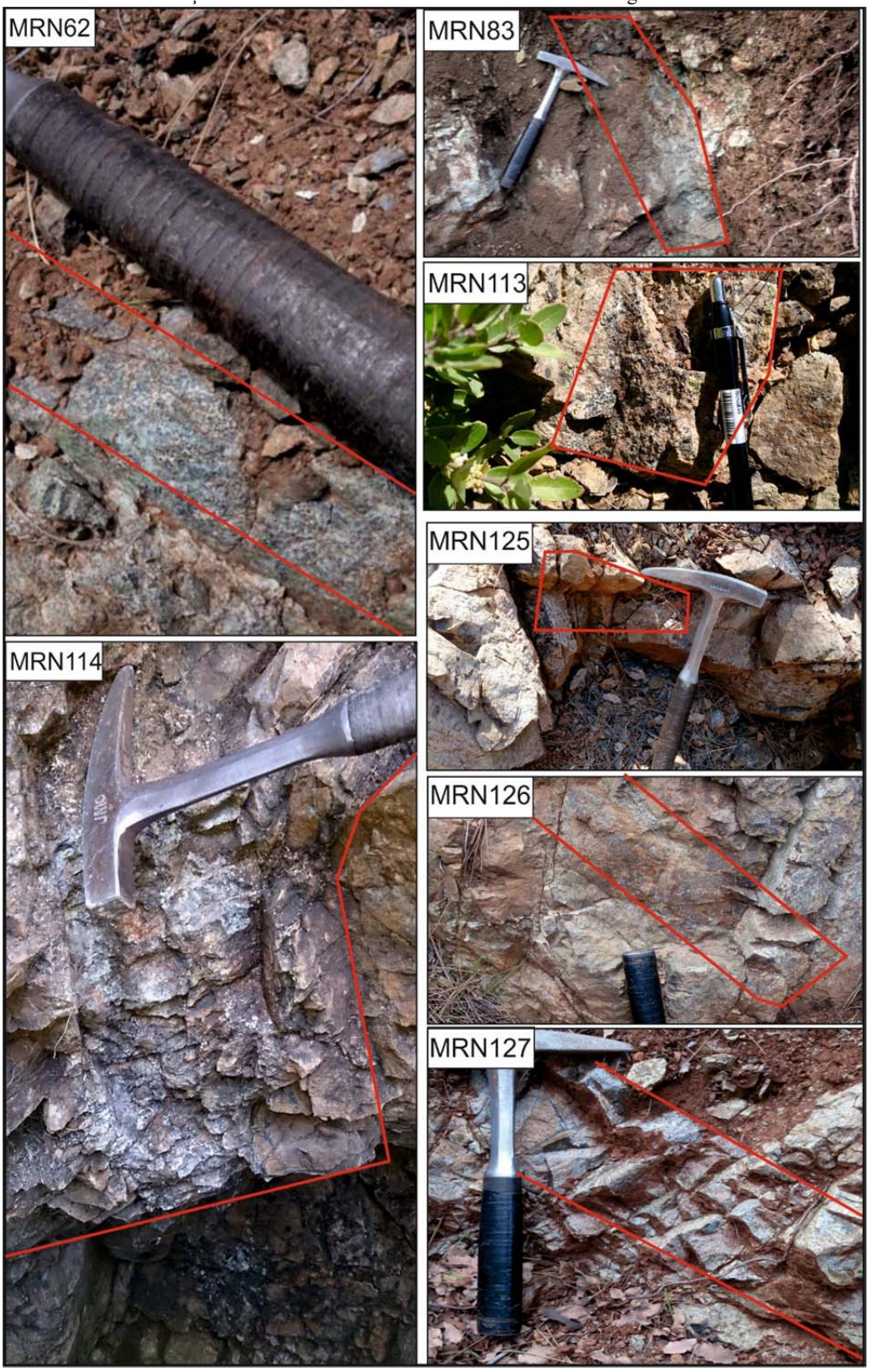
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



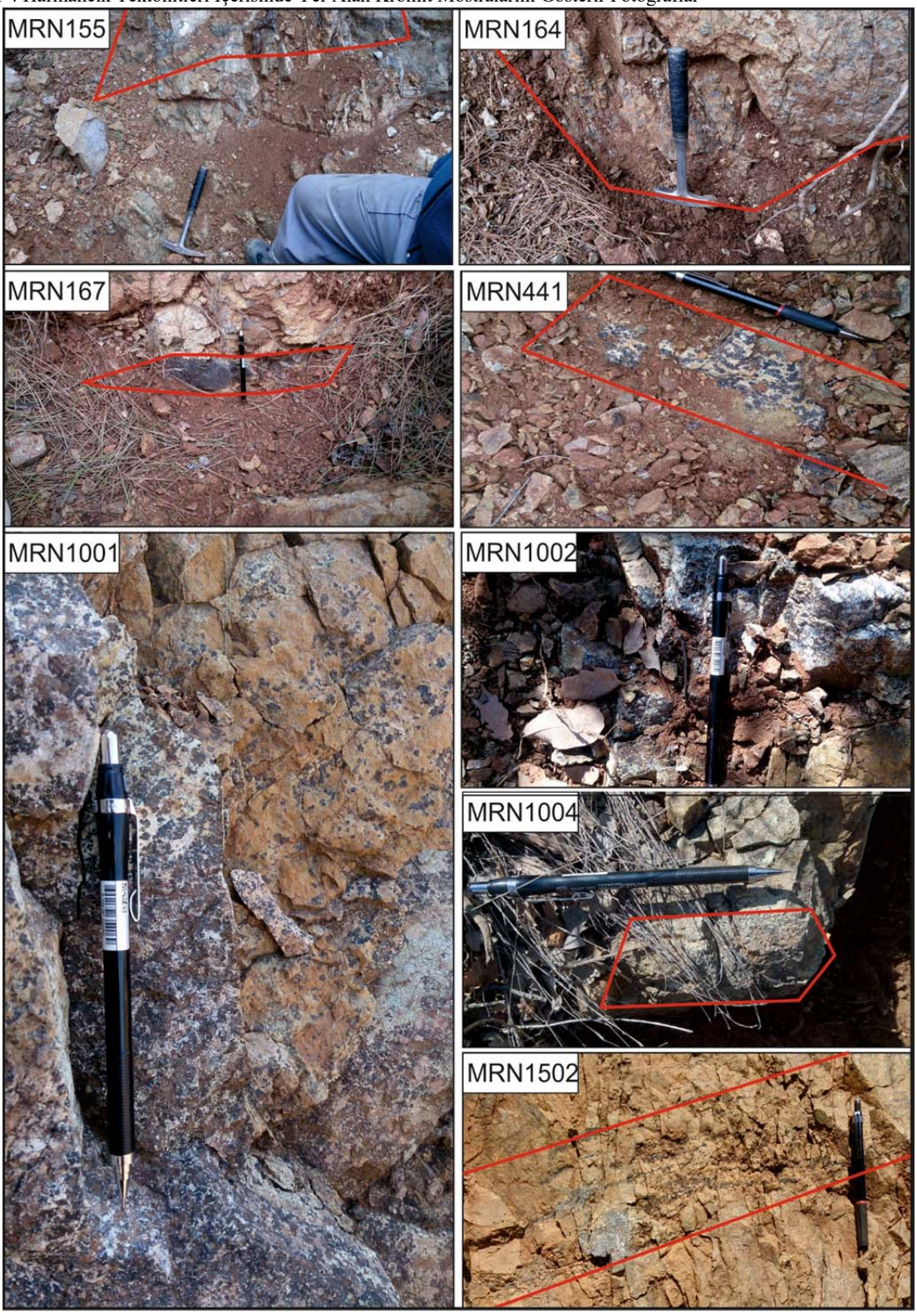
EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



EK-4 Harmancık Tektonitleri İçerisinde Yer Alan Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar



EK-5 ORHANELİ KÜMÜLATLARI İÇERİSİNDE (KM22B DOLAYLARINDA) YER ALAN BAZI KROMİT MOSTRALARINI GÖSTERİR FOTOĞRAFLAR

EK-5 Orhaneli Kümülatları İçerisinde (KM22B Dolaylarında) Yer Alan Bazı Kromit Mostralarını Gösterir Fotoğraflar

