T. C.
CUMHURİYET ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

İĞDİR – SALUR (ARTOVA-TOKAT) KROM CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLOJİSİ VE KROMİTLERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Zeynep CUMERT
(201292081012)

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Tez Danışmanı: Prof.Dr. Osman KOPTAGEL

SİVAS

TEMMUZ 2017

ZEYNEP CUMERT' in hazırladığı ve "**İĞDİR – SALUR (ARTOVA-TOKAT) KROM CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLOJİSİ VE KROMİTLERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ"** adlı bu çalışma aşağıdaki jüri tarafından **JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**'nda **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak kabul edilmiştir.

Tez Danışmanı : **Prof. Dr. Osman KOPTAGEL** .....
Cumhuriyet Üniversitesi

Jüri Üyesi :

Jüri Üyesi :

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü tarafından **YÜKSEK LİSANS TEZİ** olarak onaylanmıştır.

Prof. Dr. İdris ZORLUTUNA
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ MÜDÜRÜ

Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Senatosu'nun 20.08.2014 tarihli ve 7 sayılı kararı ile kabul edilen Fen Bilimleri Enstitüsü Lisansüstü Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırlanmıştır.

*Bu tez, Cumhuriyet Üniversitesi Bilimsel Araştırma Projeleri (CÜBAP) Komisyonu tarafından **M-528** nolu proje kapsamında desteklenmiştir.*

Bütün hakları saklıdır.
Kaynak göstermek koşuluyla alıntı ve gönderme yapılabilir.

© Zeynep CUMERT, 2017

hep yanımda hissettiğim anne ve babama…

ETİK

Cumhuriyet Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Tez Yazım Kılavuzu (Yönerge)'nda belirtilen kurallara uygun olarak hazırladığım bu tez çalışmasında;

- ✓ Bütün bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- ✓ Görsel, işitsel ve yazılı tüm bilgi ve sonuçları bilimsel ahlak kurallarına uygun olarak sunduğumu,
- ✓ Başkalarının eserlerinden yararlanılması durumunda ilgili eserlere, bilimsel normlara uygun olarak atıfta bulunduğumu ve atıfta bulunduğum eserlerin tümünü kaynak olarak gösterdiğimi,
- ✓ Bütün bilgilerin doğru ve tam olduğunu, kullanılan verilerde herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- ✓ Tezin herhangi bir bölümünü, Cumhuriyet Üniversitesi veya bir başka üniversitede, bir başka tez çalışması olarak sunmadığımı; beyan ederim.

25.07.2017

Zeynep CUMERT

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR

Bu çalışma T.C. Cumhuriyet Üniversitesi (Sivas), Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı' nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırlanmıştır.

Tez çalışmam boyunca destek ve yardımları için danışmanım Prof.Dr. Osman KOPTAGEL' e,
Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvar olanaklarından yararlanmamı sağlayan ve bazı minerallerin tanımlamalarındaki katkıları için bölüm başkanı Prof.Dr. Hüseyin YALÇIN' a,
Parlatma bloklarının hazırlanması sırasındaki katkıları için Prof.Dr. Ali UÇURUM' a ve Yrd.Doç.Dr. Çiğdem ŞAHİN DEMİR' e,
Kayaç kimyası çalışmaları sırasında NEWPET programını kullanmamdaki yardımları için Yrd.Doç.Dr. Nazmi OTLU' ya,
Çizim programlarını kullanmamdaki yardımları için Doç.Dr. Levent MESCİ' ye,
Çalışmalarımda her zaman destek ve yardımlarını gördüğüm Yrd.Doç.Dr. Ahmet EFE' ye,
Kristal kimyası analizlerini hassasiyetle gerçekleştiren T.C. Erciyes Üniversitesi (Kayseri) Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarları elemanlarından Fizik Müh. İhsan AKŞİT' e,
Çalışmalarımda benden desteğini esirgemeyen Tire Linyit San.ve Tic. A.Ş yönetim kurulu başkan yardımcısı Selim Cem BAŞARAN' a,
Krom cevherleşmelerinde çalışma izni veren ANT Madencilik yetkili ve çalışanlarına,

teşekkür ederim.

ÖZET

İĞDİR – SALUR (ARTOVA-TOKAT) KROM CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLOJİSİ VE KROMİTLERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

ZEYNEP CUMERT

Yüksek Lisans Tezi

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Danışman: Prof. Dr. Osman KOPTAGEL

2017, 91+xvi sayfa

Bu çalışmada, Artova' nın (Tokat) güney-güneydogusunda yer alan krom cevherleşmelerin çeşitli özellikleri incelenmeye çalışılmıştır. Yapılan saha incelemeleri sonucunda, yöredeki litolojik birimleri, yaşlıdan gence doğru; Kampaniyen öncesi yerleşim yaşına sahip çeşitli yaşlarda kireçtaşı blokları ve mafik-ultramafik kayaçlar içeren Artova Ofiyolitli Karışığı' nın, Lütesiyen yaşlı konglomera, kumtaşı, kiltaşı, çamurtaşı ve marn gibi sedimanter kayaçlar ile çeşitli volkanik kayaçlardan oluşan Haydaroğlu Formasyonu' nun ve Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter kayaçlardan oluşan ve çakıltaşı, kumtaşı, yer yer de kireçtaşı ve traverten içeren Boyunpınar Formasyonu' nun oluşturduğu gözlenmiştir. Yöredeki krom cevherleşmeleri Artova Ofiyolitli Karışığı içerisindeki ultramafik kayaçlar ile ilişkili olarak gözlenmektedir. Krom cevherleşmeleri yoğun tektonik kuvvetlerin etkisi altında aşırı şekilde ezilmiş ve parçalanmışlardır. Cevherleşmelerin en önemli minerali kromittir. Kromitlerde kataklastik ve pull-apart dokuları gelişmiştir. Artova Ofiyolitli karışığı kayaçlarından izole diyabaz dayklarında gerçekleştirilen kimyasal incelemelerde, bu kayaçların MORB dan ziyade dalma batma zonlarında gelişen ofiyolitler (SSZ) ile ilişkili olarak oluştukları anlaşılmıştır. Cevher ve serpantinit örneklerindeki kromitlerde gerçekleştirilen analiz sonuçlarının değerlendirilmesi neticesinde de, kromitlerin değişik parametrelere göre değişik adlar alabildikleri, cevher örneklerindeki ve serpantinitlerdeki kromitlerin hemen hemen tüm değerlendirme diyagramlarında ayrı ayrı kümelendikleri gözlenmiştir. Bu durum, cevher kütleleri ile ultramafik kayaçların gelişim süreçlerindeki olası farklılığın bir yansıması olarak değerlendirilmiştir. Özellikle cevherleşmelerdeki kromitlerin düşük / sıfıra yakın / sıfır Fe^{3+} içerikleri, kromitlerin oksijen kısmi basıncı bakımından oldukça fakir ortamlarda oluştuğunu göstermektedir. Tüm değerlendirmeler sonucunda Artova güney-güneydoğusundaki krom cevherleşmelerinin MORB ofiyolitlerinden ziyade dalma- batma zonları ile ilişkili olarak gelişen SSZ ofiyolitleri ile ilişkili olarak oluştukları sonucuna ulaşılmıştır.

Anahtar kelimeler: Artova, Krom Cevherleşmesi, Kromit, Jeokimya, Krom Yatakları

ABSTRACT

GEOLOGY AND GEOCHEMICAL CHARACTERISTICS OF CHROMITES OF İĞDİR-SALUR (ARTOVA-TOKAT) CHROMITE MINERALIZATIONS

Zeynep CUMERT

Master of Science Thesis

Department of Geological Engineering

Supervisor: Prof. Dr. Osman KOPTAGEL

2017, 91+xvi pages

In this study, field and geochemical data for chrome mineralization in the south-southeastern area of Artova (Tokat) are presented to identify the source and basic processes of mineralization. As a result of field investigations were undertaken to identfiy, the lithological units (starting from the oldest to youngest), such as; the Artova Ophiolitic Melange in Campanian settlement age, and composed of limestone blocks in several ages and mafic-ultramafic rocks; followed by the Haydaroğlu Formation containing sedimentary rocks including; conglomerate, sandstone, clay stone, mudstone and marl, and volcanic rocks in Lutetian age. The Boyunpınar Formation is composed of sedimentary rocks, such as conglomerate, sandstone, limestone and travertine in age of Miocene-Pliocene, and is top member of lithological units. Chromite mineralizations in the region were seen to be related to the ultramafic rocks within the Artova Ophiolitic Melange. Chromite mineralizations were extremely deformed under the intensive tectonic activity. The most important economic mineral inthe area is chromite. Cataclastic and pull-apart textures are common in chromites from the study area. The chemical investigations on isolated diabase dikes from the Artova Ophiolitic Melange rocks indicated that those rocks were formed associated with ophiolites developed in supra-subduction zones (SSZ) rather than the MORB. The evaluation of the analysis results of mineralization and serpentinite samples from those chromites indicated that they were given various names according to their various parameters, and chromites in mineralization and samples in serpentinites were aggregated separately in almost all evaluation diagrams. It has been postulated that this condition might be reflection of the possible difference between the formation processes of mineral and ultramafic rocks. Especially, the low/near-zero/zero Fe^{3+} contents of chromites within the mineralizations demonstrated that they were formed in environments having rather low oxygen fugacity. As a result of all evaluations, the chrome mineralizations in the south-southeastern region of Artova could be related to SSZ ophiolites associated with the supra-subduction zones rather than the MORB ophiolites.

Key Words: Artova, Chromite Mineralization, Chromite, Geochemistry, Chromite Deposits

İÇİNDEKİLER

Sayfa

KATKI BELİRTME VE TEŞEKKÜR …….. vii
ÖZET ……. viii
ABSTRACT ……. ix
ŞEKİLLER DİZİNİ…….. xi
ÇİZELGELER DİZİNİ……..... xv
KISALTMALAR DİZİNİ…… xvi

1. GİRİŞ……. 1
1.1 İncelemenin Amacı ve Kapsamı…….. 1
1.2 İnceleme Yöntemleri…… 1
1.3 İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri …….. 3
1.4 Önceki Çalışmalar…… 4
2. JEOLOJİ ……. 12
2.1 Bölgesel Jeoloji…… 12
2.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler ……... 13
2.1.2 Mesozoyik Yaşlı Birimler…… 13
2.1.3 Senozoyik Yaşlı Birimler……. 14
2.2 Litolojik Birimler ……. 14
2.2.1 Artova Ofiyolitli Karışığı …… 17
2.2.2 Haydaroğlu Formasyonu…….. 22
2.2.3 Boyunpınar Formasyonu…….. 23
2.2.4 Alüvyon …….. 25
3. MADEN JEOLOJİSİ…… 26
3.1 Krom Cevherleşmelerinin Dağılımı ve İsimlendirilmesi ……. 26
3.2 Krom Cevherleşmelerinin Genel Özellikleri …… 26
4. CEVHER MİKROSKOPİSİ …… 36
4.1 Amaç ve Yöntem ……. 36
4.2 Cevher Mineralojisi ve Mikro Yapı-Doku Özellikleri …… 36
5. JEOKİMYASAL İNCELEMELER …….. 47
5.1 Kayaç Kimyası İncelemeleri …… 47
5.2 Kromitlerin Jeokimyasal İncelenmesi ……. 57
5.2.1 Hesaplama yöntemleri……. 58
5.2.2 Kromitlerin değişim diyagramları …….. 62
5.2.3 Kromitlerin adlandırılması ……. 64
5.2.4 Ferritkromitleri kimyasal özelliklerinin incelenmesi ……. 68
5.2.5 Sülfürlü oluşumların kimyasal özelliklerinin incelenmesi ……. 72
5.2.6 İzole diyabaz dayklarındaki opak bileşenlerin kimyasal özelliklerinin incelenmesi…….. 73
5.2.6 Kromitlerin sınıflandırma diyagramlarında incelenmesi …… 75
6. SONUÇLAR ve TARTIŞMA …….. 85

KAYNAKLAR…….. 87

ÖZGEÇMİŞ

ŞEKİLLER DİZİNİ

Sayfa

Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası……. 2
Şekil 2.1 Bölgesel jeoloji haritası (Bingöl, 1989 dan sadeleştirilerek)…… 12
Şekil 2.2 İnceleme alanının jeoloji haritası (Özcan vd.,1980, Özcan ve Aksay, 1996 ile Sümengen , 2013 den birleştirilerek)…….. 15
Şekil 2.3 İnceleme alanının jeolojik kesitleri (Açıklamalar Şekil 2.2 ile aynıdır)…….. 16
Şekil 2.4 İnceleme alnındaki birimlerin stratigrafik konumları (ölçeksiz)….. 16
Şekil 2.5 Artova Ofiyolitli Karışığı' nın genel görünümü (Üçtepeler Mevkii, GGD'ya bakış)……. 18
Şekil 2.6 Ultramafik kayaçlarda ezilme ve ufalanmalar (2 numaralı krom cevherleşmesi, güneye bakış)…….. 18
Şekil 2.7 Ultramafik kayaçlarda lisfenitleşmeler (Ortasırt Tepe' nin kuzeyi, doğuya bakış)…… 19
Şekil 2.8 Artova Ofiyolitli Karışığı içerisinde izole diyabaz daykları (Ortasırt Tepe' nin batısı)……. 20
Şekil 2.9 Artova Ofiyolitli Karışığı içerisindeki izole diyabaz dayklarında rodenjitleşme (2 numaralı krom cevherleşmesinden)……... 20
Şekil 2.10 Serpantinitler içerisinde gelişen manyezit oluşumları (3 numaralı krom cevherleşmesinden)……. 21
Şekil 2.11 Artova Ofiyolitli Karışığı içerisinde yer alan kireçtaşı bloğu (Üçtepeler Mevkii, GGD'ya bakış)…….. 21
Şekil 2.12 Haydaroğlu Formasyonu' na ait konglomeraların genel görünümü (Salur güneyi, güneye bakış)…… 23
Şekil 2.13 Boyunpınar Formasyonu' nun genel görünümü (Çelikli GD' su, güneye bakış)……. 24
Şekil 3.1 İnceleme alanında krom cevherleşmelerinin dağılımı (Açıklamalar Şekil 2.2 ile aynıdır)…… 27
Şekil 3.2 1 numaralı krom cevherleşmesinde eski arama galerileri…… 27
Şekil 3.3 Serpantinitlerde ağ/elek dokusu…… 29
Şekil 3.4 3 numaralı cevherleşmede merceğimsi krom cevherleşmesi…… 29
Şekil 3.5 1 numaralı cevherleşmede düzensiz kütleler halindeki krom cevherleşmeleri…… 30
Şekil 3.6 İnceleme alanındaki 1 numaralı krom cevherleşmesinde, işletmeci şirket tarafından hazırlanmış jeolojik kesitler (kesitler KKB-GGD doğrultulu olup, Kuzeyden Güneye sıralıdır). 31
Şekil 3.7 3 numaralı cevherleşmede tektonik süreçler etkisi altında parçalanmış krom cevherleşmesi……. 32
Şekil 3.8 1 numaralı cevherleşmede saçınımlı krom cevherleşmesi…… 32
Şekil 3.9 Benekli krom cevherleşmesi…… 33
Şekil 3.10 Bantlı krom cevherleşmesi…… 33
Şekil 3.11 Gang katkılı masif krom cevherleşmesi…….. 34
Şekil 3.12 Masif krom cevherleşmesi…… 34
Şekil 3.13 Krom zenginleştirme tesisi…… 35
Şekil 4.1 Özşekilsiz kromitler (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27)…… 38

Şekil 4.2 Serpantinitlerde özşekilli kromitler (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol Örnek No: Z-1K)…… 38
Şekil 4.3 Kromitte iç yansıma (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z- 57)……... 39
Şekil 4.4 Krom cevherlerindeki kromitlerde ferritkromit oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27A)…….. 39
Şekil 4.5 Serpantinitlerdeki kromitlerde ferritkromit oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27A)…… 40
Şekil 4.6 Cevherleşmelerdeki kromitlerde gözlenen sülfürlü mineral oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-52)……. 40
Şekil 4.7 Cevherleşmelerdeki kromitlerde gözlenen sülfürlü mineral oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-57)……. 41
Şekil 4.8 Serpantinitlerdeki kromitlerde gözlenen sülfürlü mineral oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-5 K)…… 41
Şekil 4.9 Serpantinitlerde hematit yığışımları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-1K)……... 42
Şekil 4.10 İzole diyabaz dayklarında iskeletimsi/kafes yapılı oluşumlar (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27K)…… 43
Şekil 4.11 Kromitlerin tane boyu (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: OKC-26)……. 43
Şekil 4.12 Kromitlerde taneli doku (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-29)……..... 44
Şekil 4.13 Kromitlerde kataklastik yapı (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-29)……. 44
Şekil 4.14 Kromitlerde milonitleşme düzeyinde kataklastik yapı (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-10)…….. 45
Şekil 4.15 Kromitlerde çek-ayır yapısı (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-15)…… 45
Şekil 5.1 % SiO_2 ye karşı % Na_2O+K_2O verilerinin esas alındığı volkanik kayaçların adlandırılması diyagramı (LeMaitre, 1989)..... 50
Şekil 5.2 Zr/TiO_2 ye karşı SiO_2 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların adlama diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977)…… 50
Şekil 5.3 % SiO_2 ye karşı % Na_2O+K_2O verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).. 51
Şekil 5.4 FeO(T), Na_2O+K_2O ve MgO verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).. 52
Şekil 5.5 % FeO(T) ya karşı % FeO(T)/MgO verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Miyashiro, 1974)……. 53
Şekil 5.6 % TiO_2 ye karşı % FeO(T)/MgO verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Miyashiro, 1974)……. 53
Şekil 5.7 Ti/100, Zr ve Sr/100 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Cann, 1973)…….. 54
Şekil 5.8 Ti/100, Zr ve Y*3 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Cann, 1973)…….. 55
Şekil 5.9 Ti ve Zr verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Cann, 1973)……. 55

Şekil 5.10 Zr/Y ve Zr verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Norry, 1979)…… 56
Şekil 5.11 TiO_2, MnO ve P_2O_5*10 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Mullen, 1983)…… 56
Şekil 5.12 Kromitlerin değişim diyagramları…… 63
Şekil 5.13 Kromitlerin Stevens (1944) adlandırma diyagramındaki Konumları (diyagram Paktunç' dan, 1981)…….…… 65
Şekil 5.14 Kromitlerin Sokolov (1948) adlandırma diyagramındaki konumları (diyagram Smirnov' dan 1976)……. 66
Şekil 5.15 Kromitlerin Pavlov ve Grigor'yeva (1978) adlandırma diyagramındaki konumları (diyagram Smirnov' dan, 1976)…….. 67
Şekil 5.16 Kromitlerin Haslam vd (1976) adlandırma diyagramındaki konumları (diyagram Kırıkoğlu' ndan 1987)…….. 67
Şekil 5.17 Kromitlerin Kırıkoğlu (1987) adlandırma diyagramındaki konumları…… 68
Şekil 5.18 Kromitler ile ilişkili olarak gözlenen ferritkromit oluşumlarında kristal kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği nokta konumları…… 69
Şekil 5.19 OKC-7 numaralı örnekte seçilen doğrultu ve element dağılım bollukları…… 71
Şekil 5.20 OKC-21 numaralı örnekte seçilen doğrultu ve element dağılım bollukları…… 72
Şekil 5.21 Z-5K numaralı örnekte kristal kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği nokta konumları…….. 73
Şekil 5.22 Z-37K numaralı izole diyabaz daykındaki iskeletimsi/kafes yapısına sahip oluşumlarda kristal kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği nokta konumları…….. 74
Şekil 5.23 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin ve Stratiform tip yataklardaki kromitler ile karşılaştırılması (Irvine, 1967; Panayiotou vd' den, 1986)…….. 76
Şekil 5.24 İnceleme alanındaki kromitlerin meta-peridotitlerdeki kromitler ile karşılaştırılması (Thayer, 1970; Kırıkoğlu' ndan, 1987)…… 76
Şekil 5.25 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin tip, Stratiform tip ve Manto peridotitlerindeki kromitler ile karşılaştırılması (Irvine ve Findlay, 1972; Paktunç' dan, 1981)…… 77
Şekil 5.26 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin ve Stratiform tip yataklardaki kromitler ile karşılaştırılması (Dickey, 1975; Ghose ve Shrivastava' dan, 1986)…… 77
Şekil 5.27 İnceleme alanındaki kromitlerin harzburjitik ve lerzolitik yankayaçlı kromitler ile karşılaştırılması (Paktunç ve Baysal 1981)…… 78
Şekil 5.28 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin ve Stratiform tip yataklardaki kromitler ile karşılaştırılması (Duke, 1983)…… 79
Şekil 5.29 İnceleme alanındaki kromitlerin Stratiform Tip (sol) ve Alpin Tip (sağ) kromitlerin en bilinen örnekleri ile karşılaştırılması (Duke, 1983)……. 80
Şekil 5.30 İnceleme alanındaki kromitlerin Stratiform ve Podiform (Alpin Tip) Kromitlerin dağılım alanlarındaki konumu (Bonavia vd, 1993)…….. 81
Şekil 5.31 İnceleme alanındaki kromitlerin bazı Stratiform ve Podiform

(Alpin Tip) kromitlerin dağılım alanlarındaki konumu (Bonavia vd, 1993)…….. 81
Şekil 5.32 İnceleme alanındaki kromitlerin MORB, OIB ve Boninit ortamlarındaki kromitlerin dağılım alanlarındaki konumu (Escayola vd, 2011)……. 82
Şekil 5.33 İnceleme alanındaki kromitlerin Stratiform, Ofiyolit ve Boninit dağılım alanlarındaki konumu (Escayola vd, 2011)……. 83
Şekil 5.34 İnceleme alanındaki kromitlerin MORB ve SSZ ofiyolitlerindeki konumu (Escayola vd, 2011)…… 83
Şekil 5.35 İnceleme alanındaki kromitlerin MORB ve SSZ alanlarındaki konumu (Zaccarini vd (2016)…… 84
Şekil 5.36 İnceleme alanındaki krom cevherleşmelerinin, tipik bir ofiyolitik serideki konumları (ofiyolitik seri Nicolas, 1989' dan düzenlenmiştir)……..……. 86

ÇİZELGELER DİZİNİ

Sayfa

Çizelge 5.1 Bureau Veritas Commodities Canada Ltd' nin ICP/MS dedeksiyon limitleri…….. 48
Çizelge 5.2 Kayaç örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (oksitler %, elementler ppm)…… 49
Çizelge 5.3 Kromitlerin kimyasal bileşimleri (K ifadesi ile sonlanan örnek numaraları serpantinitlerdeki kromitlerdir)……. 59
Çizelge 5.4 Kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayıları…….. 60
Çizelge 5.5 Kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından hareketle hesaplanan bazı parametreler…… 61
Çizelge 5.6 Kromitlerin spinel prizmasındaki dörtlü parametreleri……. 62
Çizelge 5.7 Kromitlerde gözlenen ferritkromit oluşumlarının kristal kimyası analiz sonuçları (%)……. 70
Çizelge 5.8 Z-5K numaralı örnekte seçilmiş noktaların analiz sonuçları (%)……. 73
Çizelge 5.9 Z-37K numaralı örnekte seçilmiş noktaların analiz sonuçları (%)……. 74

KISALTMALAR DİZİNİ

AŞ	**:**	Anonim Şirket
BKB	**:**	Batı-Kuzeybatı
DKD	**:**	Doğu-Kuzeydoğu
EDS	:	Enerji Dağılım Sistemli
FeO(H)	:	FeO(Hesapla Bulunmuş)
FeO(T)	**:**	FeO(Toplam)
Fe_2O_3(H)	:	Fe_2O_3(Hesapla Bulunmuş)
GB	:	Güneybatı
GD	**:**	Güneydoğu
GGD	**:**	Güney-Güneydoğu
ICP/MS	**:**	İndüktif Eşleştirilmiş Plazma-Kütle Spektrometresi
Ka	**:**	Artova Ofiyolitli Karışığı
KB	**:**	Kuzeybatı
KD	:	Kuzeydoğu
KKB	**:**	Kuzey-Kuzeybatı
MORB	**:**	Okaynus Ortası Sırt Bazaltları
MTA	**:**	Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü
OIB	:	Okyanus Adası Bazaltları
Ol	:	Olivin
Qal	:	Alüvyon
Qz	:	Kuvars
SSZ	**:**	Dalma-Batma Zonu
Teh	**:**	Haydaroğlu Formasyonu
TMMOB	**:**	Türk Mühendis ve Mimar Odaları Birliği
Tmplb	:	Boyunpınar Formasyonu

1. GİRİŞ

1.1 İncelemenin Amacı ve Kapsamı

Bu inceleme, Cumhuriyet Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalında yüksek lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

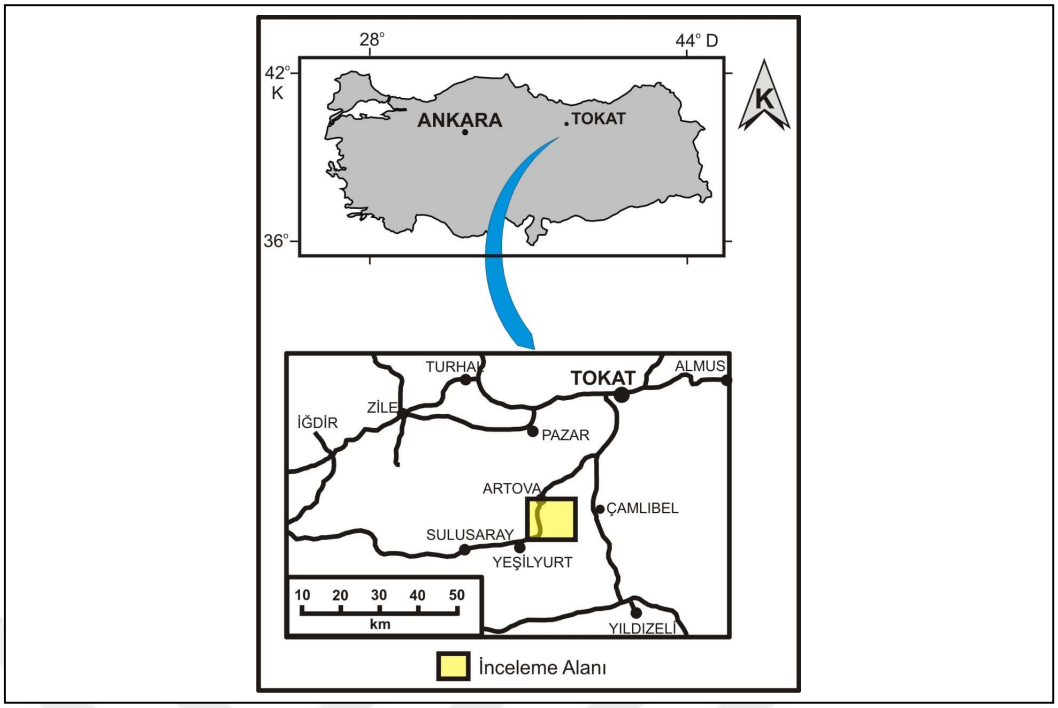
"İğdir-Salur (Artova-TOKAT) Krom Cevherleşmelerinin Jeolojisi ve Kromitlerin Jeokimyasal Özellikleri" konulu bu araştırmada, yöredeki krom cevherleşmelerinin çeşitli saha ve laboratuvar yöntemleri ile incelenmesi, cevherleşmelerin sahadaki dağılımları, bağlı oldukları jeolojik özellikler, yataklanma şekilleri, cevher-yankayaç ilişkileri, minerolojik bileşimleri, mikro yapı ve doku özellikleriyle kromit kristallerinin kristal kimyasal bileşimi gibi özelliklerinin belirlenmesi ve cevherleşmelerin kökenlerine ilişkin yaklaşımlarda bulunulması amaçlanmıştır.

Çalışmanın konusunu oluşturan krom cevherleşmeleri Tokat iline bağlı Artova ilçesinin güney-güneydoğusunda dağılım göstermekte olup, gerçekleştirilen saha ve laboratuvar incelemelerinin kapsamını ve veri kaynağını bu cevherleşmeler oluşturmaktadır.

1.2 İnceleme Yöntemleri

Tez çalışmasının ilk aşamasında sınırları Şekil 1.1' de görülen yaklaşık 170 km^2 lik bir alanda, kayaç türlerinin dağılımı, jeolojik özellikler ve jeolojik birimlerin birbirleri ile olan ilişkilerini araştırmak amacı ile 1/25.000 ölçekli jeoloji haritasının çizimi planlanmış, ancak, arazi incelemelerinin ilk aşamasında, inceleme alanını da kapsayan, oldukça detaylı çalışılmış iki adet Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü raporuna (Özcan vd., 1980 ile Özcan ve Aksay, 1996) ulaşım olanağı bulununca, saha incelemeleri süresince bu araştırıcıların çalışmalarına ait jeoloji haritalarından yararlanılmıştır.

Saha çalışmalarının ilk aşamasını, inceleme alanındaki kayaç türlerinin çeşitli özelliklerinin, dağılımlarının ve stratigrafik konumlarının saptanması ile krom cevherleşmelerinin coğrafik dağılımlarının belirlenmesi oluşturmuştur. İlerleyen aşamalarda krom cevherleşmelerinin gözlendiği yerler esas hedef alanlar olarak belirlenmiştir. Krom yataklarının yakın çevresinde jeolojik gözlemler ve örneklemeler



Şekil 1.1 İnceleme alanının yer bulduru haritası.

detaylandırılmış, gerek inceleme alanının genel taranması sırasında gerekse de krom cevherleşmelerinin gözlendiği yerlerdeki detay incelemeler sırasında kayaçlardan (80 adet) ve cevherleşmelerden (65 adet) örnek alınmıştır.

Çalışmanın ikinci aşamasında arazi incelemeleri sırasında derlenen kayaç ve cevher örneklerinden 54 adet incekesit, cevher ve bazı kayaç örneklerinden de 32 adet parlatma bloğu hazırlanmış, incekesitlerdeki mineralojik bileşim ve mikro yapı-doku özellikleri alttan aydınlatmalı polarizan mikroskop yardımıyla, parlatma bloklarındaki mineralojik bileşim ile mikro yapı-doku özelliklerinin tespiti ise üstten aydınlatmalı polarizan mikroskop yardımıyla yapılmıştır.

Saha çalışmaları sırasında derlenen izole diyabaz dayklarından seçilen 7 adet kayaç örneği kayaç kimyası incelemeleri için seçilmiştir. Kırma-öğütme işlemlerinden geçirilip toz haline getirilen örnekler merkezi Kanada' da bulunan "Bureau Veritas Commodities Canada Ltd." şirketinde (2012 den önceki eski adı ile Acme Lab) LF300 analiz paketi seçeneği dahilinde ICP-MS yöntemi ile SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , Na_2O , K_2O , TiO_2 , P_2O_5 , MnO , Cr_2O_3 , Ba , Ni, Sr , Zr , Y , Nb ve Sc gibi ana bileşen oksit ve bazı eser elementlerin kimyasal analizi gerçekleştirilmiştir.

Bu incelemelerin yanı sıra, kayaç ve cevher örneklerindeki kromitlerin ve bazı minerallerin kimyasal özelliklerinin tanımlanabilmesi için 18' i cevher örneği ve 5' i de kayaç örneği olmak üzere toplam 23 adet parlatma bloğunda çeşitli elementlerin (Cr, Fe, Al, Mg, Ni, Co, Ti gibi) kimyasal analizleri gerçekleştirilmiştir. Kimyasal analiz işlemleri, T.C. Erciyes Üniversitesi (Kayseri) Teknoloji Araştırma ve Uygulama Merkezi Laboratuvarları' nda bulunan Zeiss Lecia marka LEO 440 Enerji Dağılım Sistemli (EDS) Taramalı Elektron Mikroskopta yapılmıştır.

Çalışmanın son aşamasında, saha ve laboratuvar verileri, literatür bilgileri ışığında değerlendirilerek yöredeki krom cevherleşmelerinin jeolojik ve jeokimyasal özellikleri ortaya konulmuş, oluşum koşullarına yaklaşım(lar)da bulunulmaya çalışılmıştır.

1.3 İnceleme Alanının Coğrafik Konumu ve Özellikleri

İnceleme alanı İç Anadolu Bölgesinde, Tokat iline bağlı Artova ilçesinin güney-güneydoğu kesiminde 1/25000 ölçekli TOKAT H36-c3 ve TOKAT H36-c4 topoğrafik harita paftalarının birleşim yerinde bulunmaktadır (Bkz. Şekil 1). İnceleme alanı içerisinde yer alan Artova ilçesinin Tokat iline uzaklığı 38 km' dir.

Sivas-Samsun demiryolu da inceleme alanının batısından, yaklaşık olarak kuzey-güney hattı boyunca yer almakta olup, Artova ilçe merkezinden de geçmektedir. Yöredeki yerleşim yerlerinin başlıcalarını Kunduzağılı, Tuzlaköy, Kunduz, Büget, Ekinli, Kavunluk, Salur, İğdir, Çelikli, Dodurga, Avşarağzı ve Çubuklu köyleri oluşturmakta olup, bu yerleşim yerleri birbirine kaplama ve/veya toprak yollarla bağlıdır. Karasu Deresi, Çermik Deresi ve Çekerek Çayı ile bunların çok sayıdaki kolları bölgenin su boşalım (drenaj) ağını oluşturmaktadır.

Bölgenin orta kesimi dışında kalan alanları topoğrafik olarak oldukça yüksek konumlu olup, başlıca yükseltileri; Kuzuluk T (1544 m), Uyuzgöl T (1458 m), Tuzlataşı T (1433 m), Güvenli T (1412 m), Kesikkaya T (1408 m), Karakaya T (1406 m), Gökçal T (1402 m) ve Kurtlu T (1401 m) oluşturmaktadır.

İnceleme alanı iklim koşulları olarak karasal bir özellikte olup, kışlar genellikle soğuk ve kar yağışlı, yazlar ise kurak geçmektedir. İnceleme alanının orta, batı ve kuzeybatı kesiminde, çok sınırlı alanlarda çam ve meşe ağaçları bölgenin daimi bitki örtüsünü oluşturmakta olup, düz ve sulak kesimlerde kavak, söğüt ve meyve ağaçları yaygındır.

Yöre insanlarının başlıca geçim kaynağını tarım ve hayvancılık faaliyetleri oluşturmaktadır.

1.4 Önceki Çalışmalar

Literatürde, bu tezin konusunu oluşturan krom cevherleşmeleri ile ilişkili olarak, daha önce yapılmış herhangi bir maden jeolojisi ve/veya kromit jeokimyası konulu herhangi bir çalışmaya rastlanmamıştır. Aynı zamanda, çalışma bölgesinin bir bölümünü veya tamamını kapsayan genel jeoloji amaçlı çalışmalar da oldukça sınırlı sayıdadır (Tatar 1977; Özcan vd., 1980; Özcan ve Aksay; 1996, Temiz vd.; 2010, Sümengen, 2013 gibi). Bununla birlikte, Erzincan'dan batıya doğru ve Sivas dolaylarında da geniş bir dağılım gösteren ofiyolitik serilere ait kayaçlar ve bu alanlarda çökelmiş Tersiyer yaşlı sedimanter oluşumlar, birçok genel jeoloji amaçlı çalışma kapsamında incelenmişlerdir. Genel amaçlı ve inceleme alanının uzak kesimlerinde de yapılmış olmakla birlikte; çalışma sahasının, litolojik ve stratigrafik özellikleri hakkında yol gösterici nitelikte olmaları bakımından daha önceleri çeşitli araştırıcılarca gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda kronolojik bir sırayla özetlenmeye çalışılmıştır.

Tatar (1977), Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafi ve petrografisini incelemek amacıyla yapmış olduğu çalışmada inceleme bölgesindeki kayaçları "Akdağ Metamorfitleri, ofiyolitik seri, Üst Kretase sedimanter kayaçları, ofiyolitik seriyi kesen asit ve bazik plütonik kayaçlar, Paleojen sedimanter kayaçları, Tersiyer volkanitleri ve Neojen sedimanter kayaçları" olarak ayırtlamıştır. Tatar' a (1977) göre "Akdağ Metamorfitleri esas itibariyle açık renkli, orta-iri taneli mermerlerden ibarettir. Ofiyolitik seride alttan üste doğru serpantinit, kısmen şistleşmiş diyabazlar ve seriye dahil edilen sedimanter kayaçlar şeklinde bir stratigrafik sıralanma görülür." Araştırmacıya göre, "Üst Kretase sedimanter birimleri altta fliş, üstte Globotruncana içeren kalkerlerden oluşur. Serpantinit ve diyabazlar, bileşimleri granit-siyenit-gabro arasında değişen damar şekilli plütonitlerle kesilmiştir. Tersiyer volkanitleri latit porfir, riyolitik tüf ve bazaltik-andezitik volkanitler olmak üzere üç birime ayrılmışlardır "

Özcan vd. (1980), Tokat Masifinde (Amasya, Tokat, Sivas ve Yozgat doğusu) yaptıkları incelemede, çalışma alanının "Ladik - Turhal arasında kalan kuzey bölümünde en yaşlı kaya gruplarının Turhal Metamorfitleri ve Devecidağ Karışığı birimlerinden oluştuğunu" belirtmişlerdir. Özcan vd. (1980) "Turhal

Metamorfitlerinin en yaygın kaya türleri diyabaz, aglomera ve spilit ve tüf kökenli matavolkanit, hornblend, pelitik – psamitik metatortul, grafitşist, kalkşist ve mermerdir. Devecidağ Karışığı, grovak – sleyt ve/veya bazaltik bir hamur içinde Karbonifer'den Triyas sonuna kadar uzanan farklı yaşlardaki kireçtaşı bloklarını kapsar. Bu bölgede Turhal Metamorfitleri ve Devecidağ Karışığı üzerinde Liyas ile başlayıp Maestrihtiyen'e kadar uzanan karbonatların yaygın olduğu şelf türü istifler yaygındır. Bol kırıntılı ve yer yer andezitik volakanizmalı Liyas – Dogger yaşta olanlar Karakese Formasyonu" olarak adlandırılmıştır. Özcan vd.' ne (1980) göre [Karakese Formasyonu üzerinde yer alan, farklı çökelme ortamlarını yansıtan ve Üst Jurasik – Alt Kretase yaştaki karbonatlar Amasya Grubu ve Karaömer Formasyonu, Orta Kretase'yi temsil eden pelajik çökeller ise Sarılar Formasyonu olarak adlandırılmıştır. Bu istiflerin üzerinde yaygın olarak ofiyolitli melanj yani Artova Ofiyolitli Karışığı yer alır. Artova Ofiyolitli Karışığı, çeşitli yaş ve ortamda oluşan tortul, magmatit, volkanit ve metamorfitlerin karışık olarak bir arada görüldügü bir birimdir. Çalışma alanında Amasya Grubuna ait birimler ; kireçtaşları, oolitik – psöydolitik türde bol organizmalı bentik nitelikte olan Ferhatkaya Formasyonu, kireçtaşlarının bol çakmaklı, mikritik marnlı kireçtaşı türünde olan Carcurum Formasyonu ve bu iki Formasyon'un litofasiyesel ve biyofasiyesel özelliklerini taşıyan, karışık fasiyes niteliğinde olması nedeni ile bu iki Formasyonun çökelme ortamları arasında yer alan bir ortamın çökelleri olduğu düşünülen Helvacı Formasyonundan oluşmaktadır. Ayrıca çalışma alanın hemen her yerinde geniş dağılımlar gösteren Lütesiyen yaşlı kırıntılı ve volkanik kaya türlerinden oluşan Çekerek Formasyonu diğer birimleri örter konumdadır] . Özcan vd.' ne (1980) göre [Ladik–Akdağmadeni arasındaki alanda yer alan bölgede metamorfitlerin birbirinden farklı iki ayrı nitelik taşıdığını belirtmişlerdir. Birincisi Akdağmadeni Bölgesi'nde yaygın olan yüksek ısı- orta basınç, diğeri ise Turhal (Tokat) -Amasya arasında yer alan yüksek basınç – düşük ısı niteliği taşıyan metamorfitlerdir. Orta Anadolu Masifi kuzeyinde izlenen Eosen yaşlı Artova Ofiyolitli Karışığı içindeki ultramafik bloklarında metamorfizma izlerinin yokluğu bu blokların Orta Anadolu Masifi'nden aktarılmadığını göstermektedir.]

Özer ve Güncüoğlu (1983), Akdağmadeni –Yıldızeli yöresindeki metamorfik birimlerde gerçekleştirdikleri çalışmada; "bölgede, yaşlıdan gence doğru gözlü gnays, biyotit-granat gnays, amfibolit, mikaşist-mermer-kuvarsit-amfibolşist-kalksilikat mermer ardalanması ve şist arabantlı masif mermerden oluşan bir dizilimin

bulunduğunu saptamışlardır. Araştırmacılar, bölgenin kuzeydoğusunda Kümbet Köyü doğusundaki gnays biriminde stavrolit+ sillimanit+ muskovit+ biyotit+granat+ kuvars +turmalin parajenezi izlerken, daha doğuda Seren Köyü çevresinde disten-muskovit-kuvars" birlikteliğine dikkati çekmektedirler. Akdağmadeni-Yıldızeli alanının orta kesiminde sillimanit+biyotit+oligoklas/andesin+kuvars±K-feldispat-granat-muskovit mineral parajenezinin yaygınlığına karşın, daha güneyde (Çatköy kuzeybatısı) stavrolit+ disten+ muskovit+ biyotit+ labradorit+ kuvars parajenezi ortaya çıkmaktadır.

Akyazı (1991), Zile (TOKAT) yöresinin jeolojik ve paleontolojik özelliklerini çeşitli saha ve laboratuvar yöntemleriyle incelemiştir. Araştırıcı, "çalışma alanında yaşlıdan gence doğru; Perraiyen yaşlı kireçtaşlarının metamorfizması sonucu oluşmuş mermer blokları, Turhal Metamorfitleri, kırmızı – pembe renkli kireçtaşlarından oluşan Carcurum Formasyonu, Üst Kretase (Maestrihtiyen) yaşlı Hacılar Formasyonu, Eosen yaşlı Çekerek Formasyonu, ve Pliyosen yaşlı Kemerkaş Formasyonu" nun yer aldığını belirtmrektedir. Bu birimlerden mermer blokları ve Turhal Metamorfitleri kendilerinden daha genç birimler tarafından açısal uyumsuzlukla örtülmektedirler.

Akyazı ve Tunç (1992), Zile (Tokat) yöresinin stratigrafisini incelemek için yaptıkları çalışmada, inceleme alanında yaşlıdan gence doğru; "Permiyen yaşlı Turhal Metamorfitleri, Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Carcurum Formasyonu, Maestrihtiyen yaşlı Hacılar Formasyonu ve Eosen yaşlı Çekerek Formasyonu" bulunduğunu belirtmişlerdir. Araştırıcılara göre "Turhal metamorfitleri; mikaşist, kalkşist, epidotşist, milonit gnays, metakumtaşları metakuvars kumtaşları ve mermer bloklarından, Carcurum Formasyonu; kırmızı-pembe renkli kireçtaşlarından, Hacılar Formasyonu sarımsı renkli, ince-orta tabakalı, pelajik killi kireçtaşlarından, Çekerek Formasyonu ise ultramafik ve metamorfik sarı renkli, pelajik, killi kireçtaşlarından oluşmaktadır."

Zortul (1993), Tekke (Akmoğlu)- (Taşova-Amasya) yöresinin jeolojisini incelemek için yapmış olduğu çalışmada, inceleme alanında, iki ayrı birliğin bulunduğunu belirtmiştir. Zortul (1993), "Kuzey alanda bulunan Pontid Birliğinin en altında olasılıkla Paleozoyik yaşlı Tokat Grubu metamorfitlerinin bulunduğunu ve bunların üzerinde bir bindirme dokanağı ile Üst Kretase sonu yaşlı Artova Ofiyolitli Karışığının geldiğini" belirtmiştir. Araştırıcıya göre [temel üzerinde otokton olarak ancak, ne tür

bir oluşuğun üzerine geldiği bilinmeyen Kampaniyen yaşlı Tersakan Formayonu bulunmaktadır. Güney alandaki Anatolid Birliği oluşukları temelde olasılıkla Paleozoyik yaşlı Tokat Grubu metamorfitleri ile başlar, Üst Triyas-Alt Kretase yaşlı Doğdu Formasyonunun kireçtaşları açılı uyumsuzlukla metamorfitlerin üzerinde gelişmiştir. Kampaniyen- Maastrihtiyen yaşlı Yumaklı Formasyonu ve Doğdu Formasyonu üzerinde açılı uyumsuzlukla Eosen yaşlı Çekerek Formasyonu gelişmiştir. Plisyosen yaşlı Çerkeş Formasyonunun karasal kırıntılıları alttaki bütün birimleri ve stür kuşağını açılı uyumsuzlukla örtmüştür.]

Yılmaz vd. (1995), Akdağ Masifi ve dolayının jeolojisini incelemek için yaptıkları çalışmada; inceleme alanında, Eosen yaşlı birimlerin temeli konumunda yer alan kayaçlar üç birim halinde irdelenmiştir. Bunlar, [güneyde yer alan Akdağmadeni Litodemi, kuzeyde yer alan Tekelidağ Karışığı ve bu karışığın örtüsü Yeniköy Formasyonudur. Akdağmadeni Litodemi temeli oluşturur ve gnays, amfibolit ve şist ardaşımı; şist ve mermer ardaşımı ile mermer, kuvarsit gibi metamorfik kayalarla bu kayaları kesen gabro, granit, siyenit, monzonit ve tonalit gibi intruzif kayalardan oluşur. Tekelidağ Karışığı serpantinit ve metamorfitler, gabro, volkanit, radyolarit, Jura-Kretase yaşlı türbiditik kireçtaşı ve hamur konumunda yer alan kırıntılı pelajik, makaslamalı kaya türü topluluğundan oluşur. Yeniköy Formasyonu ise başlıca pelajik formlar kapsayan kireçtaşı ve ince kırıntılı kayaçlardan oluşmaktadır.]

Koçbay (1997), Mecitözü-Konaklı (Çorum) çevresinin hidrojeolojisi ve yeraltısuyu kalitesini incelemek için yapmış olduğu çalışmada, inceleme alanında temeli Karbonifer-Triyas yaşlı Devecidağ karışığının oluşturduğunu belirtmiştir. Koçbay' a (1997)göre, [geçirimsiz olan bu birimin üzerinde uyumsuz olarak Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Ferhatkaya Formasyonu yer almaktadır. Bunun da üzerine Eosen yaşlı Çekerek Formasyonu gelmektedir. En üstte ise kumtaşı ve çakıltaşından oluşan Kuvaterner yaşlı alüvyonlar yer alır. İnceleme alanının yeraltı suyu potansiyeli açısından Ferhatkaya Formasyonu'nun kireçtaşları ve alüvyonlar önem taşır. Ferhatkaya Formasyonunun yüzey ile irtibatlı olduğu kesimlerde serbest akifer, üzerinde marnlı seviyeleri fazla olan Çekerek Formasyonu ile örtülü olduğu alanlarda ise basınçlı akifer oluşmaktadır. Alüvyon birimleri de serbest akifer özelliğindedir.]

Özcan ve Aksay (1996), Tokat-Turhal-Almus (Tokat) -Çamlıbel dolayının jeolojisini incelemek için yaptıkları çalışmada bu bölgedeki birimleri şu şekilde

sıralamaktadırlar; [Tokat masifine ait metamorfik kayalar (Tokat Metamorfitleri), Jura-Kretase-Paleosen istifleri (Ferhatkaya, Carcurum, Fırınkaya, Kapaklı, Düdenyaylası Formasyonları), melanj yerleşimini yansıtan ofiyolitli karışık (Artova Ofiyolitli Karışığı) ile onu izleyen Üst Senoniyen yaşlı pelajik ve olistotrom özellikli istif (Tekneli Formasyonu), Üst Paleosen-Alt Eosen yasta olistotrom karakterli bir birim (Gökdere Formasyonu), Orta Eosen yaşlı transgresif olarak başlayan ve büyük ölçüde volkanoklastik kayalarla temsil edilen istif (Çökelikışla Formasyonu), Alt Miyosen yaşlı Kozlaca Volkaniti ve Pliyosen yaşlı karasal kaba kırıntılılar (Boyunpınar Formasyonu) ile örtülmüşlerdir. Çalışma alanı Sakarya ve Pontid kuşakları ile İzmir-Ankara-Erzincan kuşağını temsil eden birimlerle dikkati çeker. Tokat metamorfitleri, metamorfizma ve deformasyon olaylarınınn bağlantılı oldugu Liyas öncesi bir orojenez (Karakaya orojenezi) ile Alpin orojenezin etkilerini taşır. Çalışma alanında metamorfitlerin oluşturduğu temel üzerinde yer alan Mesozoyik ve Tersiyer birimlerinde özellikle kuzey-güney yönde değişik dönemlerde (Üst Kretase-Paleosen, Eosen ve Pliyosen) etkin olan sıkışmalar devrik kıvrımlara, bindirmelere sebep olmuştur. Ofiyolitli melanjın (Artova Ofiyolitli karışığı) bölgeye güneyden kuzeye doğru ilerleyerek yerleşmesi değişik dönemlerdeki bu sıkışmalara bağlı hareketlenmelerle gelişmiştir.]

Üstüntaş (1997), Zile (Tokat) Batısında Uzunköy çevresinin jeolojisi ve tektonik özelliklerini incelemek için yaptığı çalışmada, çalışma alanında yaşlıdan gence doğru [Permo-Triyas yaşlı Tokat Masifi, Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Amasya Grubu'na ait Ferhatkaya ve Carcurum Formasyonları, Orta Eosen yaşlı Çekerek Formasyonu ve Miyo-Pliyosen yaşlı Kemerkaş Formasyonlarının yüzeylediğini belirtmiştir. Tokat Masifi; fillit, mermer, metavolkanitler, metatortullar ve mikaşistler ile temsil edilmektedir. Ferhatkaya Formasyonu, metamorfik konglomera ve egemen olarak kireçtaşlarından oluşmuştur. Carcurum Formasyonu ise kiltaşı ve çört içeren kireçtaşlarından oluşmaktadır. Çekerek Formasyonu, alttan üste doğru Kozluca, Kuzalan kireçtaşı ve Göynücek konglomera üyelerinden oluşmaktadır. Bu üyeler çakıltaşı, kumtaşı, çamurtaşı, kiltaşı, marn ve volkanik gereçlerden oluşmaktadırlar. Çekerek Formasyonu üzerinde uyumsuz olarak yer alan Kemerkaş Formasyonu; konglomera, çakıltaşı, kaba kumtaşı ardalanması, çamurtaşı, jips ara tabakaları ve travertenlerden oluşmaktadır.]

Haspolat (1999), Orta Anadolu Bindirme Kuşağının Sulusaray (Tokat) - Bayazıt (Yıldızeli-Sivas) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri konulu çalışmasında, [Orta Anadolu Bindirme Kuşağı üzerinde yer alan inceleme alanını, otokton ve allokton konumlu kaya birimleri ile temsil edilmektedir. Bu birimler tektonostratigrafik olarak; en altta Kılıçlı Olistostromu, bunun üzerinde tektonik dokunakla derin denizaltı ortamında oluşmuş bazalt, aglomera ve lav akıntılarından oluşan Üst Kretase yaşlı Darmik Volkanikleri ve bu birim üzerinde de tektonik dokunakla Tekelidağ Karışığı yer alır. Tekelidağ Karışığı Üst Kretase'de Neotetis'in kuzey kolunun kapanma süreciyle oluşmuş ofiyolitik bir melanj olup, inceleme alanının temelini oluşturmaktadır. Tekelidağ Karışığı üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alan Üst Kretase yaşlı Yeniköy Formasyonu, türbiditik kireçtaşları ile kırıntılı kayaçlardan oluşmaktadır. Bütün bu birimler üzerinde açılı uyumsuzlukla çakıltaşı ve yer yer çakıllı kumtaşlarından oluşan Pliyosen yaşlı Kargın Formasyonu yer alır.]

Koçbulut ve Tatar (2002), Akdağmadeni – Yavu (Yozgat) arasında yaptıkları çalışmada; [Üst Kretase yaşlı ofiyolitli karışık ve örtü kayalarından oluşan tektonik dilimlerin kuzeyden güneye doğru yerleşimini yansıtan Orta Anadolu Bindirme Kuşağı'nın; çalışma alanındaki stratigrafisinin , otokton ve allokton konumlu kaya birimleri ile temsil edildiğini belirtmişlerdir. Otokton konumlu birimlerin temelini şist, kalk şist, mikaşist, kuvarsit ve mermerlerden yapılı Akdağ Litodemi oluşturur bunun üzerinde yer alan Tokuş Formasyonu, tabandan tavana doğru konglomeralar, resifal kireçtaşları ve kiltaşları ardalamasından oluşur. Tokuş Formasyonu üzerine uyumlu olarak Orta –Üst Eosen yaşlı; bazaltik - andezitik lav, tüf, aglomera ve volkanik kumtaşlarından oluşan Kaletepe volkanitleri gelmektedir. Bu birim de Üst Kretase yaşlı allokton konumlu, pembe kırmızı renkli kireçtaşları, volkanik-volkanosedimanter ve ofiyolitik kayaçlarından oluşan Tekelidağ Karışığı tarafından tektonik dokunakla üzerlenmektedir. Tüm birimlerin üzerinde ise açılı uyumsuzlukla Pliyosen yaşlı çakıltaşı, kumtaşı ardalanmasından oluşan İncesu Formasyonu ve alüvyonlar yer almaktadır.]

Öztürk (2002), Güzelce barajı (Tokat) yöresinde, "temelde Üst Kretase yaşlı Artova Ofiyolitli Karışığı' nın bulunduğunu ve bu karışığın üzerine açısal uyumsuzlukla Neojen serisi olarak tanımlanan Boyunpınar Formasyonun geldiğini" belirtmiştir. Bütün bu birimleri uyumsuz olarak Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozları örtmektedir.

Mesci ve Gürsoy (2002), Çobansaray-Karakaya (Yıldızeli -Sivas) yöresinde yaptıkları çalışmada, [inceleme alanındaki kaya birimlerini Tersiyer öncesi temel birimler ve Tersiyer birimleri olarak iki bölümde değerlendirilmişlerdir. Temel birimleri, Paleozoyik yaşlı metamorfitler (Akdağmadeni Litodemi) ve bölgesel ölçekte bu metamorfitleri tektonik olarak üzerleyen ultrabazik, bazik ve değişik kökenli tortul kayaçlardan oluşan ofiyolitik karışık (Tekelidağ Karışığı) oluşturmaktadır. İlksel oluşumunu ve yerleşimini Tersiyer öncesinde tamamlamış olan bu temel birimleri, Tersiyer birimleri uyumsuz olarak üzerlemektedir. Havzadaki Tersiyer birimlerini, Paleosen-Orta Eosen yaşlıvolkanik, volkano-tortul ve tortul kayaçlar (Kılıçlı Olistostromu, Boğazköy Formasyonu ve Pazarcık Volkaniti) oluşturmaktadır. Tersiyer öncesi birimlerle Tersiyer birimleri arasında yaklaşık DKD-BGB gidişli kuzeyden güneye doğru gelişmiş üç ana bindirme fayı ayırtlanmış, bunlar Orta Anadolu Bindirme Kuşağı olarak adlandırılmıştır.]

Akpınar vd. (2003), Boğazkaya (Mecitözü-Çorum) bölgesinde yaptıkları çalışmada, [inceleme alanının temelinde şist, fillit, metaofiyolit, metavolkanit, metasedimanter ve mermer gibi kayaç topluluklarından oluşan Tozanlı Karmaşığı bulunmaktadır. Bu temel üzerine, fosilli mikritik kireçtaşlarından yapılı Üst Berriasiyen yaşlı Ferhatkaya Formasyonu açısal uyumsuzlukla gelir. Ferhatkaya Formasyonu üzerinde açısal uyumsuzlukla yer alan Alt Eosen?-Lütesiyen yaşlı Çekerek Formasyonu ise, Kozluca ve Kuzalan Kireçtaşı üyelerinden oluşmaktadır. Çakıltaşı, kireçtaşı, silttaşı, kiltaşı ve marn ardalanmasından oluşan Kozluca üyesi, temeldeki birimler tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Kireçtaşlarından oluşan Kuzalan Kireçtaşı Üyesi ise, Kozluca Üyesi üzerinde uyumlu olarak bulunmakta ve Ferhatkaya Formasyonu tarafından tektonik olarak üzerlenmektedir. Tüm bu birimler üzerinde de açısal uyumsuzlukla Üst Miyosen-Pliyosen yaşlı çakıltaşlarından meydana gelen Çerkeş Formasyonu ve alüvyonlar yer almaktadır.]

Özsert (2009), Aydıncık (Yozgat) yöresinde yaptıkları çalışmada, "bölgedeki stratigrafik istifin Paleozoyik yaşlı metavolkanitlerle ve daha sonra da Mesozoyik yaşlı konglomera ve kireçtaşlarıyla devam ettiğini belirtmiştir. Bu çalışma; Senozoyik yaşlı kumlu, killi kireçtaşı ardalanmasından oluşan Çekerek Formasyonu içerisinde gerçekleştirilmiştir." İlk kez Özcan vd. (1980) tarafından adlandırılan Çekerek Formasyonu bu çalışmada alttan üste doğru; Kozluca, Kuzalan Kireçtaşı ve Göynücek Aglomera Üyeleri olarak incelenmiştir.

Erik ve Ay (2010), Tokat ilinin Zile ve Artova ilçeleri " arasında depolanma ortamında gelişmiş kömürlerin organik petrografik, organik jeokimyasal özellikleri ve hidrokarbon üretim potansiyelini belirtmek için yaptıkları çalışmada, "organik petrografi, kömür kalitesi ve olgunlaşma özellikleri nedeniyle çok farklı özellikler sunan Artova ve Zile kömürleri altbitümlü kömür olarak" sınıflandırmışlardır.

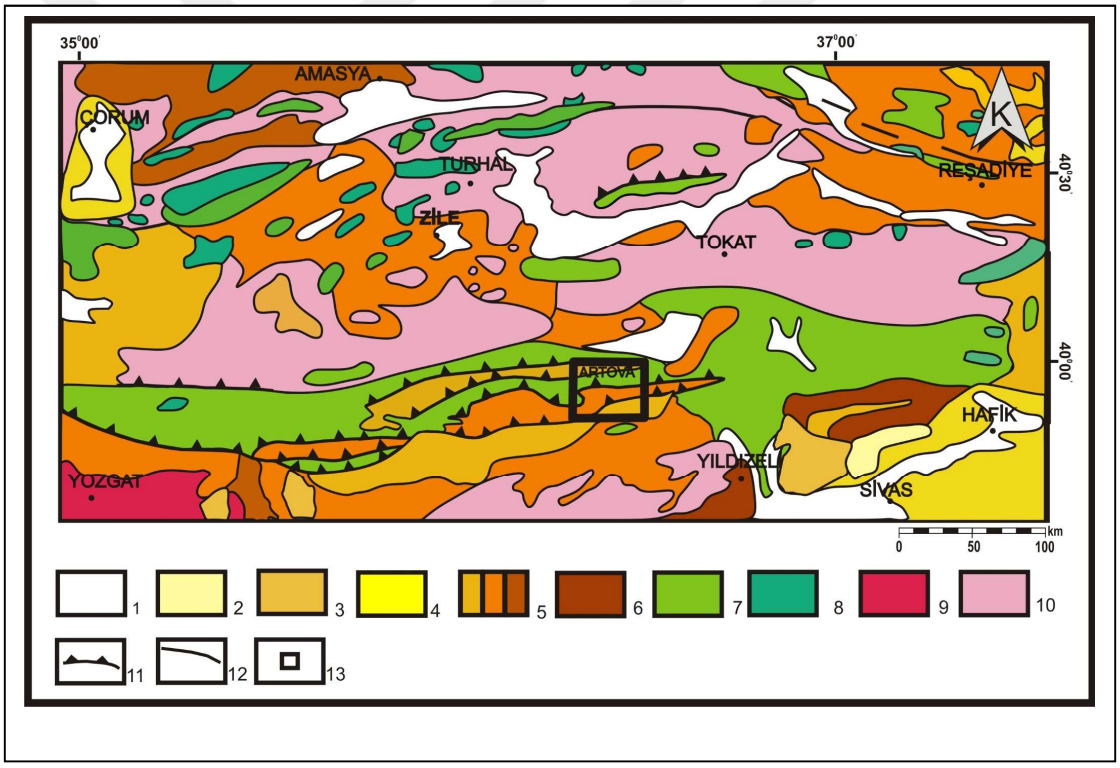
Temiz vd. (2010), Artova-Çamlıbel (Tokat) yöresinde yapmış oldukları çalışmada, "İzmir- Ankara-Erzincan Kenet Kuşağının doğu kesimindeki ana bindirme örtülerinin, güneyde yer alan Kırşehir Masifi üzerindeki Tokat Masifi ve Artova Ofiyolitli Karışığı olduğunu" belirtmişlerdir. Temiz vd. (2010), [çarpışma sonrası ilk çökel örtüsü Alt-Orta Eosen yaşlı sığ denizel birimler (Çekerek Formasyonu) ile temsil edilmektedir. İnceleme alanının temelini, Geç Kretase yaşlı Artova Ofiyolitli Karışığı ve bu birimle tektonik dokanaklı olarak yer alan Permo-Karbonifer-Triyas yaşlı Tokat Masifi oluşturmaktadır. Alt Orta Eosen yaşlı Çekerek Formasyonuna ait kırıntılı kayaçlar Artova Ofiyolitli karışığı üzerinde uyumsuzlukla yer almaktadır.]

Sümengen (2013), Türkiye Jeoloji Haritaları kapsamında 1/100.000 ölçekli TOKAT H36 paftasına ilişkin derleme çalışmasında, "bölgesel bazda en yaşlı litolojik birimleri Paleozoyik yaşlı Tokat Metamorfitlerinin oluşturduğunu, bunların üzerinde Siluriyen, Karbonifer, Permiyen ve Triyas yaşlı çoğunlukla karbonatlı kayaçların konumlandığını, kayaçların yaş aralığının Erken Kretase' ye kadar uzandığını" belirtmektedir. Araştırıcıya göre, [Volkanik ve sedimanter bir hamur içerisinde kireçtaşı ve ofiyolitik seriye ait blokların konumlandığı Artova Ofiyolitli Karışığı' nın yerleşimi ise Kampaniyen öncesidir. Tokat Metamorfitleri ile Artova Ofiyolitli Karışığı' nın dokunak ilişkisi tektonik olup, her iki seriye ait kayaçlar daha genç sedimanter birimler tarafından uyumsuzluklarla örtülmektedirler.]

2. JEOLOJİ

2.1 Bölgesel Jeoloji

İnceleme alanı, Türkiye' nin Tektonik Birlikleri (Ketin, 1966) sınıflamasına göre Anatolid Tektonik Birliği'nin orta kesimlerinde yer almaktadır. Şekil 2.1'den de görüldüğü gibi inceleme alanı çevresinde çok çeşitli özelliklere sahip litolojik birimler yüzeylemekte olup, Göksu (1974), Bingöl (1989), Gökten (1993) ile Özcan ve Aksay' a (1996) ait verilerden hareketle bu birimler, Paleozoyik yaşlı birimler, Mesozoyik yaşlı birimler ve Senozoyik yaşlı birimler biçiminde üç ayrı gruba ayrılmıştır.



Şekil 2.1 Bölgesel jeoloji haritası (Bingöl' den 1989 sadeleştirilerek).

(1-Kuvaterner, 2-Pliyosen 3- Neojen , 4-Miyosen, 5- Eosen, 6- Paleosen, 7-Üst Kretase, 8-Jura-Kretase, 9-Mesozoyik, 10-Paleozoyik, 11-Bindirme , 12-Fay, 13-İnceleme Alanı).

2.1.1 Paleozoyik Yaşlı Birimler

Paleozoyik yaşlı birimler, inceleme alanının doğu ve güneydoğu kesiminde Akdağ Masifi, kuzey ve batı kesimlerde ise Tokat Masifi ile temsil edilmektedir.

Bölgede en yaşlı litostratigrafi birimini Tokat Masifine ait metamorfik kayaçlar oluşturmaktadır. Metapelitik kayaçlar, rekristalize kireçtaşı ve mermerler, rekristalize kireçtaşı ve mermer bloklu metapelitik kayaçlar, metavolkanik kayaçlar, kökeni filiş türü ve pelajik çökeller ile radyolarit olan metamorfik kayaçlar bu kaya topluluğu içinde yer almaktadır (Özcan ve Aksay, 1996).

Akdağ Masifine ait metamorfik kayaçlar ise bölgenin güneydoğu kesiminde yüzeylemektedir. Değişik metamorfik kayaçlardan oluşan masif, tekdüze bir metamorfizma süreci sergilememektedir. Eosen çökelleri ile normal faylı dokunaklara sahip olan Akdağ metamorfitleri Yıldızeli güneyinde bir horst yapısı sunmaktadır (Gökten, 1993). Masifi oluşturan kayaçlar serisit şist, grafit şist ve mermerlerden oluşmaktadır (Göksu, 1974).

2.1.2 Mesozoyik Yaşlı Birimler

Üst Kretase, Kretase ve Jura yaşlı birimler esas olarak inceleme alanının kuzeybatısında yaygın olarak yüzeylenmektedir. Bu birimler, kaya türü olarak siyaha yakın koyu yeşil renkli iyi derecede istiflenmiş kumtaşı, marn, marnlı kireçtaşı ve kireçtaşlarından meydana gelmektedir.

İnceleme alanının güneybatısında Yozgat ilini de içine alan kesimde Üst Kretase-Paleosen yaşlı granitik kayaçlar yüzeylemektedir.

Bölgede, doğu-batı uzanımlı, inceleme alanın orta ve kuzey kesimlerini de içine alan Üst Kretase yerleşim yaşlı ofiyolitik serilere ait kayaçlar da yaygın olarak yüzeylemektedir. Kayaç türü içeriği bakımından bu birimler çoğunlukla kumtaşı, konglomera, kızıl ve pembe renkli kireçtaşı, radyolarit, kiltaşı, gabro, serpantinit ve diyabaz gibi kayaçların karışımından meydana gelmektedirler. Bölgenin kuzey kesimlerinde Üst Kretase yaşlı volkanik kayaç grupları da (andezit, bazalt lavları ve kalın tüf seviyeleri) yüzeylemektedir.

2.1.3 Senozoyik Yaşlı Birimler

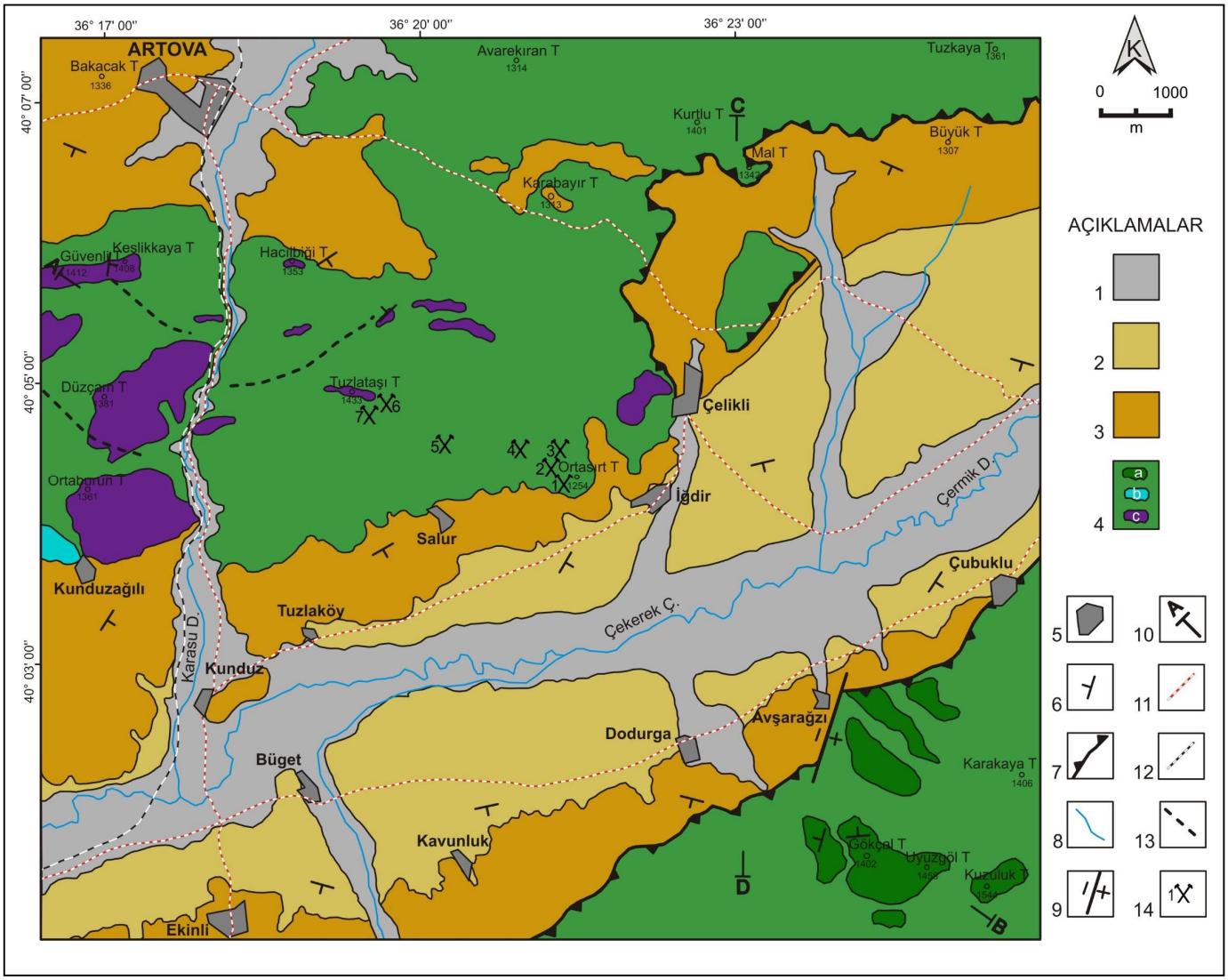
Senozoyik yaşlı birimler bölgede geniş bir yayılıma sahiptirler. Başlıca kayaç türlerini de volkanitler, çakıltaşları, kumtaşları, kiltaşları, marnlar ve kireçtaşları oluşturmaktadır.

2.2 Litolojik Birimler

İnceleme alnında Kampaniyen öncesi yerleşim yaşına sahip ofiyolitik karışıkların, Lütesiyen ve Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter kayaçların geniş alanlarda yüzeyledikleri gözlenmiştir. Birimlerin adlandırılması sırasında herhangi bir karışıklığa yol açmamak için Sümengen' in (2013) kullandığı adlamalar tercih edilmiş, Kampaniyen öncesi yerleşim yaşına sahip ofiyolitik karışık "Artova Ofiyolitli Karışığı (Ka)", kireçtaşı, konglomera, kumtaşı, kiltaşı, çamurtaşı ve marn gibi sedimanter kayaçlar ile çeşitli volkanik kayaçları içeren Lütesiyen yaşlı birim "Haydaroğlu Formasyonu (Teh)", çakıltaşı, kumtaşı, yer yer de kireçtaşı ve traverten içeren Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter kayaçlar da "Boyunpınar Formasyonu (Tmplb") olarak adlandırılmıştır. Yörede bulunan gevşek taneli, pekişmemiş, kum ve çakıl birikintileri ise "Alüvyon (Qal)" olarak tanımlanmıştır.

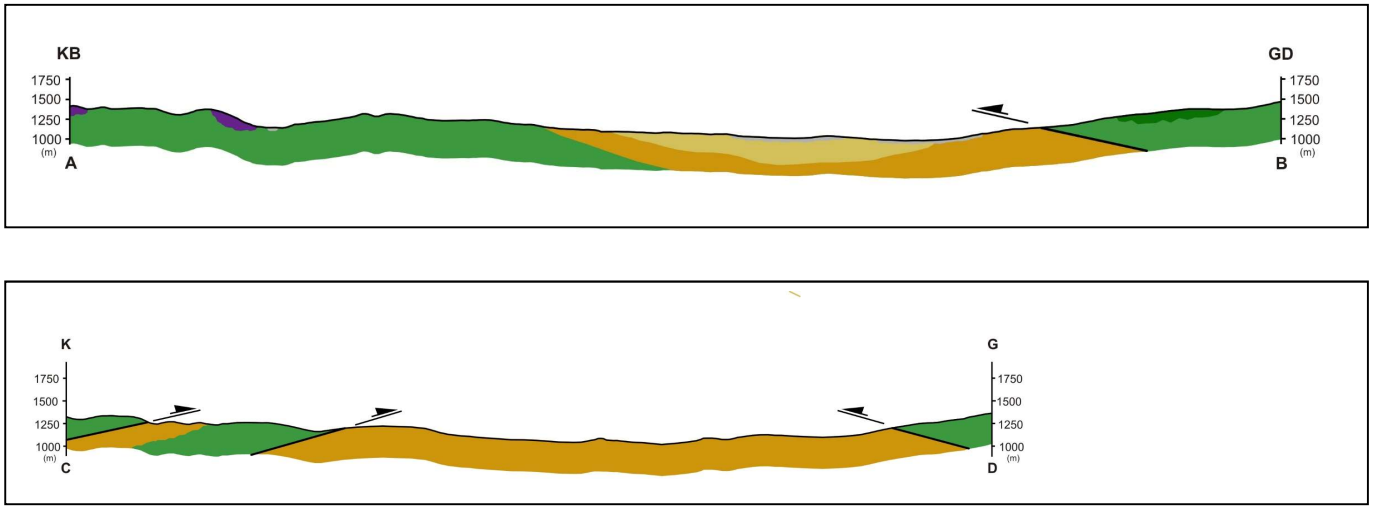
Birimlerin inceleme alanındaki dağılımları Şekil 2.2' de, jeolojik kesitleri Şekil 2.3' de, stratigrafik dizilimleri de Şekil 2.4' de yer almaktadır.

Bu birimlere ait özellikler, gerek saha gözlemleri gerekse de bölgede gerçekleştirilen en detaylı genel jeoloji çalışmaları olan Özcan vd (1980) ve Özcan ve Aksay (1996) ile Sümengen' den (2013) derlenen veriler esas alınarak aşağıdaki biçimde sunulmuştur.

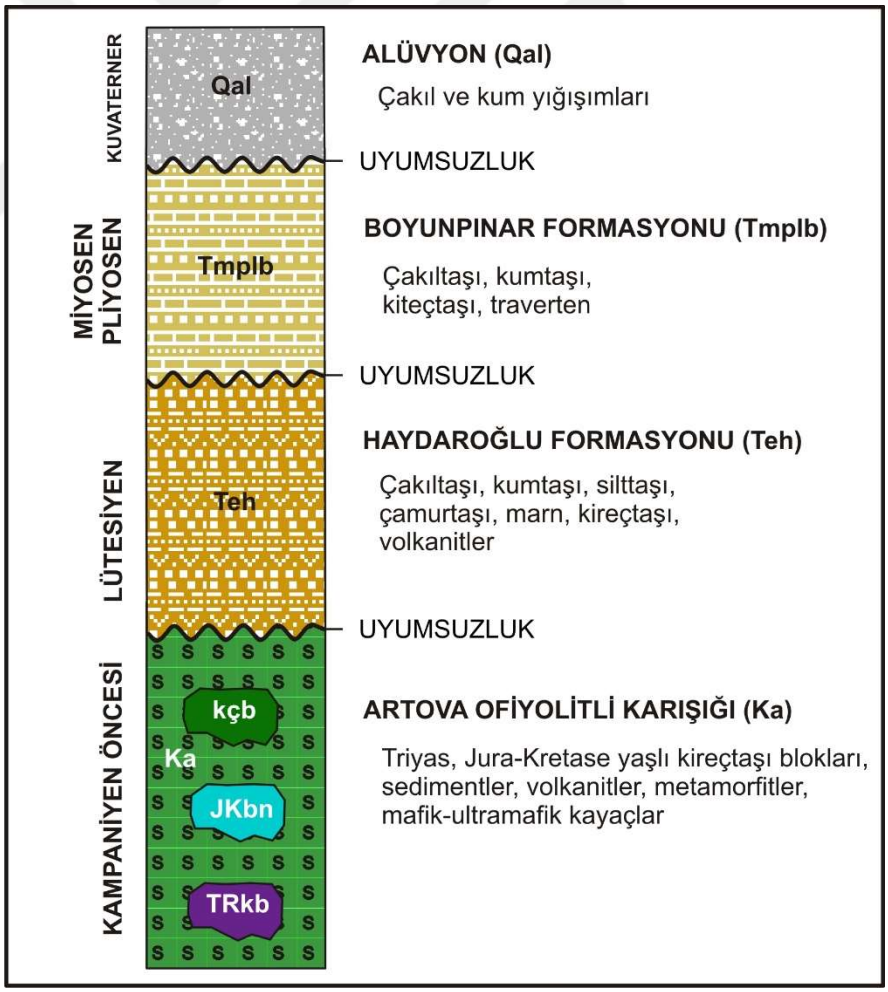


Şekil 2.2 İnceleme alanının jeoloji haritası (Özcan vd.,1980, Özcan ve Aksay, 1996 ile Sümengen' den , 2013 birleştirilerek).

(1. Alüvyon, 2- Boyunpınar Formasyonu, 3- Haydaroğlu Formasyonu, 4- Artova Ofiyolitli Karışığı (karışık içindeki a-Yaş verilmemiş Kireçtaşları, b- Jura-Kretase Kireçtaşları, c-Triyas Kireçtaşları), 5-Yerleşim yeri, 6- Tabaka konumu, 7- Ters fay, 8-Akarsu, 9-Eğim Atımlı Fay, 10-Jeolojikk kesit yeri, 11-Karayolu, 12-Demiryolu, 13- Olası fay, 14- Krom cevherleşmesi)



Şekil 2.3 İnceleme alanının jeolojik kesitleri (Açıklamalar Şekil 2.2 ile aynıdır)



Şekil 2.4 İnceleme alanındaki birimlerin stratigrafik konumları (ölçeksiz).

2.2.1 Artova Ofiyolitli Karışığı (Ka)

Birim, inceleme alanının kuzey, batı, orta ve güneydoğu kesiminde geniş alanlarda yüzlek vermektedir (Bkz Şekil 2.2).

Artova Ofiyolitli Karışığı ilk kez Özcan vd. (1980) tarafından adlandırılmış olup, daha sonraki araştırıcılar tarafından da aynı adlama kullanılmış, bu çalışmada da aynı isimlendirmenin kullanılması uygun bulunmuştur.

İnceleme alanında, Artova Ofiyolitli Karışığı' nın üzerinde açısal uyumsuzlukla Lütesiyen yaşlı Haydaroğlu Formasyonu bulunmaktadır. Ancak Artova Ofiyolitli Karışığı' nın bulunduğu konuma ulaşmasını takip eden süreç sonrasında gelişen tektonik olayların etkisi altında, Artova Ofiyolitli Karışığı, Çelikli Köyü' nün kuzeyinde, kuzeydoğu hattı boyunca ve inceleme alanının güneyinde Kavunluk, Dodurga, Avşarağzı ve Çubuklu Köyleri' nin güneyinden geçen bir hat boyunca, (kuzey hattına benzer biçimde) Haydaroğlu Formasyonu' na ters faylar etkisi ile bindirmiş konumdadır.

Jura'da açılıp Paleosen'de kapanan Neo Tetis okyanusunun (Sengör ve Yılmaz, 1981) kuzey koluna ait kalıntıları içeren bir ofiyolitli melanj özelliğindeki Artova Ofiyolitli Karışığı karışık tanımlamasını yansıtır biçimde, esas olarak serpantinit ve yer yer kumtaşı, aglomera ve tüften oluşan matriks içinde değişik boyutlarda, değişik yaş ve kaya türünden oluşan sedimanter, magmatik ve metamorfik bloklar içeren birim özelliğindedir.

Artova Ofiyolitli Karışığı yeşil-kahve renk tonlarının hakim olduğu (Şekil 2.5) yer yer mor ve alacalı bir görünüm içeren, hakim litoloji olarak serpantinitlerin gözlendiği, peridotit, piroksenit, gabro, spilit, diyabaz, yastık yapılı spilitik bazalt, andezit, aglomera, kloritşist, glokofanşist, mikaşist, amfibolit, kuvarsit, kalkşist, mermer, radyolarit ve değişik yaş ve türde kireçtaşı bloklarını kapsar durumdadır(Özcan vd. 1980). Bu kayaç türlerinden serpantinitler ve kireçtaşı blokları 1/25.000 ölçek düzeyinde haritalanabilir boyuttadır. Tüm kayaç gruplarında yoğun tektonizma izleri yer almaktadır . Ultramafik kayaçlarda ezilme (Şekil 2.6), lisfenitleşme (Şekil 2.7) ve serpantinleşme süreçleri çok etkili olmuştur. Bölgedeki mafik kayaçlarda yoğun alterasyonlar gözlenmiş olup özellikle izole diyabaz dayklarında (Şekil 2.8)



Şekil 2.5 Artova Ofiyolitli Karışığı' nın genel görünümü (Üçtepeler Mevkii,GGD'ya bakış).



Şekil 2.6 Ultramafik kayaçlarda ezilme ve ufalanmalar (2 numaralı krom cevherleşmesi, güneye bakış)



Şekil 2.7 Ultramafik kayaçlarda lisfenitleşmeler (Ortasırt Tepe' nin kuzeyi, doğuya bakış)

rodenjitleşme (Şekil 2.9) yaygındır. Bölgedeki krom cevherleşmelerinin yan kayacı konumundaki serpantinitlerde, çok sık izlenmese de, manyezit oluşumları da gözlenmiştir (Şekil 2.10).

İnceleme alanında, Artova Ofiyolitli Karışığı içerisinde Triyas, Jura-Kretase ve yaş verisi bulunmayan kireçtaşı blokları da (Özcan vd. 1980) yer yer geniş alanlar kaplar biçiminde yaygın olarak gözlenmektedir (Şekil 2.11).

Bölge genelinde yapılan çalışmalarda Artova Ofiyolitli Karışığı' nın yerleşim yaşı Özcan vd. (1980) tarafından karışığın içerisinde en genç birim olarak Kampaniyen yaşlı litolojilerin gözlenmesi ve inceleme alanının dışında bulunmakla birlikte, karışık üzerinde uyumsuzlukla yer alan en yasli birimin Maestrihtiyen yaşlı olmasından hareketle Kampaniyen-Maestrihtiyen, Özcan ve Aksay (1996) tarafından da Erken



Şekil 2.8 Artova Ofiyolitli Karışığı içerisinde izole diyabaz daykları (Ortasırt Tepe' nin batısı)



Şekil 2.9 Artova Ofiyolitli Karışığı içerisindeki izole diyabaz dayklarında rodenjitleşme (2 numaralı krom cevherleşmesinden)



Şekil 2.10 Serpantinitler içerisinde gelişen manyezit oluşumları (3 numaralı krom cevherleşmesinden)



Şekil 2.11 Artova Ofiyolitli Karışığı içerisinde yer alan kireçtaşı bloğu (Üçtepeler Mevkii, GGD'ya bakış)

Santoniyen olarak önerilse de, Sümengen (2013) gerek karışık içerisinde yaşı saptanabilen en genç birim olarak Kampaniyen yaşlı kireçtaşları içermesi, gerekse de inceleme alanı dışında kalmakla birlikte, bölge genelinde karışığın üzerinde yer alan en yaşlı birim olarak Geç Kampaniyen - Maastrihtiyen yaşlı istiflerin bulunmasından hareketle Artova Ofiyolitli Karışığı' nın Kampaniyen öncesi bölgeye yerleştiğini ileri sürmüştür. Kampaniyen öncesi yerleşme yaşı bu çalışmada da benimsenmiştir.

2.2.2 Haydaroğlu Formasyonu (Teh)

Birim inceleme alanının kuzeybatısında Artova ilçesi civarında ve orta kesimlerde KD-GB doğrultusu boyunca Kunduzağılı, Büget , Tuzlaköy, Salur, İğdir, Çelikli, Dodurga, Avşarağzı, Çubuklu Köyleri' ni çevreler biçimde yüzlek vermektedir (Bkz Şekil 2.2).

Birim, Yılmaz (1982) tarafından Haydaroğlu Formasyonu, Özcan vd. (1980) tarafından Çekerek Formasyonu, Özcan ve Aksay (1996) tarafından Çökelikkışla Formasyonu, Sümengen (2013) tarafından da Haydaroğlu Formasyonu olarak adlandırılmış olup, bu çalışmada da Haydaroğlu Formasyonu olarak adlandırılması uygun bulunmuştur.

Haydaroğlu Formasyonu inceleme alanının orta ve batı kesiminde Artova Ofiyolitli Karışığı üzerinde açılı uyumsuzlukla yer alırken, inceleme alanının kuzeydoğu ve güneydoğu kesiminde Artova Ofiyolitli Karışığı bu birim üzerine ters faylar ile bindirmiş durumdadır (Bkz Şekil 2.2).

Gri, sarı, kahve, bordo ve yeşil renk tonlarının hakim olduğu Haydaroğlu Formasyonunu oluşturan litolojik çeşitliliği esas olarak konglomera, kumtaşı, silttaşı, çamurtaşı, marn ve kireçtaşı türü kayaç grupları oluşturmaktadır (Şekil 2.12). Konglomeralar çok değişken tane boyuna sahiptirler ve değişik kökenli kayaçlara ait çakıllar içermektedirler. Konglomera ve kumtaşı tabakalarının kalınlığı oldukça değişkendir. Kireçtaşları çoğunlukla formasyonun daha üst seviyelerinde gözlenmekte olup, beyazımsı gri renklidirler. Birime andezit, bazaltik andezit, aglomera ve tüf gibi volkanik kayaç gruplarının da eşlik ettiği Özcan vd (1980), Özcan ve Aksay (1996)



Şekil 2.12 Haydaroğlu Formasyonu' na ait konglomeraların genel görünümü (Salur güneyi, güneye bakış).

ve Sümengen (2013) tarafından belirtilmekletedir.

Özcan vd (1980), Özcan ve Aksay (1996) ve Sümengen (2013) paleontolojik bulgulardan hareketle Haydaroğlu Formasyonu' nun yaşını Lütesiyen olarak belirtmişlerdir.

2.2.3 Boyunpınar Formasyonu (Tmplb)

Formasyon, inceleme alanda KD-GB doğrultusu boyunca dağılım göstermektedir (Bkz Şekil 2.2).

Birim ilk defa Koçyigit (1979) tarafından Boyunpınar Formasyonu olarak adlandırılmış, bölgede incelemelerde bulunan daha sonraki araştırıcılar tarafından da aynı isimlendirme kullanılmış olup, bu çalışmada da aynı adlama benimsenmiştir.

Boyunpınar Formasyonu, inceleme alanında Haydaroğlu Formasyonu üzerinde açısal uyumsuzlukla yer almakta olup Kuvaterner yaşlı Alüvyonlar tarafından örtülmektedir.

Birimin ana litolojisini yer yer oldukça irileşebilen çakıl bileşenlerinden oluşan, kalın katmanlı çakıltaşları oluşturmakta ve bu litoloji yer yer kumtaşı tabakaları ile ardalanmalı olarak gözlenmektedir (Şekil 2.13). Formasyonun üst seviyelerinde açık gri beyazımsı renkli kireçtaşı ve travertenler yer almaktadır. Koyu kahverengi, kırmızımsı yer yer de mor renkli olarak gözlenen konglomera ve kumtaşlarının ana malzemesini Artova Ofiyolitli Karışığına ve bölgedeki daha yaşlı litolojilere ait kayaçlar oluşturmaktadır.



Şekil 2.13 Boyunpınar Formasyonu' nun genel görünümü (Çelikli GD' su, güneye bakış).

Formasyonun yaşı konusunda doğrudan palentolojik herhangi bir veri söz konusu olmayıp, önceki araştırıcılardan Koçyiğit (1979) ve Özcan ve Aksay (1996) tarafından Pliyosen yaşı, Yılmaz vd (1993) tarafından Oligosen-Miyosen yaşı, Sümengen (2013) tarafından da Miyosen-Pliyosen yaşı benimsenmiş olup, bu çalışmada Miyosen-Pliyosen yaş aralığı benimsenmiştir.

2.2.4 Alüvyon (Qal)

İnceleme alnında özellikle akarsular civarında gözlenen, bölgedeki litolojilerden türemiş malzemelerden oluşan, pekişmemiş ya da gevşek tutturulmuş çakıl, kum ve daha ince taneli yığışımlar alüvyon olarak tanımlanmıştır.

3. MADEN JEOLOJİSİ

3.1 Krom Cevherleşmelerinin Dağılımı ve İsimlendirilmesi

Krom cevherleşmeleri inceleme alanının orta kesimlerinde İğdir ve Salur Köyleri' nin hemen kuzeyinde yer alan bir alanda dağılım göstermektedirler (Şekil 3.1).

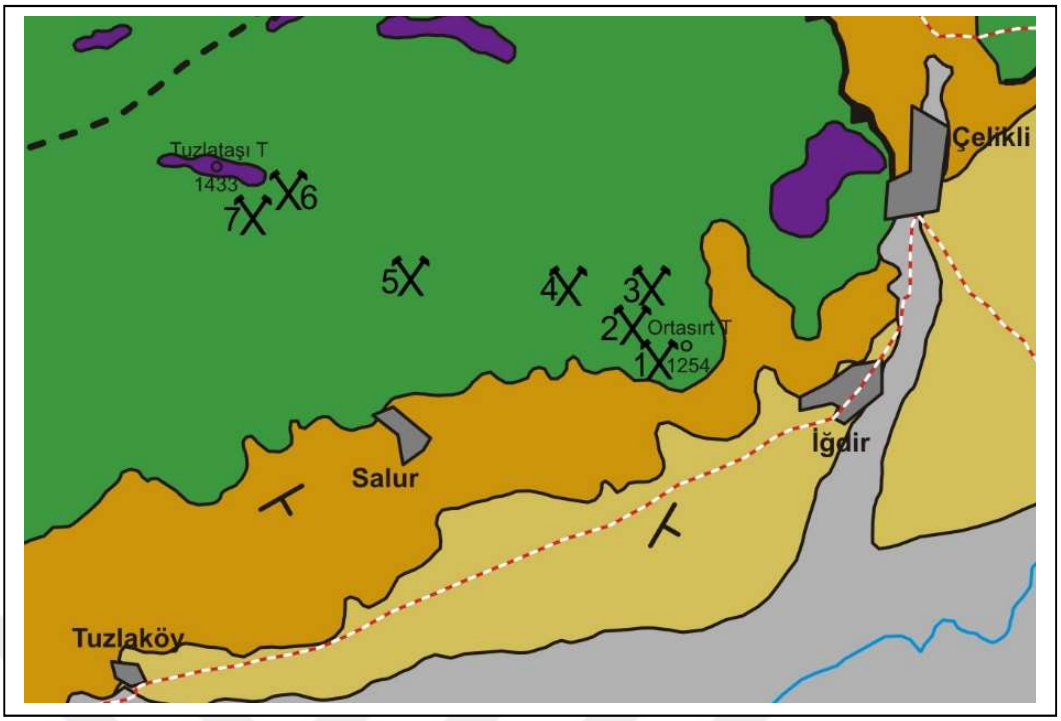
Gerek yörede faaliyet gösteren madencilik şirketi tarafından cevherleşmelere herhangi bir düzenli adlama yapılmamış olması, gerekse de cevherleşmeleri isimlendirecek coğrafik konumlarına uygun tanımlamalar bulunamadığından, cevherleşmeler tek tek isimlendirilmemiş, herhangi bir karışıklığa yol açmamak için de cevherleşmelerin basitçe numaralandırılmasının uygun olacağı düşünülmüştür. Dolayısı ile inceleme alanında 7 ayrı kesimde kümelenen krom cevherleşmeleri, İğdir Köyü' nün hemen kuzeybatısında bulunan Ortasırt Tepe (1254 m) nin güneybatısından başlamak üzere kuzey-kuzeybatı istikametine doğru 1 den 7 ye kadar numaralandırılmıştır (Şekil 3.1).

3.2 Krom Cevherleşmelerinin Genel Özellikleri

Krom cevherleşmelerin genel özellikleri birbirine benzediği için, tekrarlamalardan kaçınmak amacıyla cevherleşmeler tek tek ele alınmayacak, ortak özelliklerin sunulmasının yanı sıra cevherleşmelere değinmeler numaraları belirtilerek aktarılacaktır.

Yöredeki madencilik faaliyetlerinin başlangıcı hakkında, geriye dönük kesin bilgiler edinilememiş, ancak tahmini olarak 1950-60 lı yıllarda yüzeyde gözlenen mostralardan itibaren arama galerilerinin sürüldüğü, sonrasında yer altı madencilik faaliyetleri ile cevher üretiminin yapıldığı, son yıllarda ise aynı lokasyonlarda açık işletme faaliyetlerine geçildiği bilgisi, mevcut madencilik şirketi yetkililerinden edinilen bilgiler arasındadır. Saha incelemeleri sırasında eski arama ve üretim galerilerine sıklıkla rastlanmaktadır (Şekil 3.2).

Krom cevherleşmelerinde madencilik faaliyetleri herhangi bir süreklilik göstermemekte, genellikle talep durumunda faaliyetler yoğunlaşmakta veya



Şekil 3.1 İnceleme alanında krom cevherleşmelerinin dağılımı (Açıklamalar için Şekil 2.2 ye bkz).



Şekil 3.2 1 numaralı krom cevherleşmesinde eski arama galerileri.

kesilmektedir. Bunun bir doğal sonucu olarak da ilgili cevher sahalarında açık işletme çalışmaları belirli bir düzeni muhafaza etmemektedir.

Yöredeki incelemeler sırasında, eski üretim/arama galerilerinde göçük tehlikesi nedeni ile ve bir dönem yoğun açık işletme faaliyetilerinin sürdürüldüğü anlaşılan bir cevherleşmede (7 numaralı cevherleşme) faal heyelan aktivitesi nedeni ile herhangi bir gözlem yapma olanağı söz konusu olamamıştır.

İnceleme alanında yüzeyleyen bütün krom cevherleşmeleri, Artova Ofiyolitli Karışığı' nda, serpantinleşmiş ultramafik kayaçlar içerisinde yer almaktadırlar. Alpin tip ofiyolitik seriler ile ilişkili bütün krom cevherleşmelerinde, bilindiği gibi, krom cevherleşmeleri, kalınlığı oldukça değişken olan (mm ile onlarca m arasında) dünitik bir kılıfla sarılı olarak harzburjitik kayaçlar içerisinde yer almaktadırlar. İnceleme alanındaki ultramafik kayaçlarda serpantinleşme sürecinin çok etkin olması ve ultramafik kayaçların bu sürecin etkisi altında tümüyle serpantinitlere dönüşmüş olması nedeni ile incelemeler sırasında ultramafik kayaçlarda tür (harzburjit, dünit, serpantinleşmiş harzburjit, serpantinleşmiş dünit gibi) ayırımı yapılamamıştır. Mikroskopik gözlemlerde serpantinitlerde ağ/elek dokusu oldukça tipiktir (Şekil 3.3). Dolayısı ile yöredeki krom cevherleşmelerini saran dünitik kılıfın olası kalınlığı hakkında herhangi bir gözlemde bulunulamamıştır.

Mostralarada, krom cevherleşmeleri uzun eksenleri 1,5-2 m arasında olan merceğimsi kütleler halinde gözlenebildikleri gibi (Şekil 3.4), çoğunlukla belirgin bir şekle sahip olmayan düzensiz kütleler halinde de izlenmektedirler (Şekil 3.5).

Yöredeki cevherleşmelerin şirketlere devri veya işletme ruhsatı düzenleme sürecinde bazı cevherleşmelerde yapılan yeraltı gözlemleri ve sondajlı arama çalışmalarına ait veriler ışığında işletmeci şirket tarafından hazırlanan 1 numaralı cevherleşmeye ait bazı kesitler Şekil 3.6' da yer almaktadır.

Bu kesitlere göre cevherleşmeler yer yer küçük ölçekli faylarla kesilmiş, merceğimsi - şiliren dış şekilli kütleler halindedirler.

Krom cevherleşmeleri oluşumlarını takip eden ve bugünkü konumlarını alana kadar geçen süreç içerisinde tektonik faaliyetlerin etkisi altında kalarak faylanmış, ezilmiş ve parçalanmışlardır (Şekil 3.7). Bu süreç yan kayaçlarda da oldukça etkili olmuştur.



Şekil 3.3 Serpantinitlerde ağ/elek dokusu (Mikrofoto, Çift Nikol, Örnek No: ZN-64).

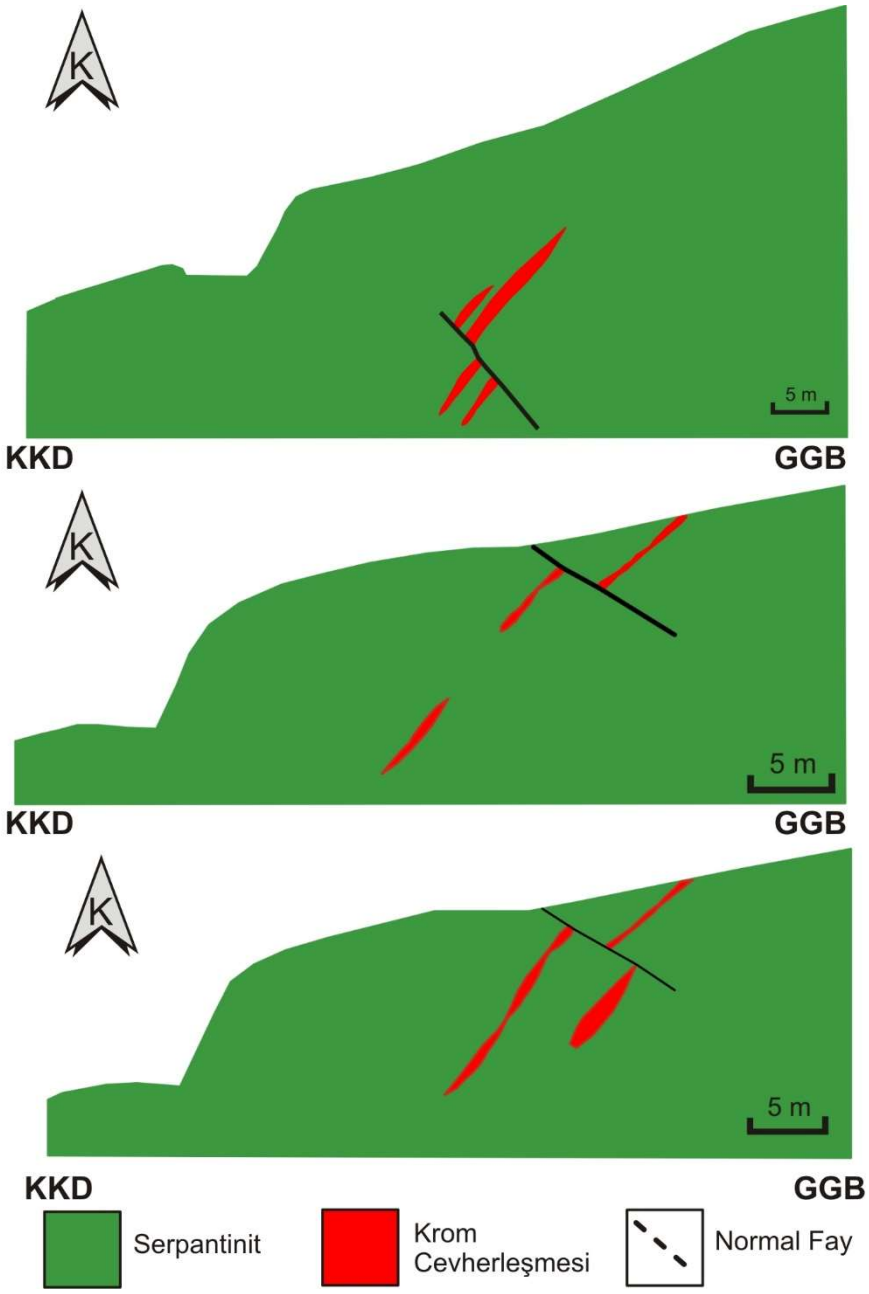


Şekil 3.4 3 numaralı cevherleşmede merceğimsi krom cevherleşmesi.



Şekil 3.5 1 numaralı cevherleşmede düzensiz kütleler halindeki krom cevherleşmeleri.

Saha gözlemlerinde, krom cevherleşmelerinde saçınımlı (Şekil 3.8), benekli (Şekil 3.9), bantlı (Şekil 3.10), gang katkılı masif (Şekil 3.11) ve masif (Şekil 3.12) yapı çeşitlerinin yaygın olduğu gözlenmiştir. Bunlardan, bantlı yapıda, cevher bantlarının kalınlığının mm ile birkaç cm civarındadır.



Şekil 3.6 İnceleme alanındaki 1 numaralı krom cevherleşmesinde, işletmeci şirket tarafından hazırlanmış jeolojik kesitler (Kesitler, Kuzeyden Güneye sıralıdır).



Şekil 3.7 3 numaralı cevherleşmede tektonik süreçler etkisi altında parçalanmış krom cevherleşmesi.



Şekil 3.8 1 numaralı cevherleşmede saçınımlı krom cevherleşmesi.



Şekil 3.9 3 numaralı cevherleşmede benekli krom cevherleşmesi.



Şekil 3.10 2 numaralı cevherleşmede bantlı krom cevherleşmesi.



Şekil 3.11 3 numaralı cevherleşmede gang katkılı masif krom cevherleşmesi.



Şekil 3.12 3 numaralı cevherleşmede masif krom cevherleşmesi.

İnceleme alanındaki krom cevherleşmelerinden günümüze kadar hangi tenör değerinde (% Cr_2O_3) kaç ton krom cevherinin üretildiği bilgisi edilememiştir. Ancak şirket yetkililerine göre cevherleşmelerin Cr_2O_3 içeriği % 5 ile % 45 arasında değişmektedir. Üretilen cevherin büyük bir kısmı parça cevher olarak satılmaya uygun olmadığı için 1 numaralı cevherleşmeye yakın konumda kurulu olan zenginleştirme tesisinde (Şekil 3.13) "sallantılı masa" yöntemi ile zenginleştirilerek konsantre krom cevheri elde edilmektedir.



Şekil 3.13 İğdir Köyü yakınlarındaki sallantılı masa yöntemli krom zenginleştirme tesisi.

4. CEVHER MİKROSKOPİSİ

4.1 Amaç ve Yöntem

Saha çalışmaları sırasında derlenen cevher ve kayaç örneklerindeki opak minerallerin tanımlanabilmesi, cevher örneklerinde mineralojik bileşim, mikro yapı-doku özelliklerinin açıklanabilmesi amacı ile cevher mikroskopisi incelemeleri gerçekleştirilmiştir.

Bu amaç doğrultusunda, saha incelemeleri sırasında toplanan cevher ve kayaç örneklerinden seçilen 32 adet örnek (24 cevher, 8 kayaç) Cumhuriyet Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Maden Yatakları-Jeokimya Anabilim Dalı' nda bulunan Buehler Isomet 4000 Hassas Kesme Makinesinde 2,5 x 2,5 x 1 cm boyutlarında kesilmiş ve düz bir zeminde silindirik bakalit kalıplara alınmıştır. Kalıp zeminlerinde geçirimsizlik sağlandıktan sonra örnekler üzerine 2 birim yapay reçine 1 birim de sertleştirici malzemeden oluşan kalıp malzemesi karışımı dökülerek malzemenin sertleşmesi için yaklaşık 24 saat beklenmiştir. Sertleşme tamamlandıktan sonra kalıp örnekler Buehler Beta aşındırıcı ve parlatıcısında, 165 µm, 70 µm ve 30 µm'lik aşındırma diskleri kullanılarak aşındırılmış, sonrasında 6 µm ve 1 µm'lik parlatma diskleri kullanılarak su kullanılmadan özel solüsyonlar ile kaba parlatma işlemine geçilmiştir. Kaba parlatmanın devamında, örnekler, Buehler Vibromet 2 model titreşimli makinede çuha yüzey üzerinde Alüminyum solüsyonu içerisine konularak son parlatma işlemine geçilmiş ve devamında parlatma işlemleri tamamlanmıştır.

Parlatma blokları Nikon Coolpix 4500 dijital fotoğraf makinesi takılı, alttan ve üstten aydınlatma düzeneğine sahip Nikon Eclipse E 600 Pol Polarizan Mikroskobunda incelenmişlerdir.

4.2 Cevher Mineralojisi ve Mikro Yapı-Doku Özellikleri

Krom' un en önemli ve tek cevher minerali kromit' dir. Kromit, genel formülü $(Fe, Mg)^{2+}.(Cr, Al, Fe)^{3+}{}_2.O_4$ olan ve kübik sistemde kristallenen spinel grubu bir mineraldir. El örneği düzeyinde siyahımsı koyu gri, çizgi rengi ise kahverengidir.

Opak bir mineral olan kromit cevher mikroskopisi incelemelerinde yansıyan ışıkta tek nikolde açık grimsi, kirli beyaz bir renkte gözlenir. Işığı orta derecede yansıtma gücünde olup yansıtma pleokroyizması göstermez ve çift nikolde optik izotroptur.

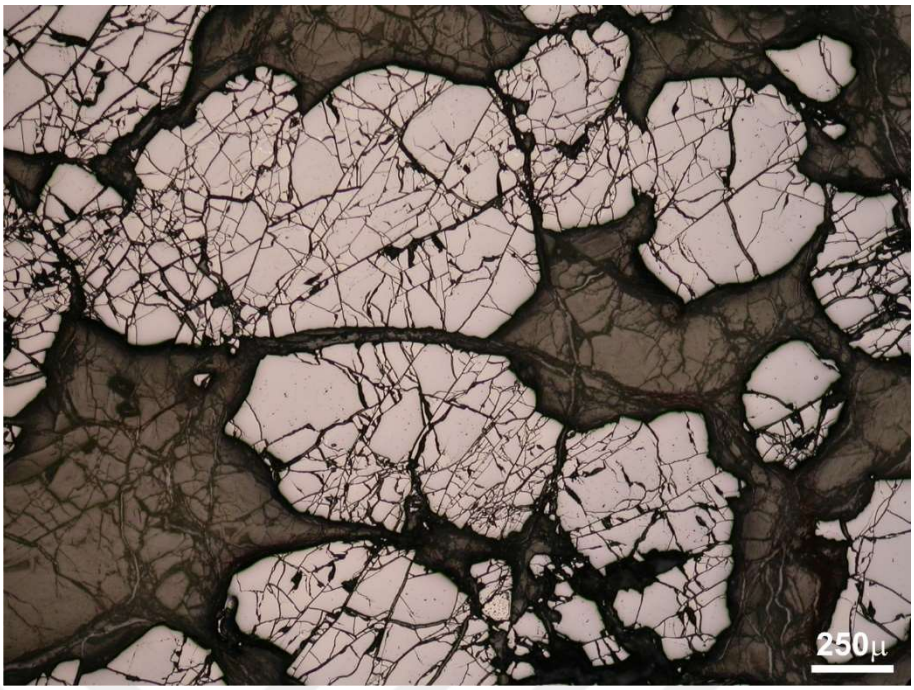
Hazırlanan parlatma bloklarında cevher örneklerinin parajenezinin oldukça zayıf olduğu gözlenmiştir. Tüm örneklerde hakim cevher minerali olarak kromit gözlenmiştir.

Kromitler çoğunlukla özşekilsiz (Şekil 4.1) olup, yan kayaç serpantinitlerden hazırlanan parlatma bloklarında ise nadiren özşekilli (Şekil 4.2) formlar olarak izlenmiştir. Opak olmalarına karşın ender olarak iç yansıma gösterebilen kromitlerde bu özelliğe bazı parlatma örneklerinde de rastlanmıştır (Şekil 4.3). Rhamdor (1980) bu durumun "Mn ve Al bakımından zengin kromitlerde rastlandığını" ileri sürmektedir.

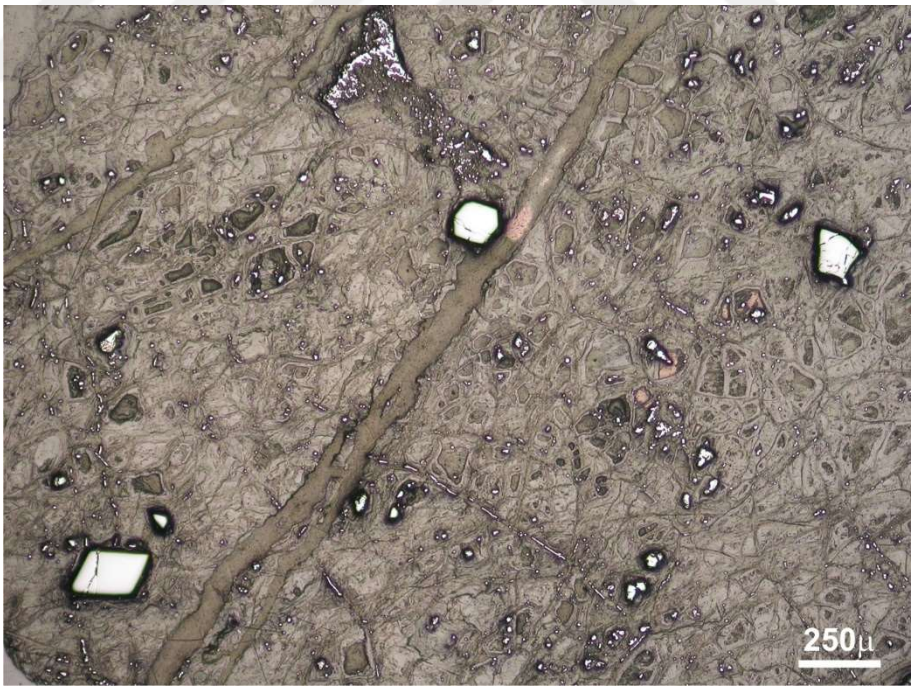
Cevher ve yan kayaç örneklerinden hazırlanan parlatma bloklarında, bazı kromitlerin kırık-çatlak ve kenar zonlarında rengi kromite göre daha beyaz ve ışığı yansıtma gücü daha yüksek olan oluşumlara da rastlanmıştır (Şekil 4.4 ve Şekil 4.5). Ferritkromit olarak tanımlanan bu oluşumlar ile ilişkili olarak ferritkromitlere göre daha koyu renkli (açık kahve tonlarda) oluşumlar da yer yer gözlenmiştir.

Ferritkromit oluşumlarının parlatma örneği boyutunda süreklilik göstermemesi (bu tip oluşumların bir bütün içerisinde kesikli ve/veya kısıtlı biçimde gözlenmesi), benzer etkiler altında aynı ürünün yaygın olarak gözlenmemesi, dikkat çekicidir.

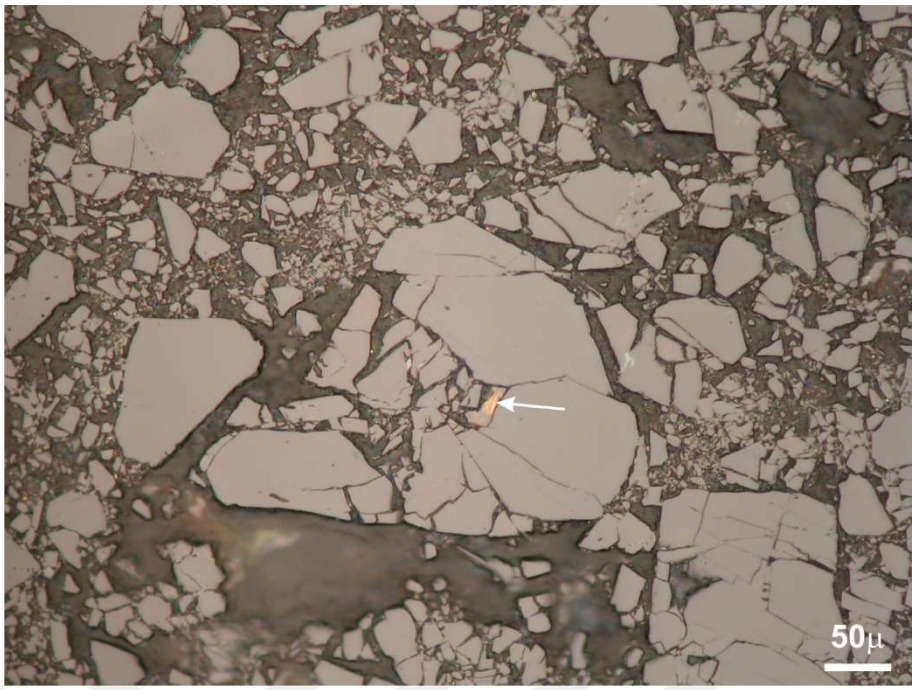
Kromit ve ferritkromitlerin yanı sıra parlatma bloklarının parajenezinde gözlenen bir diğer mineral oluşumu da sarı renkli, küçük boyutlu, bazen kimi örneklerde yığışımlar halinde izlenen anizotropi gösteren mineral formlarıdır. Bu oluşumlar cevherleşmelerdeki kromitler (Şekil 4.6 ve Şekil 4.7), serpantinitlerdeki kromitler (Şekil 4.8) ve yer yer de serpantin grubu mineraller ile ilişkili olarak gözlenmektedirler.



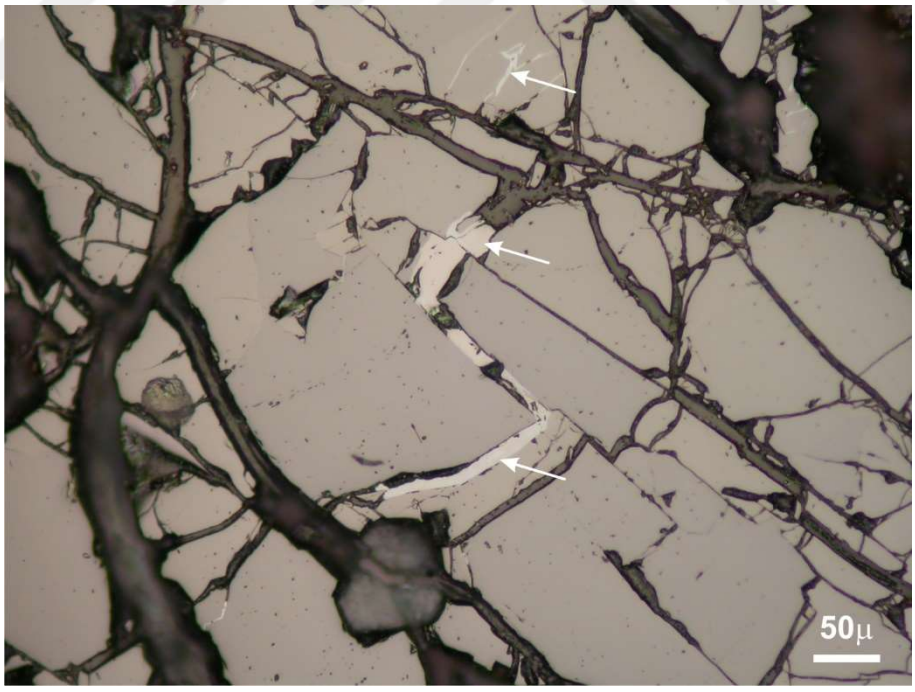
Şekil 4.1 Özşekilsiz kromitler (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27)



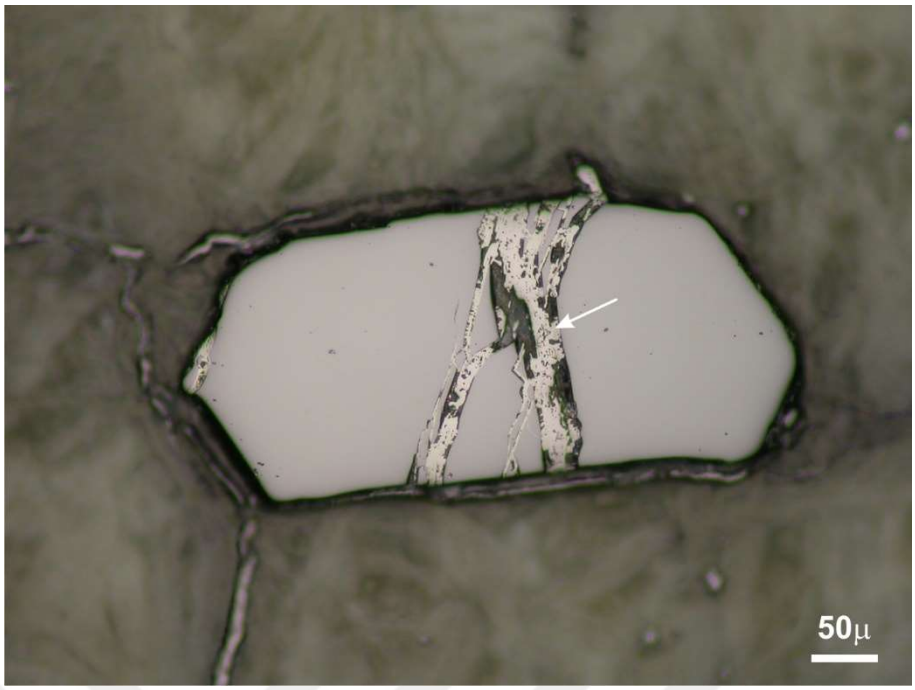
Şekil 4.2 Serpantinitlerde özşekilli kromitler (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol Örnek No: Z-1K).



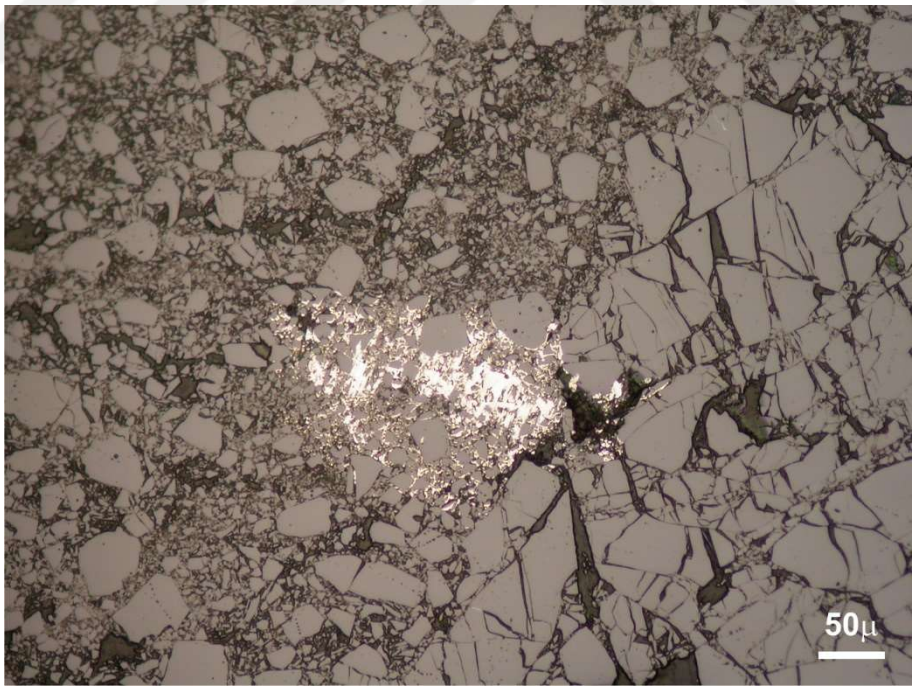
Şekil 4.3 Kromitte iç yansıma (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-57)



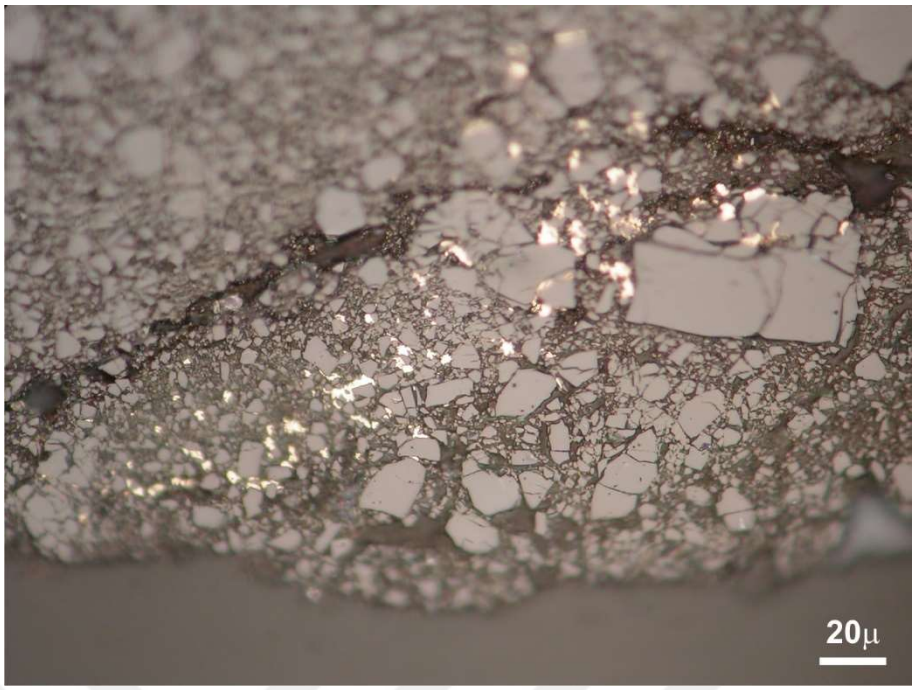
Şekil 4.4 Krom cevherlerindeki kromitlerde ferritkromit oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27A).



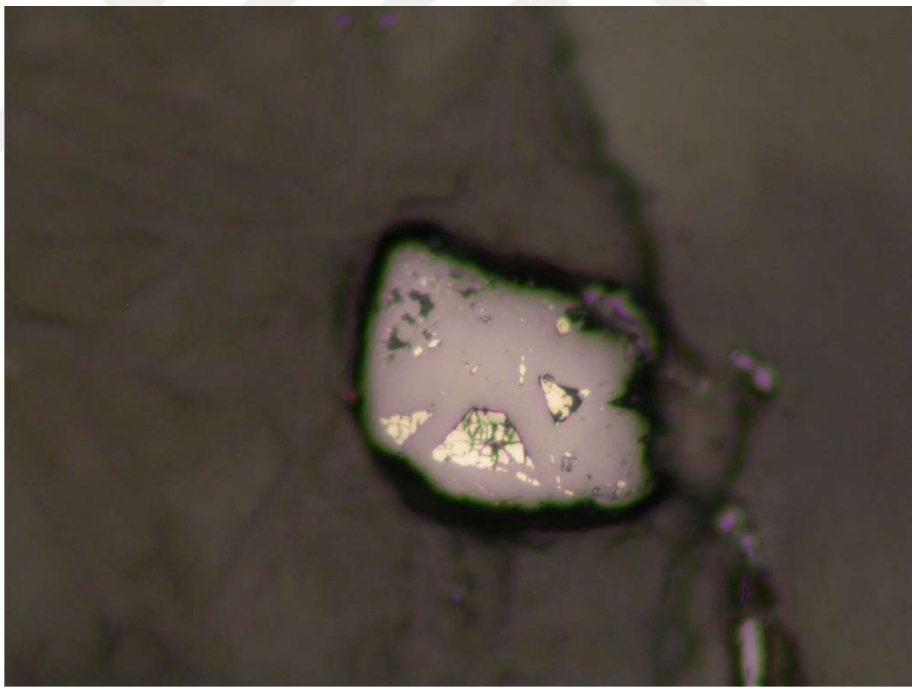
Şekil 4.5 Serpantinitlerdeki kromitlerde ferritkromit oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27A).



Şekil 4.6 Cevherleşmelerdeki kromitlerde gözlenen sülfürlü mineral oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-52).



Şekil 4.7 Cevherleşmelerdeki kromitlerde gözlenen sülfürlü mineral oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-57).



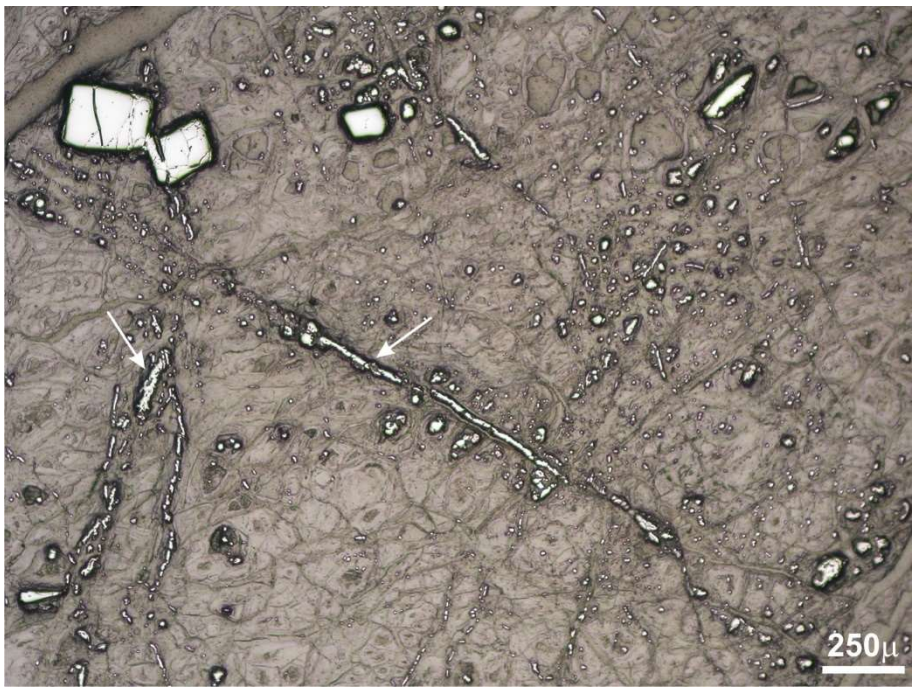
Şekil 4.8 Serpantinitlerdeki kromitlerde gözlenen sülfürlü mineral oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-5 K).

Bu minerallerin yanı sıra serpantinit örneklerinden hazırlanan parlatma bloklarında hematit de sıklıkla rastlanan bir diğer mineraldir. Serpantinit örneklerinde gözlenen hematitler düzenli olmayan, biçimsiz yığışımlar halindedirler (Şekil 4.9).

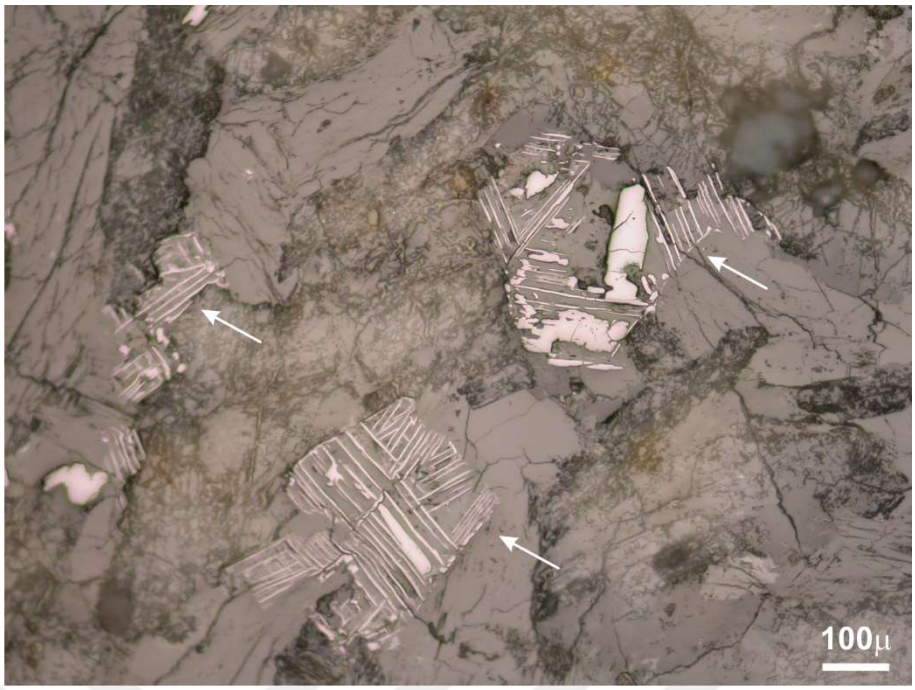
İzole diyabaz dayklarında iskeletimsi/kafes yapısına sahip oluşumlar da gözlenmiş olup (Şekil 4.10), kimyasal analiz destekli olacak biçiminde, bu oluşumlar, muhtemelen, "ilmenit" ile "titanomaghemit" arası bir form olarak kabul edilmişlerdir.

Mikroskopik gözlemlerde saptanan bu mineralojik oluşumlarda da kristal kimyası analizleri gerçekleştirilmiş olup, analiz sonuçları ve değerlendirilmeleri Bölüm 5 ' de "jeokimyasal incelemeler" başlığı altında yapılmıştır.

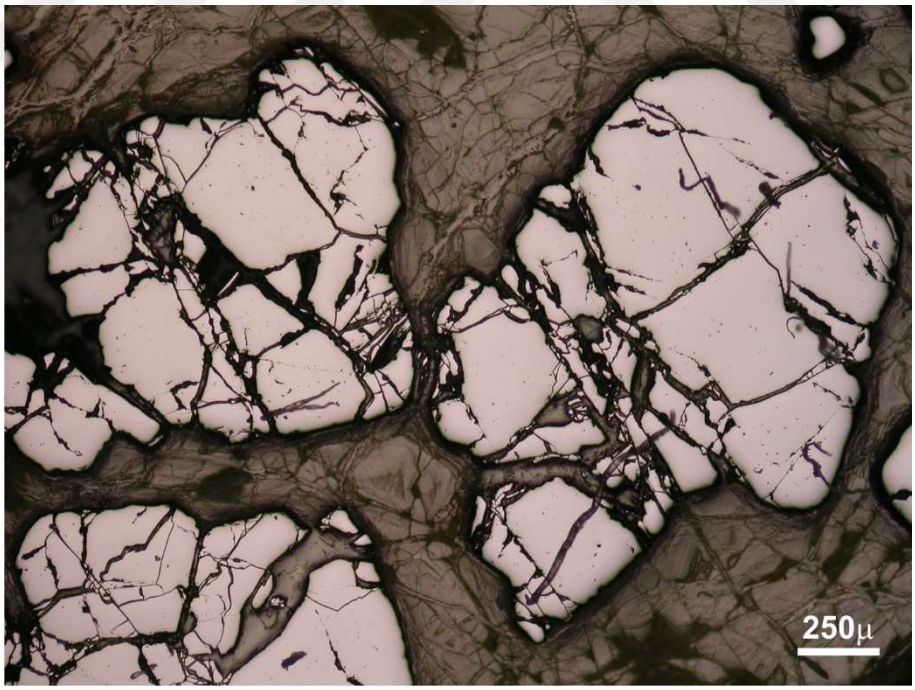
Kromitler genel olarak 2 mm nin altında tane boyuna sahiptirler (Şekil 4.11) ve çoğunlukla kenarlarından itibaren yuvarlatılmış, özşekilsiz kristallerden oluşan taneli doku özelliğindedirler (Şekil 4.12). Kromitlerde gözlenen en önemli mikro yapı özelliği kataklastik yapıdır (Şekil 4.13). Sıkıştırma ve makaslama kuvvetlerinin birlikte etkisi ile gelişen kataklastik yapı bazı örneklerde milonitleşme düzeyinde etkili olmuştur (Şekil 4.14). Çok sık gözlenmemekle birlikte çek-ayır (pull-apart) yapısı da kromitlerde gözlenen bir diğer mikro yapı özelliğidir (Şekil 4.15). Bu yapı türünün



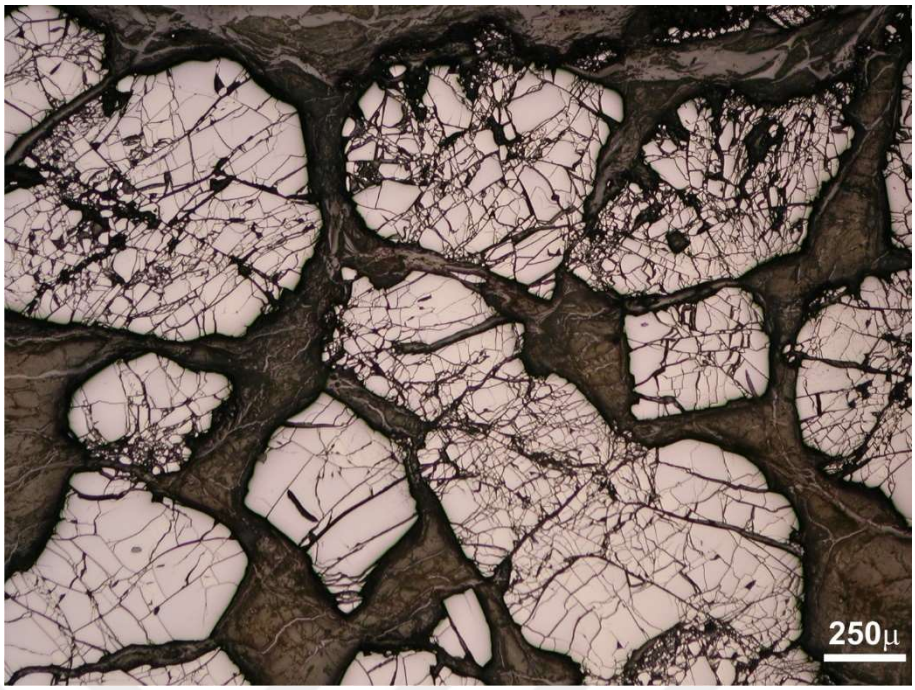
Şekil 4.9 Serpantinitlerde hematit yığışımları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-1K).



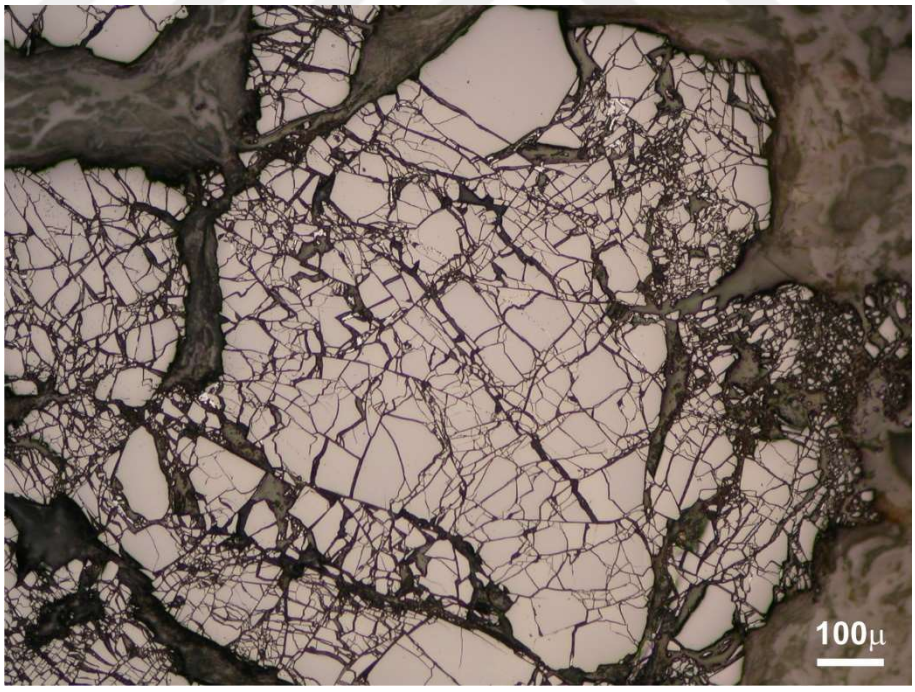
Şekil 4.10 İzole diyabaz dayklarında ilmenit/titanomaghemit oluşumları (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-27K).



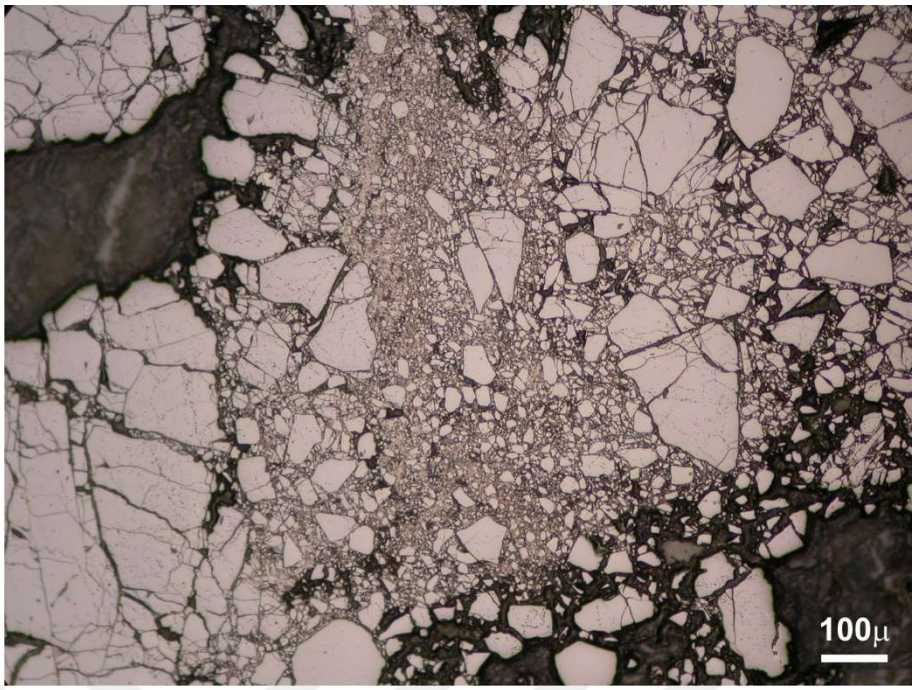
Şekil 4.11 Kromitlerin tane boyu (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: OKC-26).



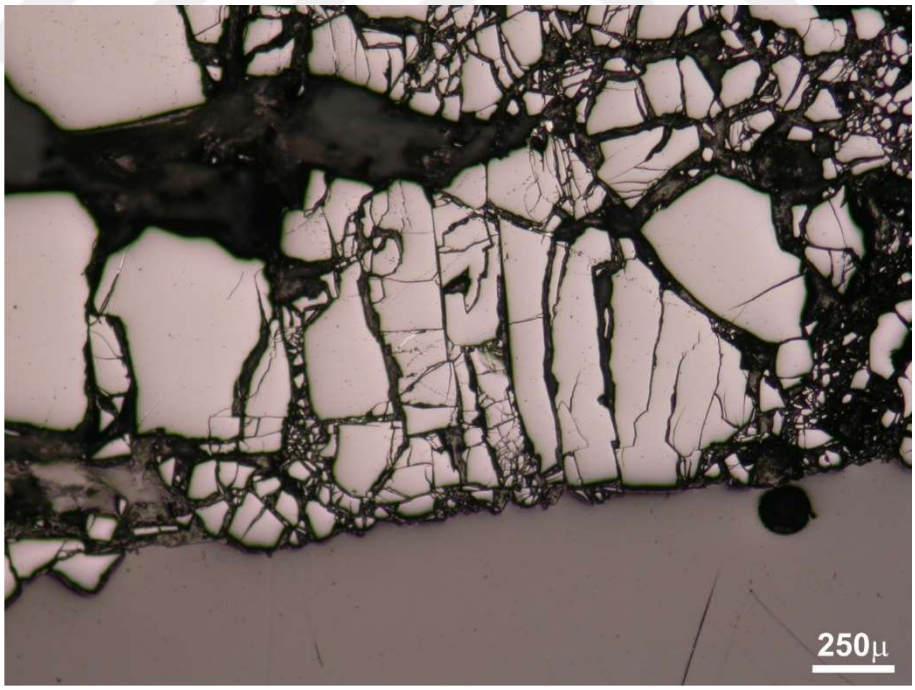
Şekil 4.12 Kromitlerde taneli doku (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-29).



Şekil 4.13 Kromitlerde kataklastik yapı (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-29).



Şekil 4.14 Kromitlerde milonitleşme düzeyinde kataklastik yapı (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-10).



Şekil 4.15 Kromitlerde çek-ayır yapısı (Mikrofoto, Hava Ortamı, Tek Nikol, Örnek No: Z-15).

şekillenmesinde, özellikle uzun eksene sahip kromit kristallerinde, uzun eksene dik olarak gelişen sıkıştırma kuvvetlerinin etkisi altında meydana gelen gerilme süreci belirleyicidir.

5. JEOKİMYASAL İNCELEMELER

İnceleme alanında yer alan krom cevherleşmelerinin yan kayacı konumundaki mafik-ultramafik kayaçların ve krom cevherleşmelerinin çeşitli jeokimyasal özelliklerini irdeleyebilmek için 7 adet kayaç örneği ile 23 parlatma bloğunda (18 i cevher 5 i kayaç) kimyasal incelemeler gerçekleştirilmiştir.

5.1 Kayaç Kimyası İncelemeleri

Artova Ofiyolitli Karışığı' nda yer alan mafik-ultramafik kayaç gruplarından derlenen örneklerin laboratuvarda incekesit incelemelerinde, ultramafik kayaçların alterasyon süreçlerinden yoğun biçimde etkilendikleri, sadece izole diyabaz dayklarının bazılarının, kısmen de olsa, bu süreçten fazla etkilenmedikleri gözlenmiş ve bu nedenle, bütçe olanakları da göz önünde bulundurularak, kayaç kimyası incelemelerinde izole diyabaz dayklarından seçilen 7 adet örnek kayaç kimyası incelemelerinde kullanılmıştır.

Analizi gerçekleştiren laboratuvarın kullanılan analiz tekniği ile ilişkili dedeksiyon limitleri Çizelge 5.1 de, kayaç örneklerinin analiz sonuçları da Çizelge 5.2 de yer almaktadır.

Çizelge 5.1'den de görülebileceği gibi izole diyabaz dayklarına ait kimyasal analizlerde "ateşte kayıp" değerleri % 1,8 ile % 5 arasında değişmekte olup, bu değer aralığı, genel anlamda, seçilen kayaç örneklerinin alterasyon sürecinden etkilenmelerinin kabul edilebilir limitler dahilinde olduğu biçiminde değerlendirilebilir düzeydedir.

İzole diyabaz dayk örneklerinin SiO_2 değerleri % 44,18 ile % 48,68, Al_2O_3 değerleri % 13,41 ile %14,7, Fe_2O_3 (toplam) değerleri %11,19 ile % 13,57, MgO değerleri % 5,61 ile % 6,59, CaO değerleri % 12,36 ile 18,45, Na_2O değerleri % 0,26 ile 2,49 , K_2O değerleri % 0,05 ile 0,21 , TiO_2 değerleri 1,15 ile 1,68 , P_2O_5 değerleri % 0,08 ile 0,12, MnO değerleri % 0,18 ile 0,2 , Cr_2O_3 değerleri % 0,004 ile 0,012 , Ba değerleri 13 ile 239 ppm, Ni değerleri 31 ile 108 ppm , Sr değerleri 56 ile 403 ppm, Zr değerleri 64 ile 93 ppm, Y değerleri 24 ile 33 ppm, Sc değerleri 36 ile 38 ppm değerleri aralığında olup, örneklerdeki Nb ise dedeksiyon limitinin altındadır.

Çizelge 5.1 Bureau Veritas Commodities Canada Ltd' nin ICP/MS dedeksiyon limitleri

ANALİT	DEDEKSİYON LİMİTİ (%)	ANALİT	DEDEKSİYON LİMİTİ (ppm)
SiO_2	0,01	Ba	5
Al_2O_3	0,01	Ni	20
Fe_2O_3	0,04	Sr	2
MgO	0,01	Zr	5
CaO	0,01	Y	3
Na_2O	0,01	Nb	5
K_2O	0,01	Sc	1
TiO_2	0,01		
P_2O_5	0,01		
MnO	0,01		
Cr_2O_3	0,002		

Kimyasal analizi yapılan izole diyabaz dayklarının adlandırılması amacı ile iki adet diyagram kullanılmış olup, bunlardan ilki ana element oksitlerini, diğeri ise ana-iz element verilerini esas almıştır.

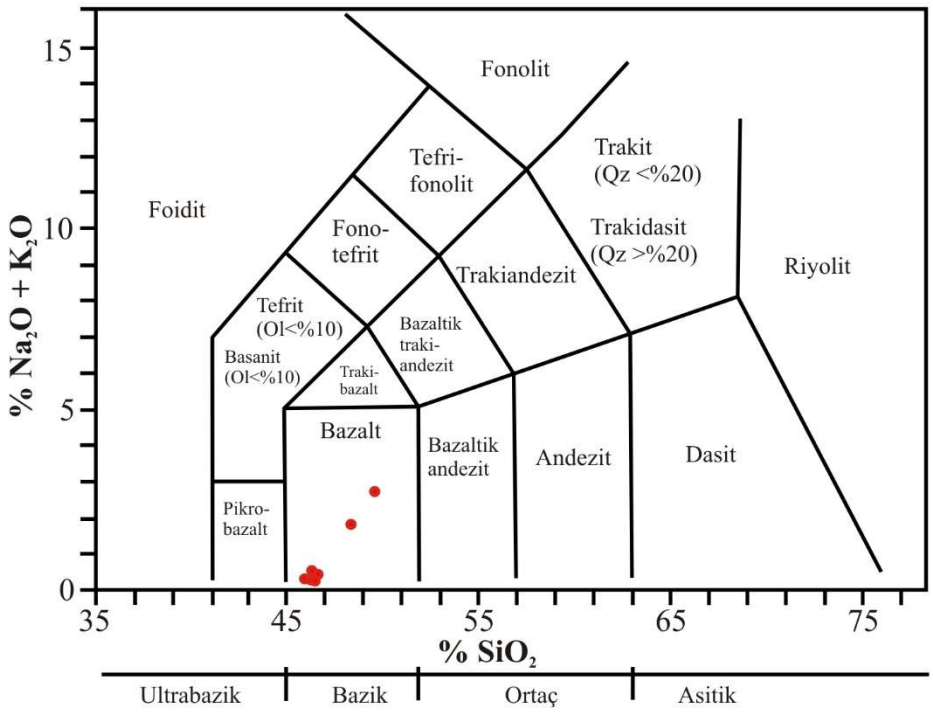
LeMaitre (1989) tarafından geliştirilen % SiO_2 ye karşı % Na_2O+K_2O verilerinin esas alındığı diyagrama göre incelenen örneklerin tamamı bazalt alanında yer almaktadır (Şekil 5.1). Bunun yanı sıra örneklerin % SiO_2 içeriği göz önüne alındığında, tamamı bazik bir karakter sergilemektedirler.

Magmatik kayaçların bileşiminde yer alan ana elementlerin alterasyon süreçlerinde sistemde kararlı olamadıkları, buna karsın eser elementlerin ana elementlere göre sistemde daha kararlı oldukları göz önünde bulundurularak kayaçların adlandırılmasında Winchester ve Floyd (1977) tarafından geliştirilen Zr/TiO_2 ye karşı SiO_2 verilerinin kullanıldığı diyagramdan da yararlanılmış olup, bu diyagrama göre de örneklerin tamamı sub-alkali bazalt alanında yer almışlardır (Şekil 5.2).

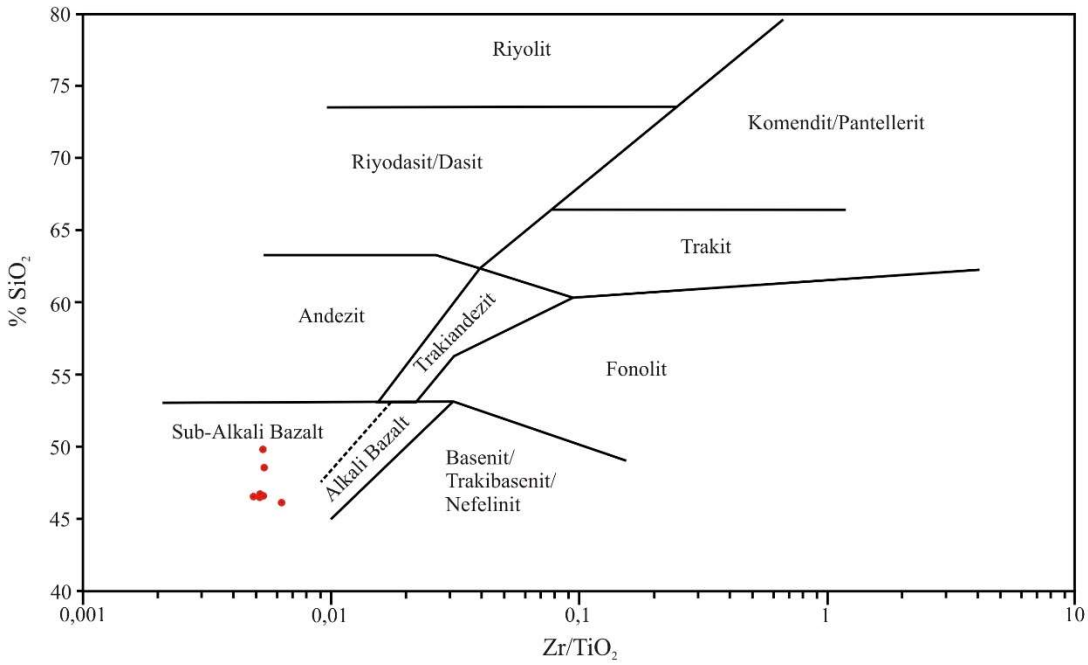
Çizelge 5.2 Kayaç örneklerinin kimyasal analiz sonuçları (oksitler %, elementler ppm)

ÖRNEKNO / ANALİT	ZT-1	ZT-2	ZT-3	ZT-4	ZT-5	ZT-6	ZT-7
SiO_2	44,71	44,35	44,63	48,68	44,18	44,53	47,12
Al_2O_3	13,72	13,49	14,08	14,70	13,41	14,02	14,34
$Fe_2O_3^*$	11,59	13,57	11,64	11,49	13,49	11,57	11,19
MgO	5,91	5,79	5,61	6,59	5,87	5,70	6,54
CaO	18,28	15,80	18,45	12,36	15,44	18,41	14,59
Na_2O	0,25	0,28	0,26	2,49	0,26	0,26	1,59
K_2O	0,05	0,21	0,05	0,18	0,15	0,05	0,19
TiO_2	1,28	1,68	1,29	1,20	1,68	1,30	1,15
P_2O_5	0,08	0,12	0,09	0,09	0,11	0,08	0,08
MnO	0,19	0,20	0,18	0,19	0,20	0,18	0,18
Cr_2O_3	0,006	0,004	0,005	0,011	0,004	0,005	0,012
Ba	13	48	27	214	45	22	239
Ni	37	78	31	40	108	36	43
Sr	83	81	56	269	82	67	403
Zr	65	93	70	66	93	70	64
Y	25	33	27	25	32	27	24
Nb	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Sc	38	37	36	37	36	36	37
Ateşte Kayıp	3,7	4,3	3,5	1,8	5,0	3,7	2,8
TOPLAM	99,83	99,82	99,84	99,83	99,82	99,84	99,83

* Oksit olarak toplam demir



Şekil 5.1 % SiO_2 ye karşı % Na_2O+K_2O verilerinin esas alındığı volkanik kayaçların adlandırılması diyagramı (LeMaitre, 1989).

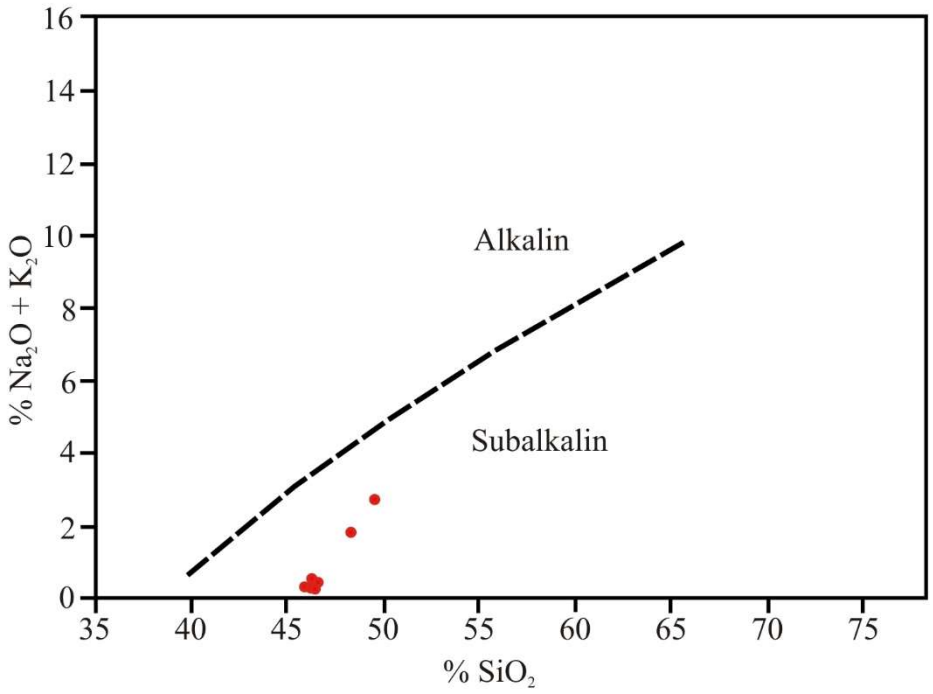


Şekil 5.2 Zr/TiO_2 ye karşı SiO_2 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların adlama diyagramı (Winchester ve Floyd, 1977).

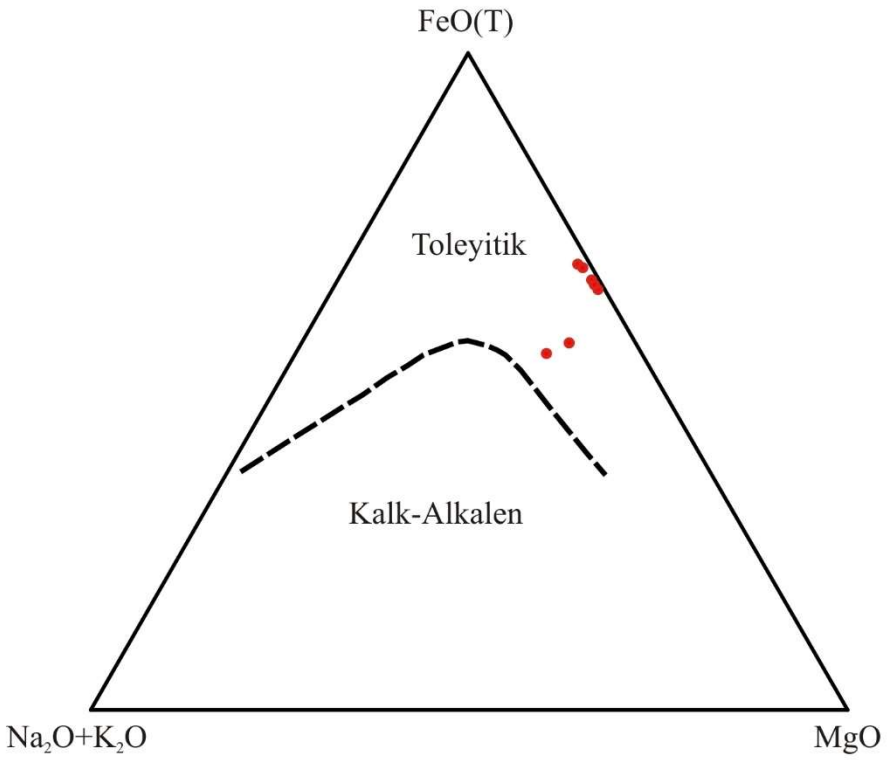
Magmatik kayaçların oluştukları tektonik ortamların belirlenmesi amacı ile çeşitli araştırıcılar tarafından pek çok diyagram geliştirilmiş olup, kimyasal analiz verilerinin sınırladığı olanak dahilinde, bunlardan bazıları bu çalışmada kullanılmışlardır. Kayaçların adlandırılma sürecinde olduğu gibi burada da magmatik kayaçların bileşiminde yer alan ana elementlerin alterasyon süreçlerinde sistemde kararlı olamadıkları, buna karşın eser elementlerin ana elementlere göre sistemde daha kararlı oldukları göz önünde bulundurularak, olabildiğince eser element verilerinden de yararlanılmaya çalışılmıştır.

Irvine ve Baragar (1971) tarafından geliştirlen ve % SiO_2 ye karşı % Na_2O+K_2O verilerinin kullanıldığı diyagrama göre kimyasal analizi yapılan örneklerin tamamı subalkalin bölgede yer almaktadır (Şekil 5.3).

Irvine ve Baragar (1971) tarafından subalkalin tektonik ortamın alt değerlendirmesinin yapılabilmesi için geliştirilen, FeO(T), Na_2O+K_2O ve MgO analiz verilerinin kullanıldığı diyagrama göre incelenen örneklerin tamamı toleyitik bölge içerisinde konumlanmışlardır (Şekil 5.4).



Şekil 5.3 % SiO_2 ye karşı % Na_2O+K_2O verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

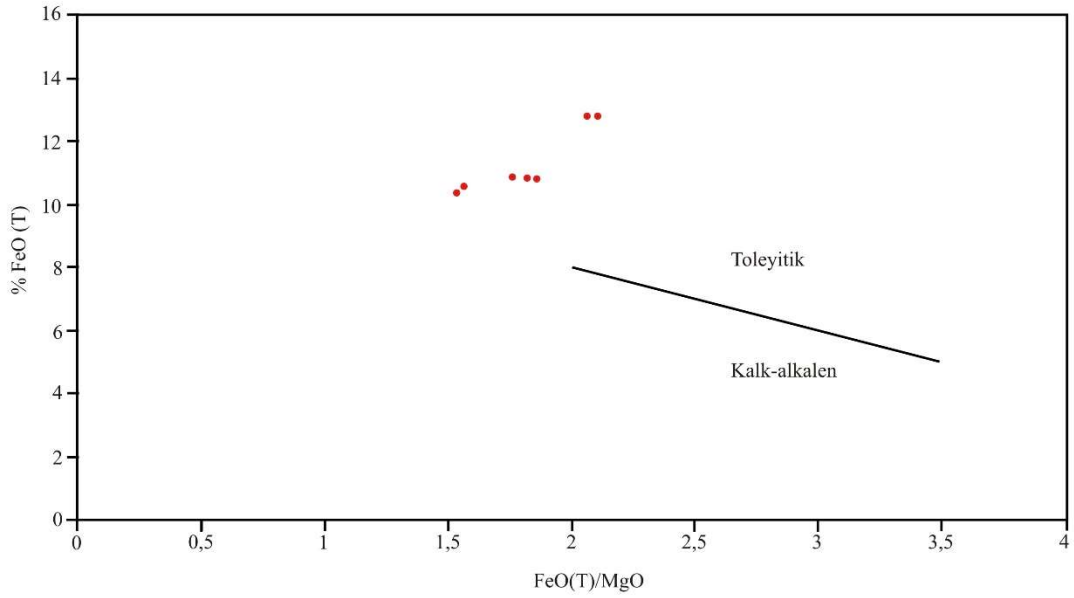


Şekil 5.4 FeO(T), Na_2O+K_2O ve MgO verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Irvine ve Baragar, 1971).

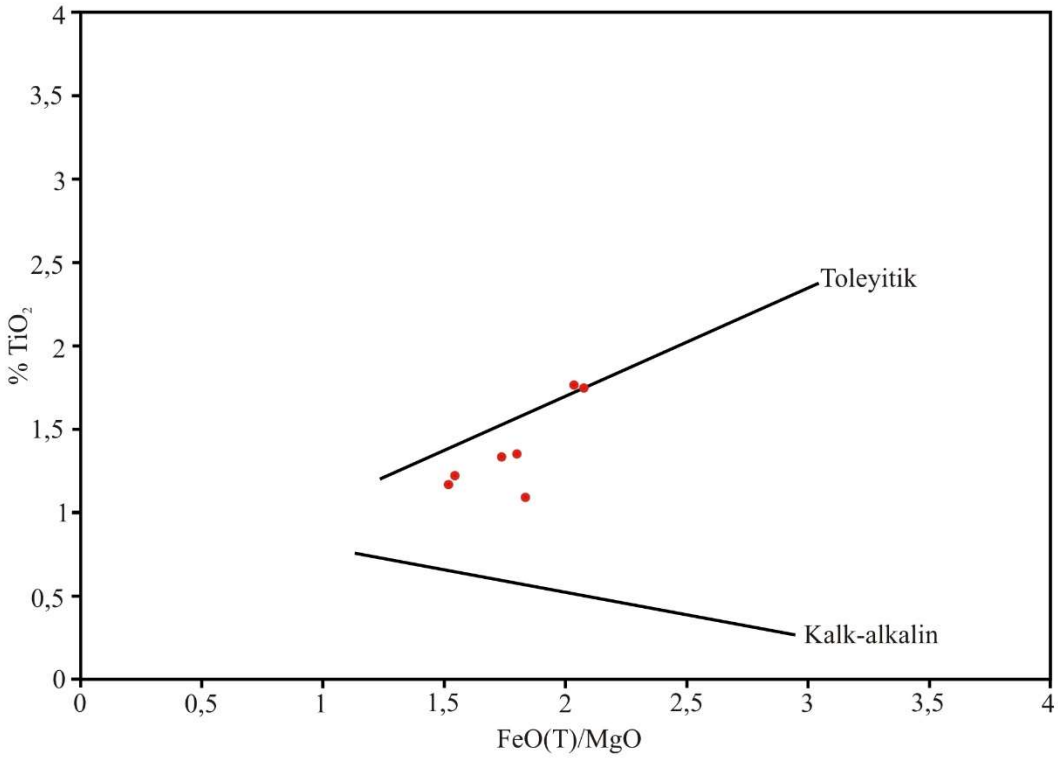
Miyashiro (1974) tarafından geliştirilen % FeO(T) ya karşı % FeO(T)/MgO verilerinin kullanıldığı diyagrama göre de kimyasal analizi yapılan izole diyabaz daykları, bir miktar uzağında da kalsalar, toleyitik yönelime yakın bir konumdadırlar (Şekil 5.5).

Aynı araştırıcı tarafından, % FeO(T) verilerinin kullanıldığı eksen değerleri yerine % TiO_2 verilerinin kullanıldığı bir diğer diyagrama göre, örnekler toleyitik yönelime sahiptirler (Şekil 5.6).

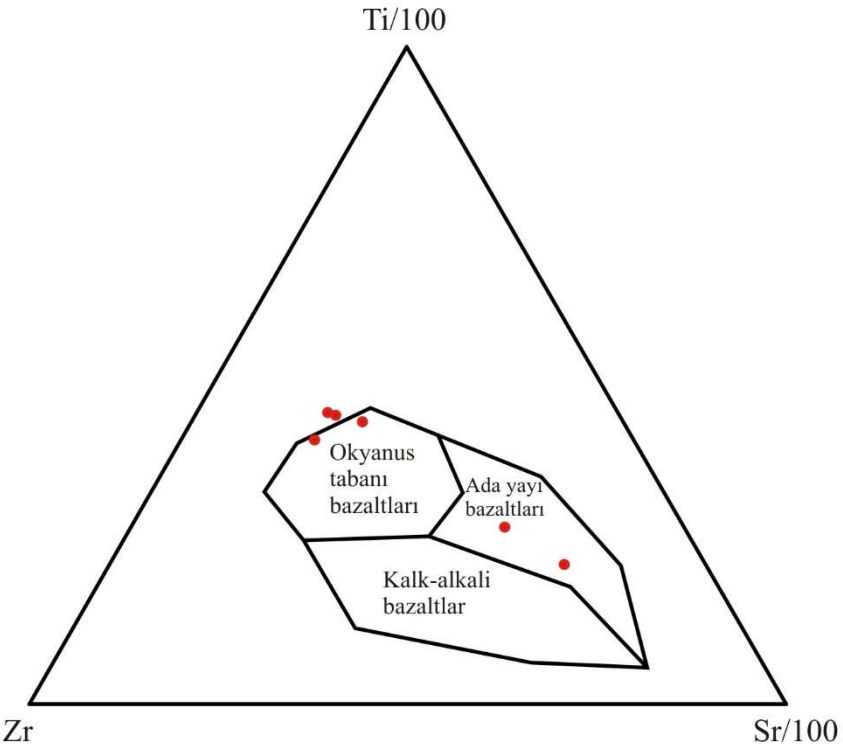
Ortam yorumu için iz element verilerini değerlendiren araştırıcılardan Pearce ve Cann (1973) ın geliştirdikleri, Ti/100, Zr ve Sr/100 verilerinin kullanıldığı diyagrama göre iki örnek ada yayı bazaltları, diğer beş örnekten ikisi okyanus tabanı bazaltları alanında üçü ise okyanus tabanı bazaltlarının Ti bakımından zengin üst sınırının biraz dışında konumlanmışlardır (Şekil 5.7).



Şekil 5.5 % FeO(T) ya karşı % FeO(T)/MgO verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Miyashiro, 1974).



Şekil 5.6 % TiO_2 ye karşı % FeO(T)/MgO verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Miyashiro, 1974).



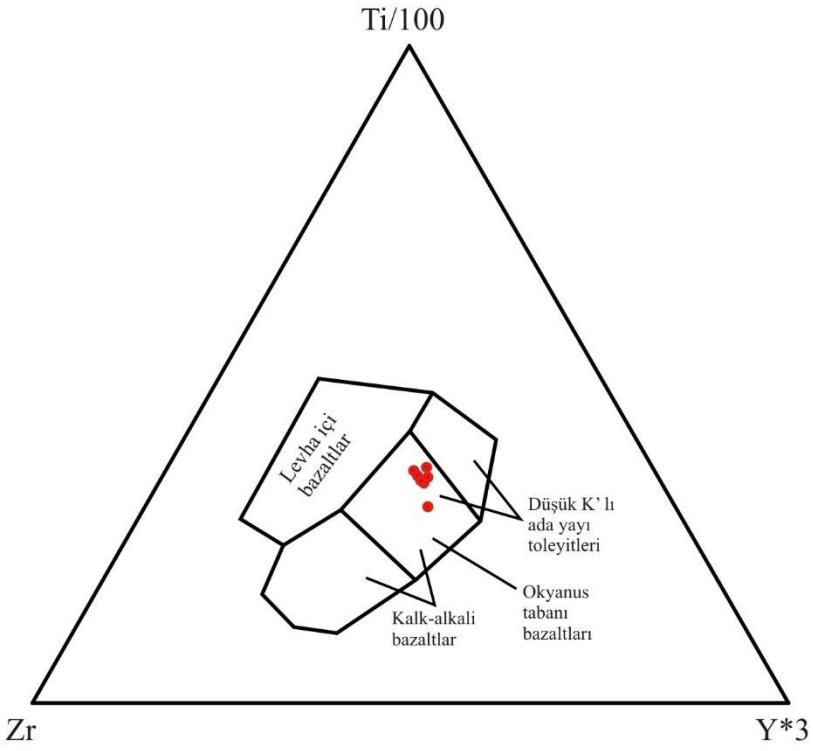
Şekil 5.7 Ti/100, Zr ve Sr/100 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Cann, 1973).

Pearce ve Cann (1973) ın, Sr/100 verisi yerine Y*3 verisini kullandıkları bir diğer diyagramda ise örnekler okyanus tabanı bazaltları alanında yer almakla birlikte, kısmen de olsa düşük K' lu ada yayı toleyitleri ve kalk alkali bazaltlar özelliği de taşımaktadırlar (Şekil 5.8).

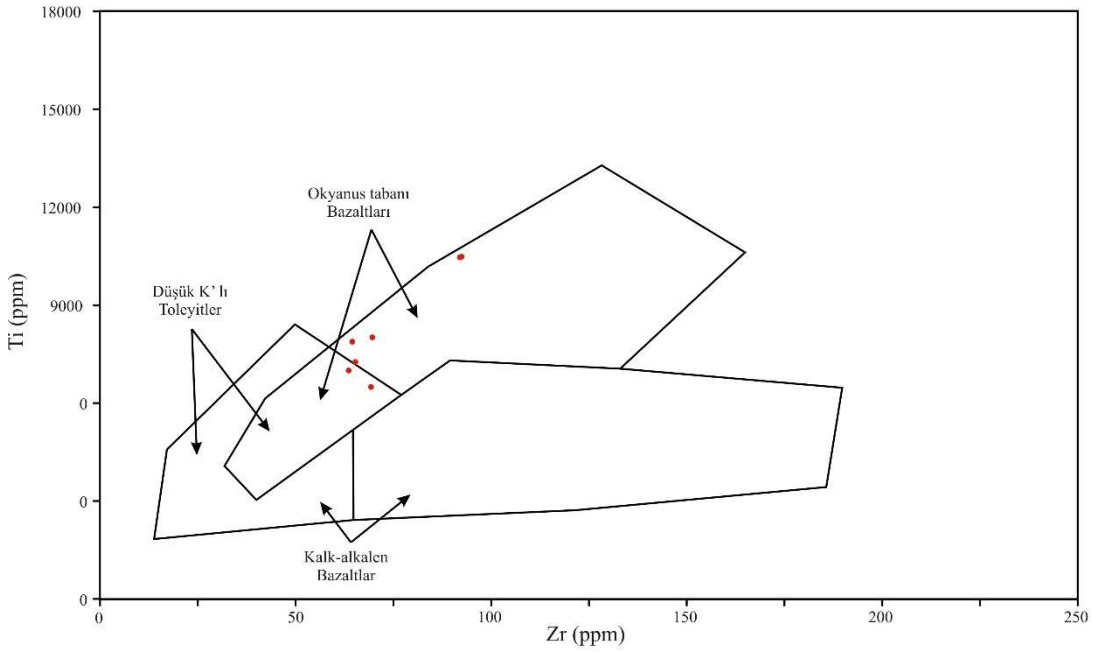
Aynı araştırıcılar tarafından geliştirilen Zr' a karşı Ti verilerinin kullanıldığı bir başka diyagramda da analizi yapılan örnekler kısmen de olsa düşük K' lu toleyit özelliği de taşıyan okyanus tabanı bazaltları özelliği göstermektedirler (Şekil 5.9).

Pearce ve Norry (1979) tarafından hazırlanan Zr/Y' a karşı Zr diyagramına göre incelenene izole diyabaz daykı örnekleri okyanus ortası sırt bazaltları ile ada yayı bazaltlarını içeren bimodal bir karakter sergilemektedirler (Şekil 5.10).

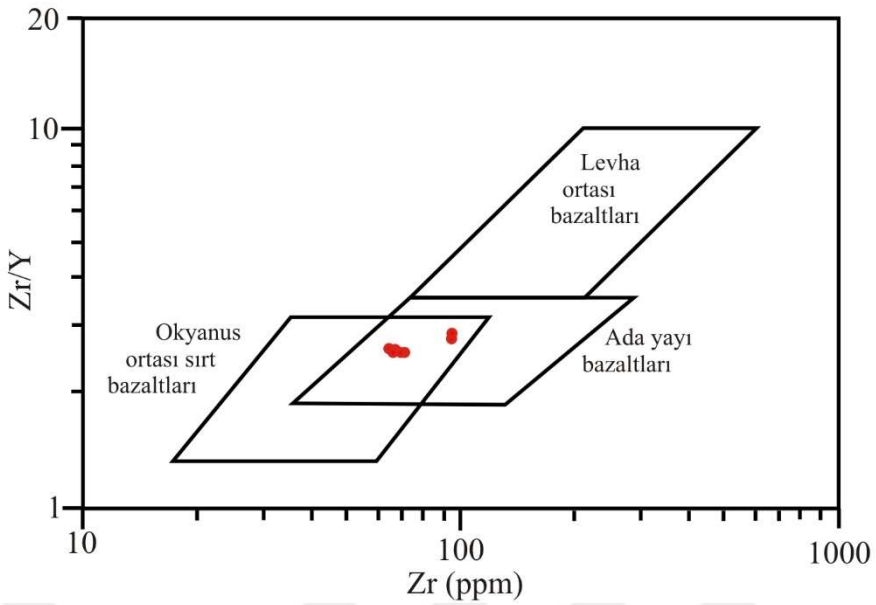
TiO_2, MnO*10 ve P_2O_5*10 verilerini esas alan Mullen (1983) in diyagramına göre 6 örnek ada yayı toleyitleri bölgesinde konumlanırken bir örnek ada yayı toleyitleri ile okyanus ortası sırt bazaltları arasındaki sınırda konumlanmıştır (Şekil 5.11).



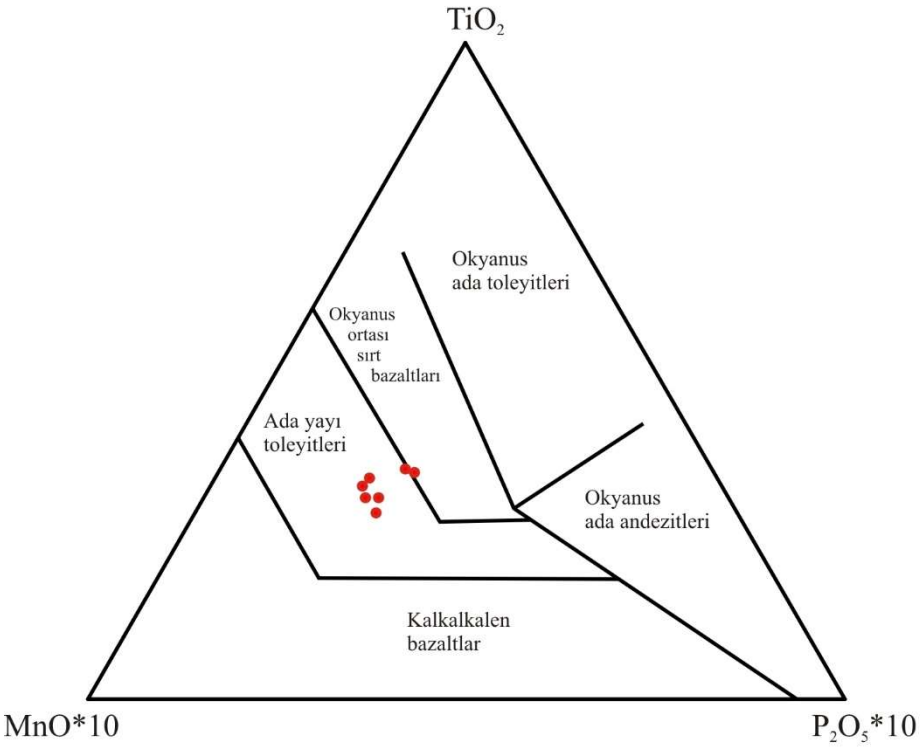
Şekil 5.8 Ti/100, Zr ve Y*3 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Cann, 1973).



Şekil 5.9 Ti ve Zr verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Cann, 1973).



Şekil 5.10 Zr/Y ve Zr verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Pearce ve Norry, 1979).



Şekil 5.11 TiO_2, MnO ve P_2O_5*10 verilerinin kullanıldığı volkanik kayaçların ortam tanımlama diyagramı (Mullen, 1983).

Bu değerlendirmelerin dışında, Çizelge 5.2. den de görülebileceği gibi kimyasal analizi yapılan izole diyabaz dayklarının % TiO_2 içerikleri 1,15 ile 1,68 arasında dağılım göstermekte olup ortalama % TiO_2 içerikleri 1,37 dir. Metcalf ve Shervais (2008) e göre okyanus ortası sırt bazaltlarında (MORB) ortalama % TiO_2 değeri 1,6 , yay gerisi basenlerde biraz daha düşük bir değer olan 1,3 ve yay volkanitlerinde ise ortalama değer 0,9 dolaylarındadır. Bunlara ek olarak, yay gerisi ortamların % P_2O_5 ortalamasının % 2 den düşük olması (Yıldırım 2008) ve incelenen örneklerde % P_2O_5 değer aralığının % 0,08 ile 0,12 arasında değişim göstermesinden (ortalama % 0,09) hareketle kimyasal incelemesi yapılan izole diyabaz dayklarının MORB dan ziyade dalma batma zonlarında gelişen ofiyolitler (SSZ) ile ilişkisinden, olasılık dahilinde, bahsedilebilir.

5.2 Kromitlerin Jeokimyasal İncelenmesi

İnceleme alanındaki krom cevherleşmelerinden ve yakın çevrelerinden derlenen kayaç örneklerinden hazırlanan parlatma bloklarından seçilen toplam 23 adet parlatma bloğunda (cevherleşmeleri temsil eden 18 adet cevher örneği, krom cevherleşmelerinin yan kayacı konumundaki serpantinitlerden derlenen 4 adet kayaç örneği ve krom cevherleşmelerinin yakınlarındaki izole diyabaz dayklarından derlenen 1 adet diyabaz örneği) kimyasal analiz işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Parlatma blokları, kristal kimyası analizleri öncesinde yaklaşık 60^{o}A civarında kalınlığında sahip altın ile kaplanmış ve analizler öncesi aletsel kalibrasyon çeşitli standartlar kullanılarak yapılmıştır.

Analitik işlemlerde, cevher ve serpantinit örneklerindeki kromitlerde 3 er noktada (toplam 66 nokta) Cr, Al, Mg, Fe (Toplam),Ti, Ca, Mn, Si, V, Ni ve Co elementlerinin kristal kimyası analizleri gerçekleştirilmiş olup, her bir örnek için ortalama değerler alınarak, verilerin değerlendirilebilir olması için, bazı hesaplama işlemleri gerçekleştirilmiştir.

Cevher örneklerinde gözlenen ferritkromit oluşumlarının kimyasal özelliklerini belirleyebilmek için de 5 cevher örneğinden hazırlanan parlatma bloklarında belirlenen 13 noktada Cr, Al, Mg, Fe (Toplam), Ti, Ca, Mn, Si, V, Ni ve Co elementlerinin kristal kimyası analizleri yapılmıştır. Bunun yanısıra, kimyasal

bileşimlerindeki değişikliği inceleyebilmek için 2 ferritkromit oluşumunda, doğrultu boyunca kimyasal analiz işlemi gerçekleştirilmiştir.

Diyabaz örneklerinde gözlenen kafes/iskelet yapısındaki opak mineral oluşumlarının kimyasal içeriğini öğrenmek için de bir diyabaz örneğinin 3 ayrı kesiminde toplam 8 noktada aynı elementlerin kimyasal bileşimleri incelenmiştir.

Cevher ve serpantinit örneklerinde gözlenen sülfürlü minerallerin kimyasal bileşimlerini inceleyebilmek için de bir örnekte yer alan bu tür oluşumlarda 3 noktada çeşitli elementlerin kimyasal analizi yapılmıştır.

5.2.1 Hesaplama yöntemleri

Kromitlerin kristal kimyası analizlerinde elementlerin % bileşimleri analiz edilmiş olup, analitik bulgularda gerekli düzeltmeler yapıldıktan sonra, her bir element için "dönüştürme katsayıları" (elementlerin atom ağırlıklarının ilgili elementin kromitlerin kristal yapısında yer alan oksitlerinin molekül ağırlıklarına bölünmesi ile) bulunmuştur. % element değerleri dönüştürme katsayılarına bölünerek de % oksit değerleri elde edilmiştir. Aynı işlem, ilgili elementin kromitlerin kristal yapısında yer alan oksitlerinin molekül ağırlıklarının elementin atom ağırlığına bölünmesi ile bulunan "bileşim oranları" kullanılarak da yapılabilmektedir. Aradaki nihai işlemsel fark "bileşim oranları" kullanıldığında bileşim oranı ile % element değerinin birbiri ile çarpılmasıdır.

Kimyasal analiz işlemleri sırasında toplam Fe analizi yapılmış olup, kromit kristallerinin kimyasal bileşiminde yer alan FeO ve Fe_2O_3 de hesaplama ile bulunmuşlardır.

Kromit, genel formülü AB_2O_4 biçiminde ifade edilen (A= Mg^{2+}, Fe^{2+} gibi 2+ değerli, B=Cr^{3+}, Al^{3+}, Fe^{3+} gibi 3+ değerli katyonlar) ve kübik sistemde kristallenen spinel grubu bir mineraldir. Kimyasal formülü, çoğunlukla FeO.Cr2O3 biçiminde ifade ediliyor olsa da kromitin genel formülü $(Mg,Fe^{2+}).(Cr, Al, Fe^{3+})_2.O_4$ veya $(Mg,Fe^{2+})O.(Cr, Al, Fe^{3+})_2.O_3$ olarak ifade edilmelidir. Kromitin stokiyometrisine göre $A^{2+}O=B^{3+}{}_2O_3$ ifadesinden hareketle;

[(%MgO/Formül Ağırlığı) + (%FeO/Formül Ağırlığı)] = [(%Cr_2O_3/Formül Ağırlığı) + (%Al_2O_3/Formül Ağırlığı) + (%Fe_2O_3/ Formül Ağırlığı)]

yazılabilmektedir. İfadede yer alan "Formül Ağırlığı" terimleri her bir oksitin formül ağırlığına karşılık gelmekte olup, eşitlikte yer alan FeO toplam demir oksitlerini temsil etmektedir.Bu ifade yerine;

%FeO=[(%FeO(toplam demir) – (% Fe_2O_3 * 0,8998)] yazıldığında ifadede tek bilinmeyen olarak %Fe_2O_3 kalmakta ve matematiksel hesaplama ile bulunan %Fe_2O_3 kullanılarak %FeO=[(%FeO(toplam demir) – (% Fe_2O_3 * 0,8998)] yardımı ile % FeO de hesaplama ile bulunmuş olmaktadır.

Hesaplamalar sonucu bulunan, kromitlerin kimyasal analiz sonuçları Çizelge 5.3 de yer almaktadır.

Çizelge 5.3 Kromitlerin kimyasal bileşimleri (K ifadesi ile sonlanan örnek numaraları serpantinitlerdeki kromitlerdir)

ÖRNEK NO	Cr_2O_3	Al_2O_3	MgO	FeO (T)	FeO (H)	Fe_2O_3 (H)	TiO_2	CaO	MnO	SiO_2	V_2O_5	NiO	CoO	TOPLAM
OKC-2	62,17	9,77	11,59	15,31	15,31	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,18	0,00	0,00	99,15
OKC-7	63,34	9,32	12,20	14,38	14,38	0,00	0,00	0,08	0,00	0,11	0,00	0,00	0,00	99,45
OKC-9	63,09	8,89	12,02	14,94	14,77	0,19	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	99,05
OKC-16	64,52	9,33	10,14	14,34	14,34	0,00	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,47
OKC-21	60,48	9,00	10,96	17,97	16,36	1,78	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	0,20	0,20	98,96
OKC-26	62,61	8,98	11,82	15,06	14,93	0,15	0,00	0,13	0,00	0,37	0,00	0,00	0,00	98,97
Z-10	62,66	8,77	12,03	15,40	14,75	0,72	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,85
Z-15	62,45	9,17	12,16	14,87	14,52	0,39	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	0,00	98,95
Z-20	62,33	9,16	12,88	14,09	13,39	0,77	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,60
Z-22	63,39	9,60	12,15	13,54	13,54	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,68
Z-26	63,22	9,24	12,24	14,24	14,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	99,11
Z-27	62,49	9,22	11,46	15,43	15,43	0,00	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,65
Z-29	61,60	9,17	11,26	16,42	15,85	0,63	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	98,56
Z-32	62,55	8,17	11,90	16,32	14,95	1,53	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,95
Z-52	62,78	8,55	11,59	15,81	15,33	0,52	0,09	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,82
Z-57	63,09	9,07	12,14	14,45	14,45	0,00	0,00	0,00	0,00	0,12	0,00	0,00	0,00	98,86
Z-65	62,68	9,06	11,61	15,31	15,31	0,00	0,00	0,00	0,23	0,00	0,00	0,00	0,00	98,89
Z-68	62,69	8,89	12,57	14,84	14,00	0,93	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	98,99
Z-1K	55,64	11,49	6,99	24,06	22,74	1,47	0,14	0,00	0,00	0,13	0,22	0,00	0,00	98,68
Z-2K	54,31	11,43	7,35	25,25	22,38	3,19	0,00	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,00	98,50
Z-5K	53,34	12,77	7,36	24,33	22,32	2,24	0,15	0,00	0,00	0,00	0,17	0,00	0,00	98,11
Z-14K	58,79	9,69	7,59	21,54	21,26	0,32	0,00	0,00	0,31	0,00	0,19	0,00	0,00	98,12

Kromitlerin kimyasal analizlerinin değerlendirilmesinde kullanılan bir diğer veri de kromit kristallerinin birim hücrelerinde bulunan "Katyon Sayıları" dır. Kromitlerin

birim hücrelerindeki katyon sayılarını bulmak için Stevens (1944) ile Malhotra ve Prasada Rao' nun (1956) önerdiği işlem dizini kullanılmıştır. Kromitlerin 2+ ve 3+ değerli katyonlarının oluşturduğu oksitler bu hesaplamada iki ayrı grup halinde ele alınmıştır. Her bir grupta oksitlerin % ağırlık değerleri, molekül (formül) ağırlıklarına bölünerek bulunan moleküler oranlarının toplamı 2+ değerlikli grup için 8, 3+ değerlikli grup için 16 kabul edilerek (kromitlerin birim hücrelerinde 8 tane 2+ değerli katyon, 16 tane 3+ değerli katyon ve 32 adet de oksijenden hareketle) her bir grupta üyeler için orantılamalar yapılarak kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayıları bulunmuştur (Çizelge 5.4). Kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından hareketle hesaplanmış bazı parametreler de Çizelge 5.5' de yer almaktadır.

Çizelge 5.4 Kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayıları

ÖRNEK NO	Cr+++	Al+++	Fe+++ (H)	Fe++ (H)	Ca++	Mn++	Mg++	Ni++	Co++
OKC-2	12,96	3,04	0,00	3,40	0,00	0,00	4,60	0,00	0,00
OKC-7	13,12	2,88	0,00	3,18	0,02	0,00	4,80	0,00	0,00
OKC-9	13,19	2,77	0,04	3,26	0,00	0,00	4,74	0,00	0,00
OKC-16	13,16	2,84	0,00	3,52	0,04	0,00	4,44	0,00	0,00
OKC-21	12,80	2,84	0,36	3,59	0,05	0,00	4,28	0,04	0,04
OKC-26	13,16	2,81	0,03	3,30	0,04	0,00	4,66	0,00	0,00
Z-10	13,12	2,74	0,14	3,26	0,00	0,00	4,74	0,00	0,00
Z-15	13,06	2,86	0,08	3,18	0,00	0,07	4,75	0,00	0,00
Z-20	13,00	2,85	0,15	2,95	0,00	0,00	5,05	0,00	0,00
Z-22	13,05	2,95	0,00	3,08	0,00	0,00	4,92	0,00	0,00
Z-26	13,14	2,86	0,00	3,16	0,00	0,00	4,84	0,00	0,00
Z-27	13,11	2,89	0,00	3,44	0,01	0,00	4,55	0,00	0,00
Z-29	12,99	2,88	0,13	3,53	0,00	0,00	4,47	0,00	0,00
Z-32	13,14	2,56	0,31	3,31	0,00	0,00	4,69	0,00	0,00
Z-52	13,21	2,68	0,11	3,41	0,00	0,00	4,59	0,00	0,00
Z-57	13,18	2,82	0,00	3,20	0,00	0,00	4,80	0,00	0,00
Z-65	13,16	2,84	0,00	3,38	0,00	0,05	4,57	0,00	0,00
Z-68	13,06	2,76	0,18	3,08	0,00	0,00	4,92	0,00	0,00
Z-1K	12,00	3,69	0,30	5,17	0,00	0,00	2,83	0,00	0,00
Z-2K	11,68	3,66	0,65	5,05	0,00	0,00	2,95	0,00	0,00
Z-5K	11,46	4,09	0,46	5,04	0,00	0,00	2,96	0,00	0,00
Z-14K	12,79	3,14	0,07	4,84	0,00	0,07	3,08	0,00	0,00

Kromitlerin spinel prizmasındaki dörtlü parametrelerinin bulunması için de Stevens (1944) ile Malhotra ve Prasada Rao'nun (1956) önerdiği işlem dizini kullanılmıştır.

Çizelge 5.5 Kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından hareketle hesaplanan bazı parametreler

ÖRNEK NO	Cr/Cr+Al	Mg/Mg+Fe"	Fe"/Fe"+Mg	Cr/Cr+Al+Fe"'	Al/Cr+Al+Fe"'	Fe"'/Cr+Al+Fe"'
OKC-2	0,81	0,57	0,43	0,81	0,19	0,00
OKC-7	0,82	0,60	0,40	0,82	0,18	0,00
OKC-9	0,83	0,59	0,41	0,82	0,17	0,00
OKC-16	0,82	0,56	0,44	0,82	0,18	0,00
OKC-21	0,82	0,54	0,46	0,80	0,18	0,02
OKC-26	0,82	0,59	0,41	0,82	0,18	0,00
Z-10	0,83	0,59	0,41	0,82	0,17	0,01
Z-15	0,82	0,60	0,40	0,82	0,18	0,00
Z-20	0,82	0,63	0,37	0,81	0,18	0,01
Z-22	0,82	0,62	0,38	0,82	0,18	0,00
Z-26	0,82	0,61	0,39	0,82	0,18	0,00
Z-27	0,82	0,57	0,43	0,82	0,18	0,00
Z-29	0,82	0,56	0,44	0,81	0,18	0,01
Z-32	0,84	0,59	0,41	0,82	0,16	0,02
Z-52	0,83	0,57	0,43	0,83	0,17	0,01
Z-57	0,82	0,60	0,40	0,82	0,18	0,00
Z-65	0,82	0,57	0,43	0,82	0,18	0,00
Z-68	0,83	0,62	0,38	0,82	0,17	0,01
Z-1K	0,76	0,35	0,65	0,75	0,23	0,02
Z-2K	0,76	0,37	0,63	0,73	0,23	0,04
Z-5K	0,74	0,37	0,63	0,72	0,26	0,03
Z-14K	0,80	0,39	0,61	0,80	0,20	0,00

Araştırıcılar, spinel prizmasındaki dörtlü parametreleri oluşturan Spinel, Magnezya Kromit, Ferro Kromit ve Manyetit' ten ilk üçü için;

Spinel= Al/2

Magnezya Kromit= Mg-Al/2

Ferro Kromit= (Cr+Al)/2-Mg

ilişkisini önermektedirler. Burada yer alan elementer veriler ilgili elementlere ait kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarına karşılık gelmektedir. Her bir üye için hesaplama yapıldıktan sonra elde edilen değer 8 katsayısı bölen kabul edilerek 100 e orantılanmış ve ilgili parametre hesaplanmıştır. Spinel prizmasının dördüncü üyesi olan Manyetit' in oranı ise ilk üç üyeye ait toplam değerin 100 e tamamlanması veya Manyetit= $Fe^{3+}/2$ işlemi üstteki üçlü gruba dahil edilerek bulunmuş olmaktadır. İncelenen kromitlerin spinel prizmasındaki dörtlü parametre değerleri Çizelge 5.6' da yer almaktadır.

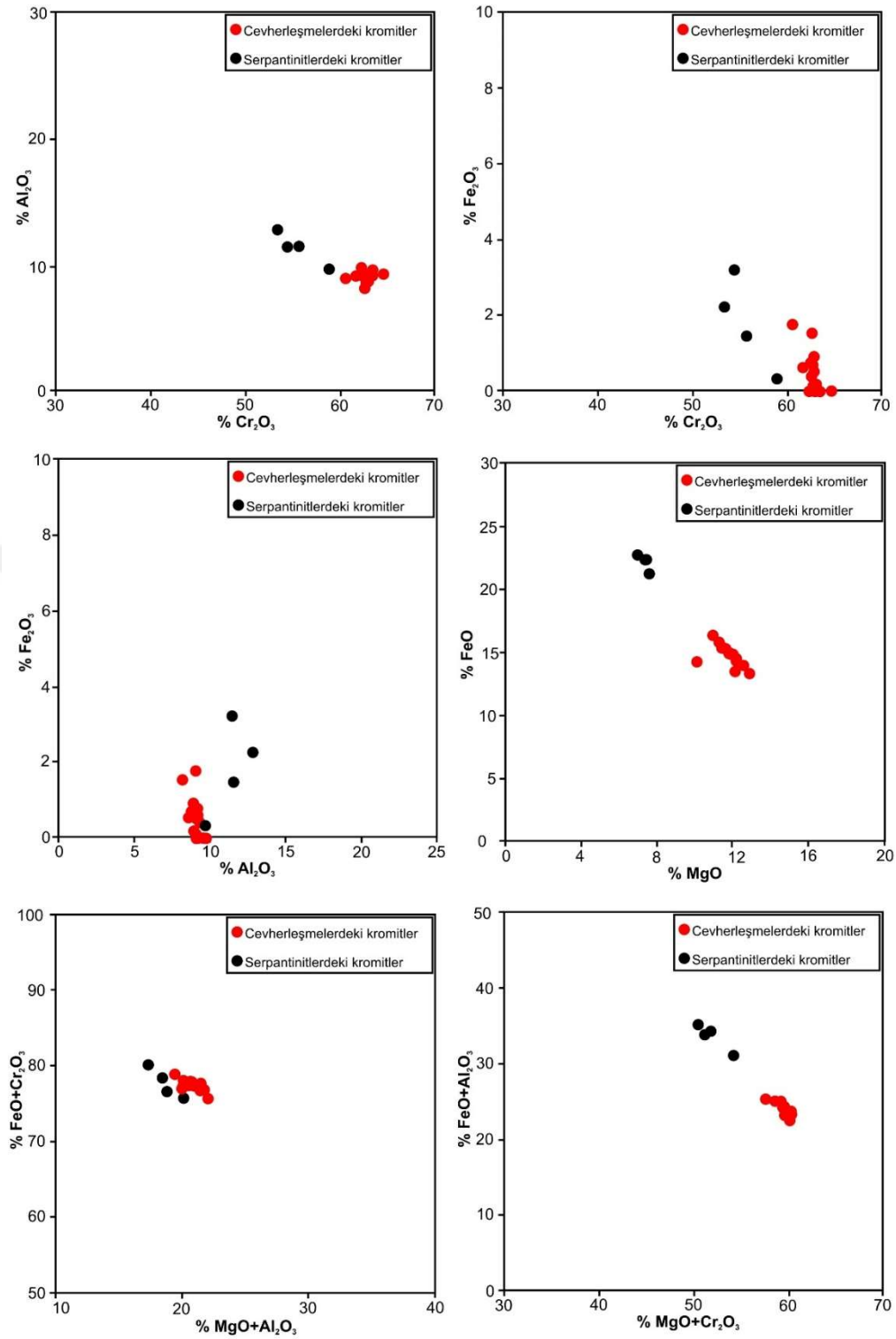
5.2.2 Kromitlerin değişim diyagramları

Kromitlerdeki ana bileşen oksit değerlerinin birbirleri ile olan ilişkilerini incelemek için Cr_2O_3 - Al_2O_3 , Cr_2O_3 - Fe_2O_3 , Al_2O_3 - Fe_2O_3 , MgO - FeO , MgO+Al_2O_3 - FeO+

Çizelge 5.6 Kromitlerin spinel prizmasındaki dörtlü parametreleri

ÖRNEK NO	Spinel	Magnezya Kromit	Ferro Kromit	Manyetit
OKC-2	18,98	38,46	42,56	0,00
OKC-7	18,00	42,04	39,97	0,00
OKC-9	17,32	41,87	40,57	0,24
OKC-16	17,74	37,71	44,55	0,00
OKC-21	17,74	35,81	44,21	2,25
OKC-26	17,58	40,68	41,56	0,18
Z-10	17,10	42,14	39,85	0,90
Z-15	17,88	41,51	40,13	0,48
Z-20	17,80	45,35	35,89	0,96
Z-22	18,41	43,12	38,46	0,00
Z-26	17,89	42,62	39,50	0,00
Z-27	18,03	38,86	43,10	0,00
Z-29	18,01	37,87	43,33	0,79
Z-32	15,98	42,68	39,43	1,91
Z-52	16,77	40,62	41,95	0,66
Z-57	17,64	42,33	40,03	0,00
Z-65	17,72	39,38	42,89	0,00
Z-68	17,25	44,29	37,32	1,15
Z-1K	23,09	12,32	62,70	1,89
Z-2K	22,90	14,04	58,98	4,09
Z-5K	25,54	11,49	60,11	2,86
Z-14K	19,64	18,92	61,03	0,41

Cr_2O_3 ve MgO+Cr_2O_3 - FeO+Al_2O_3 parametreleri arasında değişim diyagramları hazırlanmıştır (Şekil 5.12). Şekil 5.12' de yer alan diyagram incelendiğinde, Cr_2O_3 - Al_2O_3 ve Cr_2O_3 - Fe_2O_3 diyagramlarında serpantinitlerdeki kromitler arasında ilgili parametreler bakımından negatif bir ilişki var iken cevherleşmelerdeki kromitler arasında benzer veya pozitif bir ilişki gözlenmemiştir. Bunun yanı sıra Al_2O_3 - Fe_2O_3 parametreleri arasında cevherleşmelerdeki kromitler arasında herhangi bir ilişki gözlenmezken, serpantinitlerdeki kromitler arasında pozitif bir ilişki vardır. Ayrıca, MgO - FeO , MgO+Al_2O_3 - FeO+Cr_2O_3 ve MgO+Cr_2O_3 - FeO+Al_2O_3 parametreleri arasında cevherleşmeler ve serpantinitlerdeki kromitler arasında negatif ilişkiler sözkonusudur. 2+ değerli katyon oksitleri (MgO ve FeO) ile 2+ ve 3+ değerli katyon



Şekil 5.12 Kromitlerin değişim diyagramları.

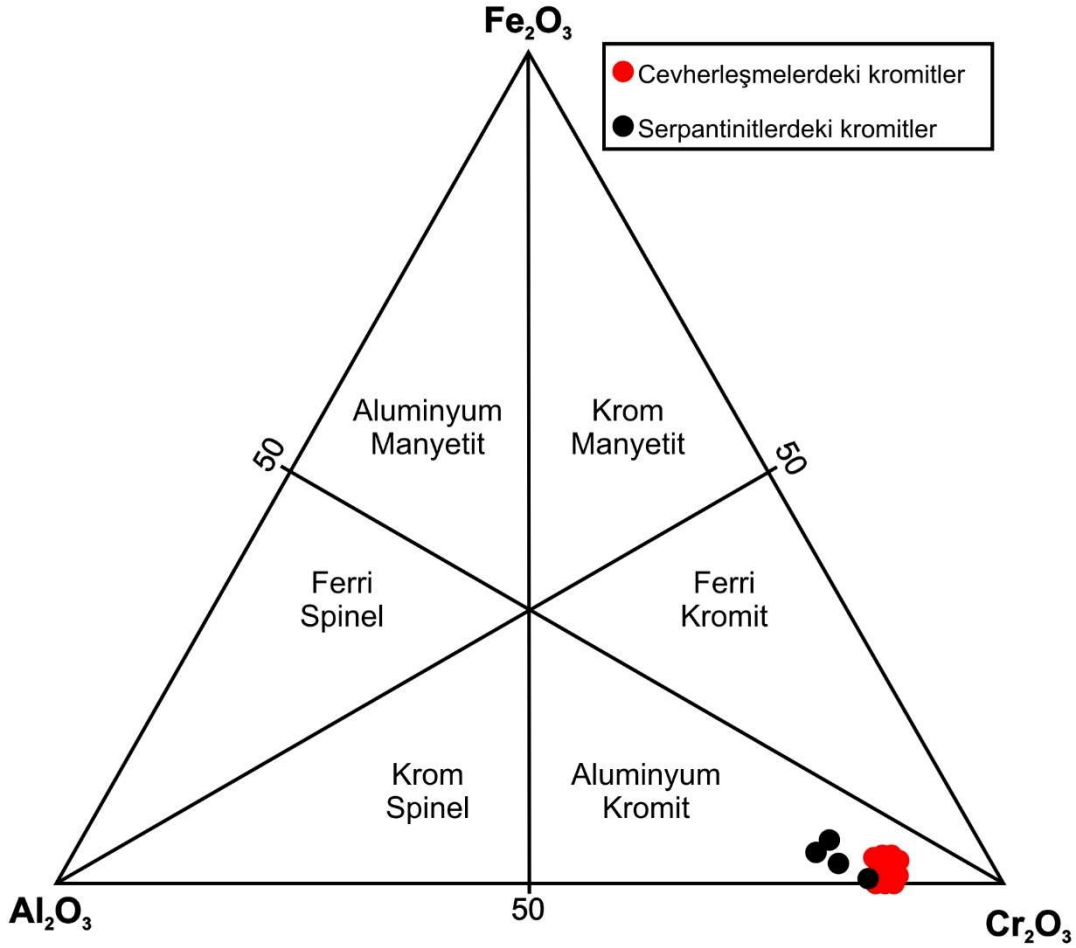
oksitlerinin bir arada değerlendirildiği, homojenleştirilmiş $MgO+Al_2O_3$ - $FeO+Cr_2O_3$ ve $MgO+Cr_2O_3$ - $FeO+Al_2O_3$ diyagramlarına göre ise parametreler arasında negatif ilişkiler vardır.

Kromitlerin genel formüllerinden hareketle, iki ve üç değerli katyonlar oluşum süreçleri boyunca, kendi aralarında, birbirinin yerini alabilmekte ve bu durum da kromitlerin değişim diyagramlarında negatif ilişkiler biçiminde yansımaktadır. İncelenen örneklerde serpantinitlerdeki kromitlerde Al_2O_3 - Fe_2O_3 ilişkisi hariç (pozitif bir ilişki vardır) bu durum izlenirken cevherleşmelerdeki kromitlerde böylesi bir durum gözlenmemiş, negatif ya da pozitif bir ilişki saptanmamıştır. Değişim diyagramlarından hareketle, serpantinitlerdeki ve ceherleşmelerdeki kromitlerin farklı oluşum süreçlerinin temsilcisi olduklarından ve benzer oluşum süreçlerinden geçmediğinden bahsetmek olasıdır. Bunun yanı sıra Çizelge 1 incelendiğinde genel anlamda bütün örneklerde Fe_2O_3 değerinin düşük olduğu, özellikle cevherleşmelere ait kromit örneklerinde hesaplanmış Fe_2O_3 değerlerinin serpantinitlerdeki kromitlere göre çok düşük olduğu görülecektir. Bilindiği gibi 2+ değerli demir iyonlarının 3+ değerli demir iyonuna yükseltgenmesi ilgili ortamın oksijen kısmi basıncı (oksijen fugasitesi) ile yakın ilişkilidir. Oksijenin düşük olduğu ortamlarda yükseltgenme süreci ya gelişmemekte ya da sınırlı biçimde gerçekleşmektedir. Buradan hareketle de, cevher ve serpantinitlerdeki kromitlerde gözlenen Fe_2O_3 içeriğinin farklılığından hareketle, cevherlerdeki kromitlerin daha düşük olmak üzere, cevherlerdeki ve serpantinitlerdeki kromitlerin, genel olarak farklı oksijen kısmi basıncı etkisi altında kaldıklarından, bir başka ifade ile cevherleşmelerdeki kromitlerin daha derin ortam koşullarında oluşmuş olabileceklerinden bahsedilebilir.

5.2.3 Kromitlerin adlandırılması

Kromitlerin adlandırılması amacı ile değişik araştırıcılar tarafından çeşitli diyagramlar geliştirilmiştir. Bu çalışmada, ilgili diyagramlardan en yaygın kullanılanları ele alınmıştır.

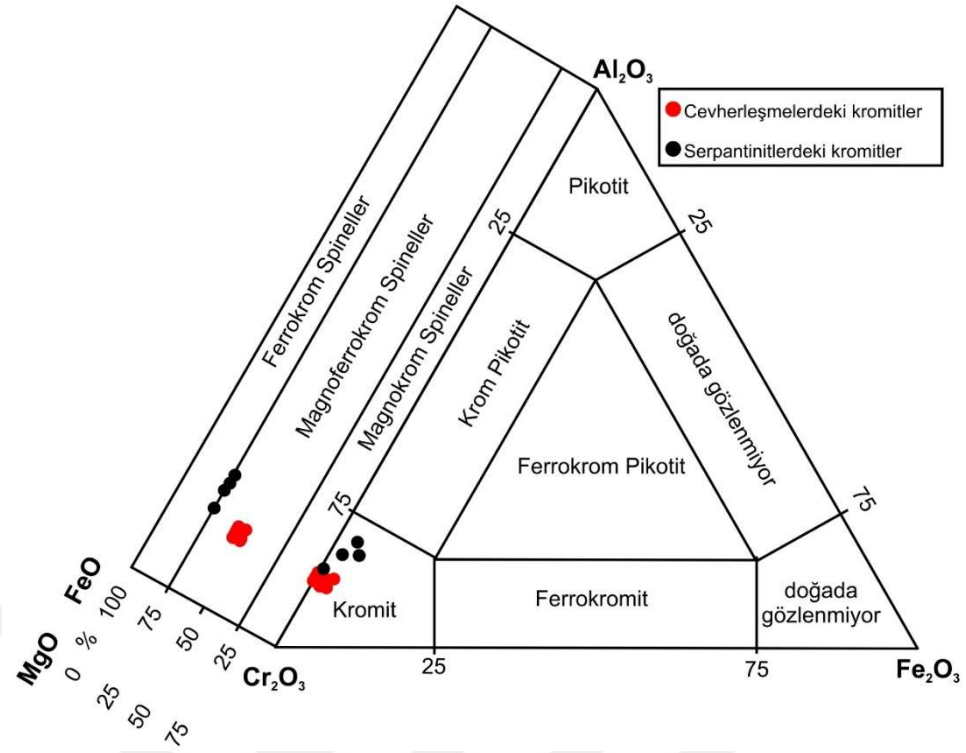
Stevens (1944) tarafından önerilen, Al_2O_3 - Cr_2O_3 - Fe_2O_3 parametrelerinin kullanıldığı diyagrama göre cevherleşmelerdeki ve serpantinitlerdeki Kromitlerin tamamı “Aluminyum Kromit” bölgesinde yer almaktadırlar (Şekil 5.13).



Şekil 5.13 Kromitlerin Stevens (1944) adlandırma diyagramındaki konumları (diyagram Paktunç' dan 1981).

Sokolov (1948) tarafından geliştirilen ve Al_2O_3 - Cr_2O_3 - Fe_2O_3 ile MgO – FeO parametrelerinin esas alındığı diyagrama göre, gerek cevherleşmelerdeki gerekse de serpantinitlerdeki kromitler Al_2O_3 - Cr_2O_3 - Fe_2O_3 bakımından "Kromit" alanında konumlanmışlardır (Şekil 5.14). MgO – FeO parametreleri bakımından ise cevherleşmelerdeki kromitler "Magnoferrokrom Spineller" bölgesinde yer alırlarken, serpantinitlerdeki kromitler "Magnoferrokrom Spineller" ile "Ferrokrom Spineller" arasındaki sınırda konumlanmışlardır (Şekil 5.14).

Pavlov ve Grigor'yeva (1978) tarafından geliştirilen ve kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından olan Cr^{3+} , Al^{3+} , Fe^{3+} , Fe^{2+} ve Mg^{2+} nın kullanıldığı diyagramda, Cr^{3+} , Al^{3+} ve Fe^{3+} değişkenleri esas alındığında cevherleşmelerdeki ve serpantinitlerdeki kromitlerden üç tanesi "Kromit" alanında konumlanırken

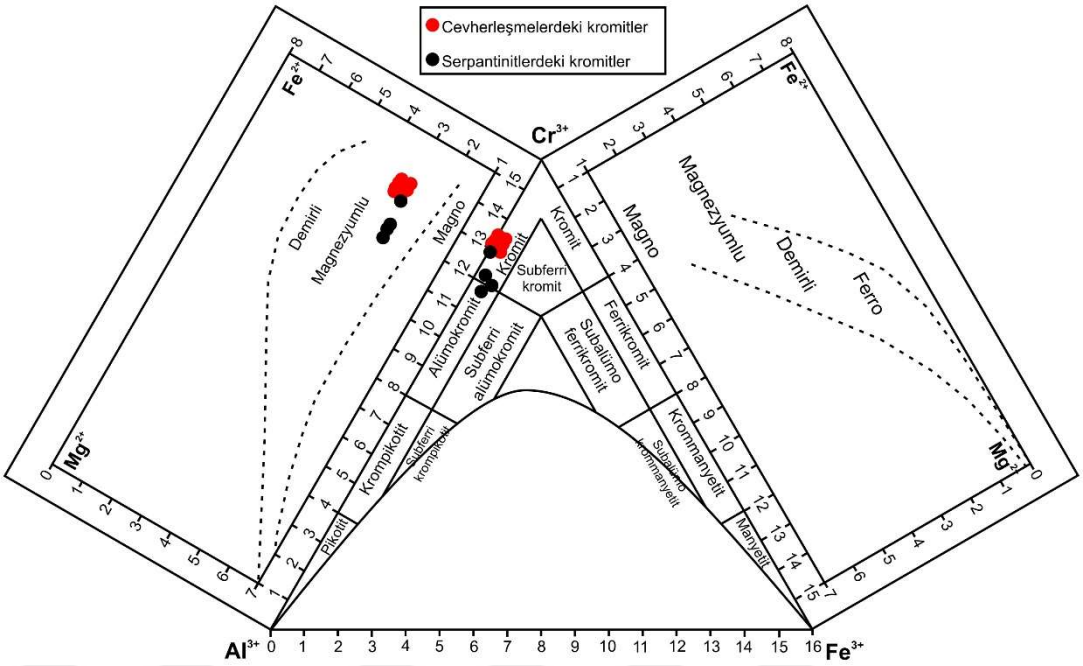


Şekil 5.14 Kromitlerin Sokolov (1948) adlandırma diyagramındaki konumları (diyagram Smirnov' dan 1976).

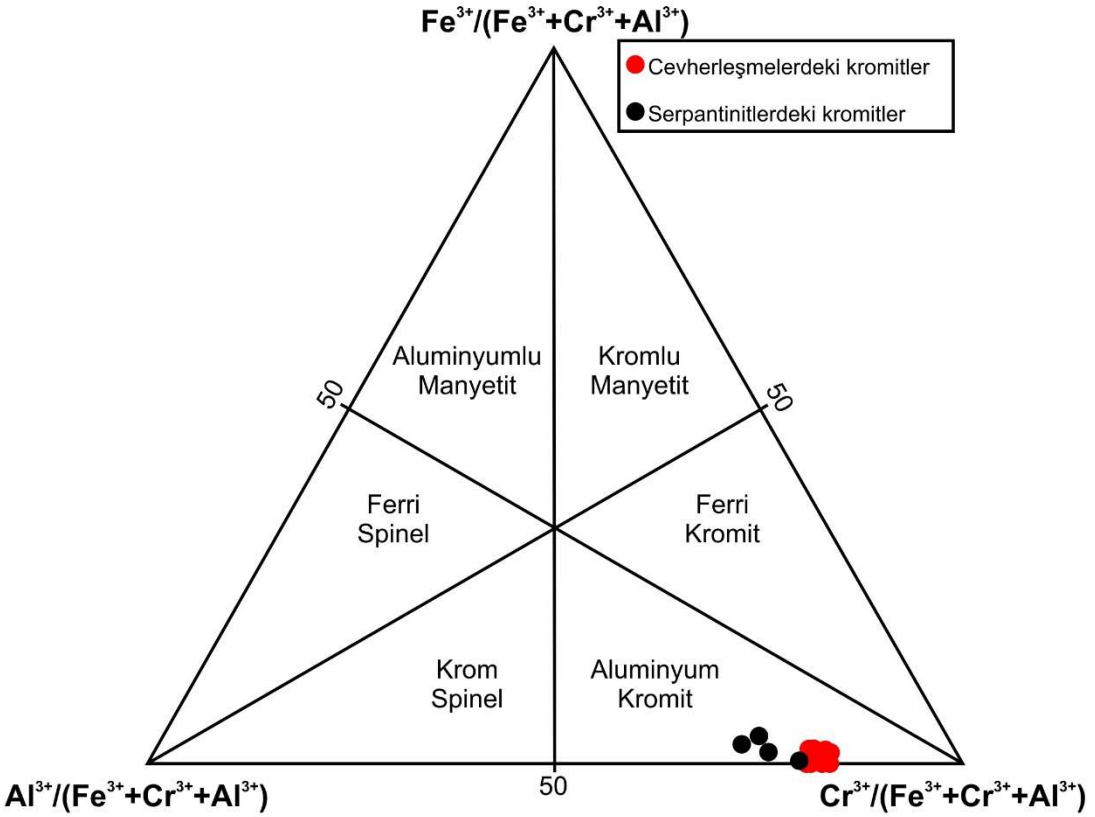
serpantinitlerdeki bir örnek "Alümokromit bölgesinde yer almıştır (Şekil 5.15). Diyagramda Fe^{2+} ve Mg^{2+} katyon sayılarına göre ise tüm örnekler "Magnezyunlu" özelliğindedirler.

Haslam vd (1976) tarafından önerilen ve kromitlerin birim hücrelerinde yer alan katyon sayılarından hareketle hesaplanan $Cr^{3+}/Cr+Al+Fe^{3+}$ - $Al/Cr+Al+Fe^{3+}$ - $Fe^{3+}/Cr+Al+Fe^{3+}$ parametrelerinin kullanıldığı diyagrama göre gerek cevherleşmelerdeki kromitler gerekse de serpantinitlerdeki kromitler "Aluminyum Kromit" olarak adlandırılmaktadır (Şekil 5.16).

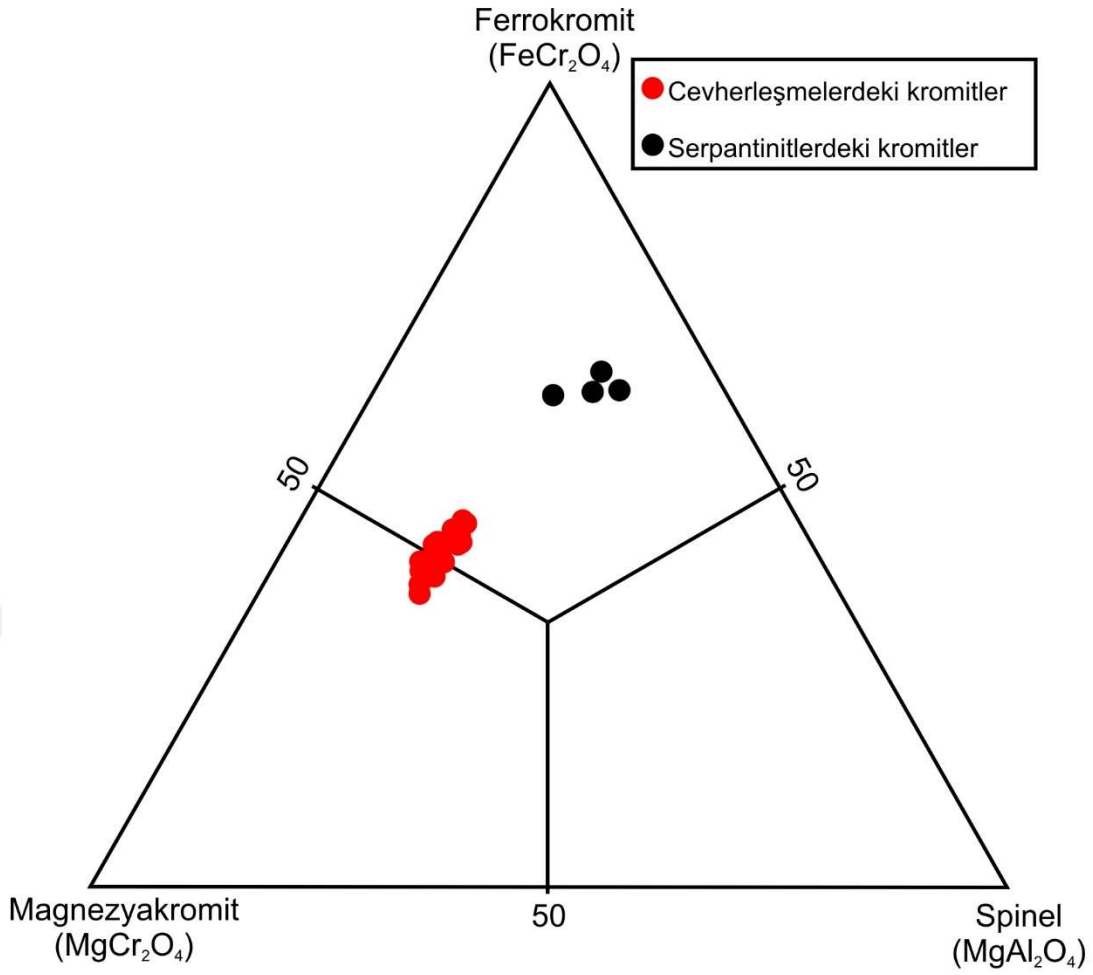
Kırıkoğlu (1987) tarafından geliştirlen ve kromitlerin spinel prizmasındaki dörtlü parametrelerinden Ferrokromit, Magnezyakromit ve Spinel' e ait verilerin kullanıldığı diyagrama göre serpantinitlerdeki kromitler Ferrokromit alanında yer alırken, cevherleşmelerdeki kromitler "Ferrokromit" ile "Magnezyakromit" alanları arasındaki sınırda yoğunlaşmışlardır (Şekil 5.17).



Şekil 5.15 Kromitlerin Pavlov ve Grigor'yeva (1978) adlandırma diyagramındaki konumları (diyagram Smirnov' dan, 1976).



Şekil 5.16 Kromitlerin Haslam vd (1976) adlandırma diyagramındaki konumları (diyagram Kırıkoğlu' ndan 1987).



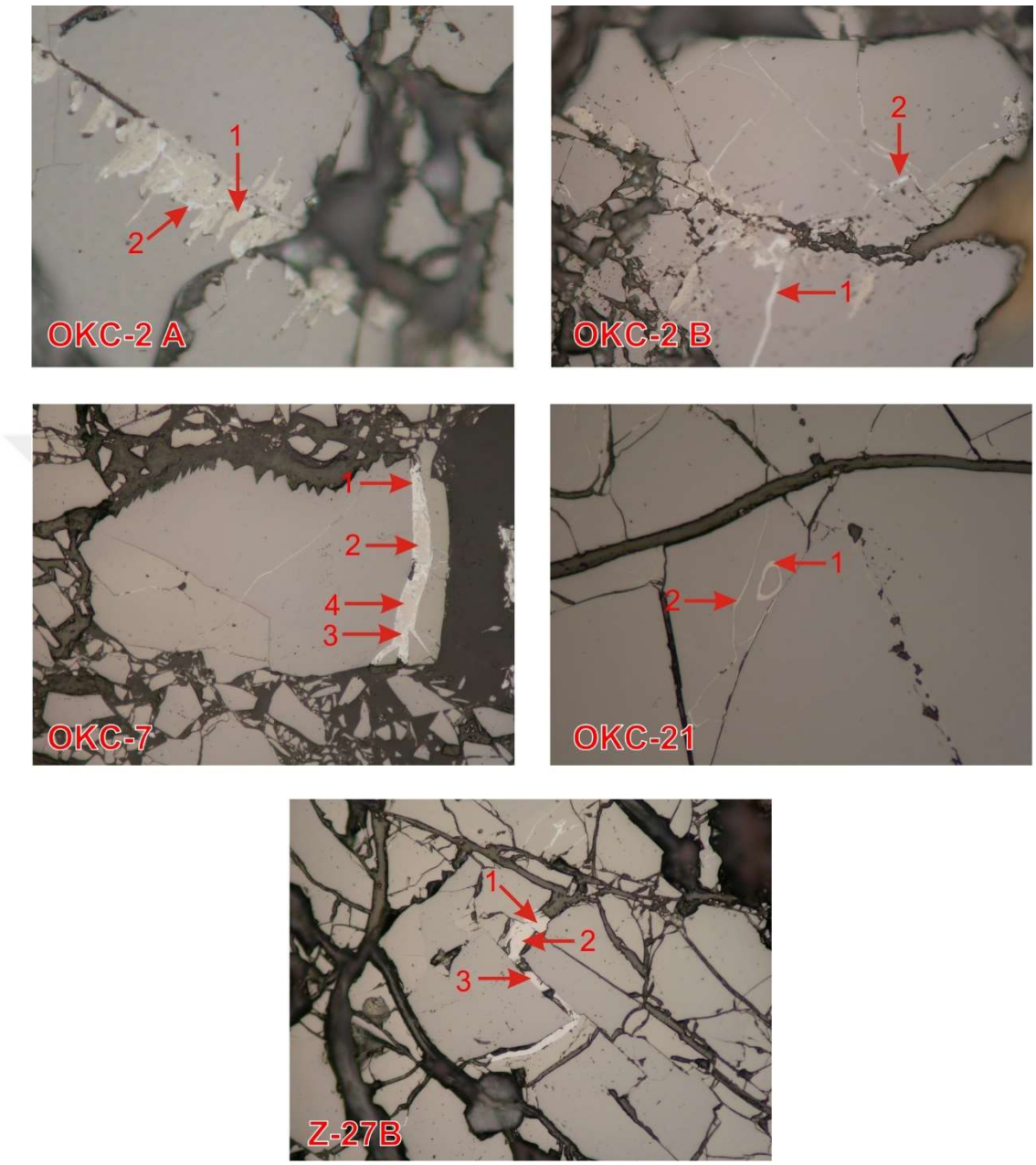
Şekil 5.17 Kromitlerin Kırıkoğlu (1987) adlandırma diyagramındaki konumları.

Kromitlerin adlandırma diyagramları topluca ele alındığında, kromitlerin 3+ değerli parametrelere göre "Kromit", "Alümokromit", "Ferrokromit", "Magnezyakromit", 2+ değerli parametrelere göre ise "Magnoferrokrom Spineller" ve "Ferrokrom Spineller" ile "Magnezyumlu" olarak adlandırılabilecekleri görülmüştür.

5.2.4 Ferritkromitleri kimyasal özelliklerinin incelenmesi

Cevher örneklerinde gözlenen ferritkromit oluşumlarının kimyasal özelliklerini belirleyebilmek için de 5 cevher örneği parlatma bloğundan seçilen toplam 13 noktada Cr, Al, Mg, Fe (Toplam),Ti, Ca, Mn, Si, V, Ni ve Co elementlerinin kristal kimyası analizleri gerçekleştirilmiş olup, ayrıca 2 ferritkromit oluşumunda, doğrultu boyunca kimyasal bileşimdeki değişimi görebilmek için travers boyunca element değişim

bolluğu/azlığı incelenmiştir. Şekil 5.18' de kristal kimyası analizlerinin gerçekleşirildiği analiz noktaları ile Çizelge 5.7' de analiz sonuçları yer almaktadır.



Şekil 5.18 Kromitler ile ilişkili olarak gözlenen ferritkromit oluşumlarında kristal kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği nokta konumları.

Analizlerdeki OKC-2A numaralı örnekte 1 numaralı analiz noktası ile OKC-7 deki 2 ve 4 numaralı analiz noktaları ferritkromitlerdeki açık kahve renkli oluşumları, diğer analiz noktaları ise beyaz renkli ferritkromit oluşumlarını temsil etmektedirler.

Çizelge 5.7 Kromitlerde gözlenen ferritkromit oluşumlarının kristal kimyası analiz sonuçları (%)

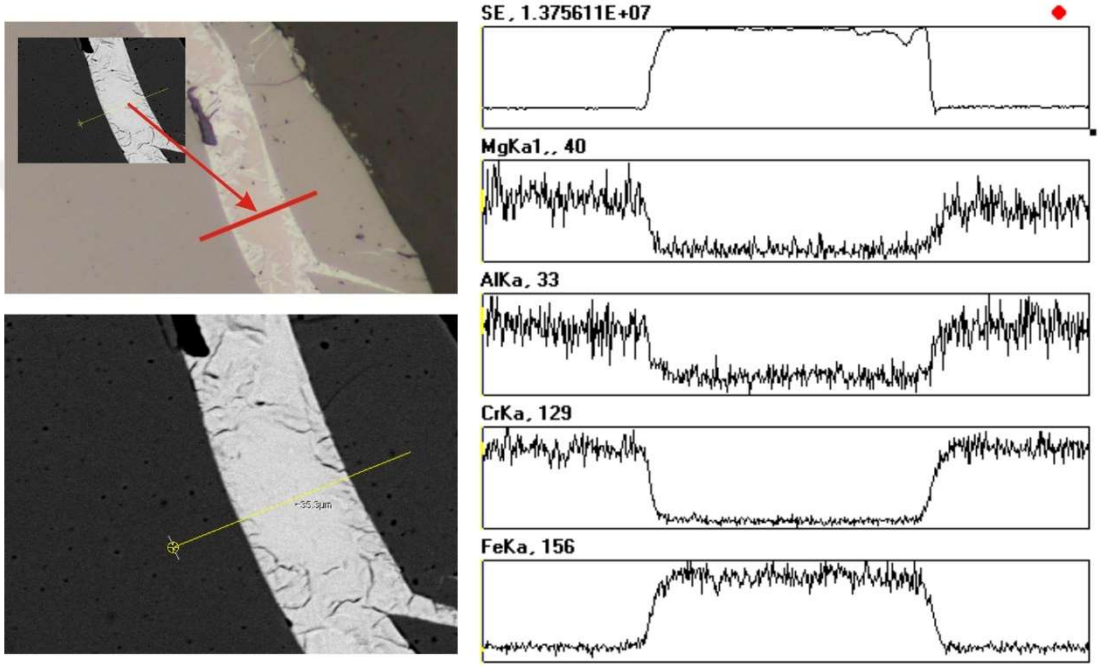
ÖRNEK NO	ANALİZ NOKTALARI	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
OKC-2 A	**1**	38,98	1,94	0,89	0,16	0,00	0,00	0,00	37,46	0,00	20,34	0,00	0,00
	2	36,81	1,23	0,95	0,25	0,00	0,00	0,00	16,36	0,00	44,15	0,00	0,00
OKC-2 B	**1**	35,57	0,21	0,15	0,27	0,00	0,00	0,00	8,48	0,00	55,41	0,00	0,00
	2	36,28	0,85	0,42	0,70	0,00	0,00	0,00	5,69	0,00	55,87	0,00	0,00
OKC-7	**1**	37,96	0,36	0,00	1,68	0,00	0,00	0,00	4,13	0,00	55,68	0,00	0,00
	2	40,23	3,86	3,81	0,44	0,00	0,00	0,00	34,40	0,00	16,91	0,00	0,00
	3	35,66	0,00	0,00	0,44	0,00	0,00	0,00	2,38	0,00	61,25	0,00	0,00
	4	33,46	0,00	0,00	0,30	0,00	0,00	0,00	2,11	0,00	64,18	0,00	0,00
OKC-21	**1**	32,77	0,58	0,91	0,00	0,00	0,00	0,00	16,60	0,00	49,43	0,00	0,00
	2	33,56	0,81	0,75	0,20	0,00	0,00	0,00	10,15	0,00	54,19	0,00	0,00
Z-27 B	**1**	35,40	0,30	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	1,67	2,27	60,09	0,00	0,00
	2	35,21	0,40	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,67	1,01	61,45	0,00	0,00
	3	34,74	0,53	0,00	0,14	0,14	0,00	0,00	2,51	0,75	60,99	0,00	0,00

Ferritkromitlerin kimyasal bileşimlerini inceleyen araştırıcılardan Golding ve Byliss (1968) ile Beeson ve Jackson (1969) ferritkromitlerin oluşumunu, "Mg ve Al' un kromitin bünyesinden ayrılması ile", Ulmer (1974) "serpantinleşme sırasında açığa çıkan Fe ve Mg' nin kromitten ayrılan Cr ile birlikte ilgili yerlerde birikimi süreci ile", Bliss ve McLean (1975) "manyetit-kromit reaksiyonu ile", Paktunç (1978) "metasomatik bozunma süreci ile" açıklamışlardır.

Çizelge 5.7' de yer alan analiz sonuçları topluca ele alındığında, % Fe değerleri haricindeki analiz sonuçlarının kromitlerdeki değerlere göre düşük / çok düşük oldukları, buna karşın % Fe içeriğinin ise yüksek / çok yüksek değerlerde oldukları ilk dikkat çekici unsurdur. Demir içeriğinin bu örnekler temelinde en düşük olduğu OKC-2A numaralı örnekte 1 numaralı analiz noktası ile OKC-7 numaralı örnekte 2 numaralı analiz noktası, aynı zamanda Çizelge 5.7 içerisinde % Cr değerlerinin en yüksek olduğu kesimler olup, % Mg değerleri de, kısmen de olsa, analiz grubu içerisinde % Cr a benzer bir durum sergilemektedir. Açık kahve renklerdeki bu iki durum beraberliği % Cr ve % Mg bakımından OKC-7 numaralı örnekteki 4 numaralı analiz noktası ile uyumlu değildir.

Dolayısı ile ferritkromit ve onunla birlikte gözlenen açık kahve renkli oluşumları, ferritkromit oluşumlarının çeşitli aşamaları olarak düşünmek olasıdır.

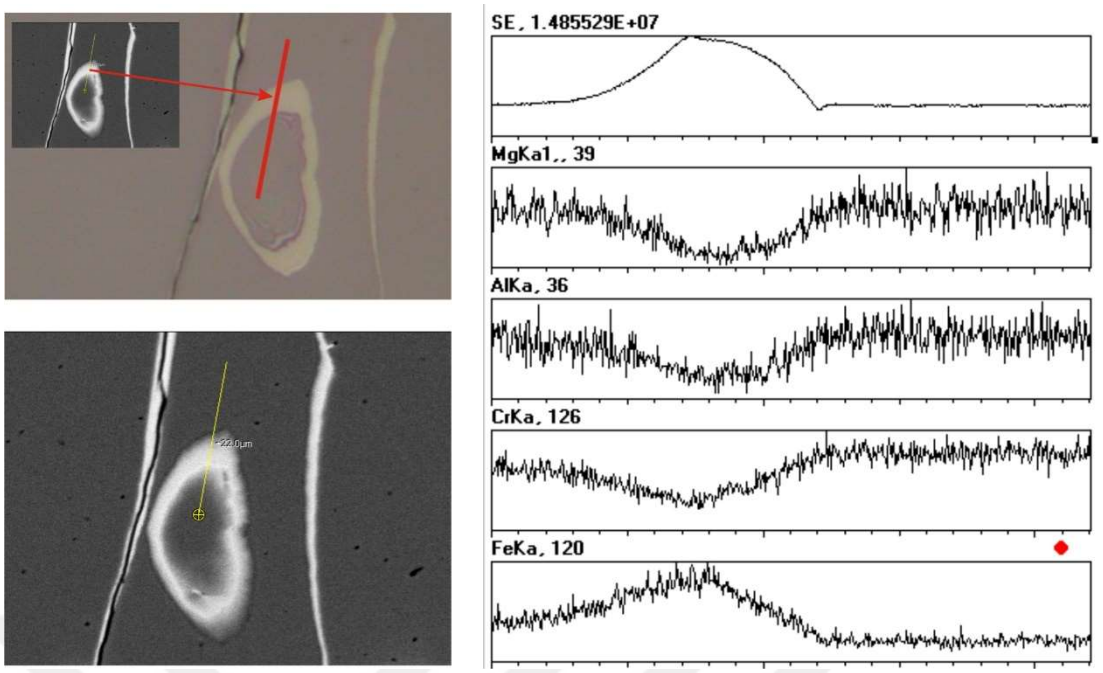
Ferritkromit oluşumlarında nokta kimyasal analiz çalışmalarının yanı sıra 2 ferritkromit oluşumunda, doğrultu boyunca kimyasal bileşimdeki değişimi görebilmek element değişim bolluğu/azlığı da incelenmiştir. OKC-7 ve OKC-21 numaralı örneklerde gerçekleştirilen bu çalışmalarda seçilen doğrultular ve analiz sonuçları Şekil 5.19 ve Şekil 5.20' de sunulmuştur.



Şekil 5.19 OKC-7 numaralı örnekte seçilen doğrultu ve element dağılım bollukları.

Bu örneklerden OKC-7 de yer alan ferritkromit oluşumları çatlak dolgusu formunda, OKC-21 de yer alan ferritkromit oluşumu ise, iki boyutta, çatlak dolgusundan ziyade kromit içerisinde metasomatik dönüşüm izlenimi veren bir görünümdedir.

OKC-7 de 35,3 μm' lik, OKC-21 de ise 22 μm' lik doğrultularda Mg, Al, Cr ve Fe(T) değişimleri incelenmiş olup, her iki örnekte de Mg, Al ve Cr değerlerinde düşme gözlenirken Fe(T) değerlerinde yükselme söz konusudur. Örnekler arasındaki en önemli fark, çatlak dolgusu formunda olan OKC-7 de elementer düşüş ve yükselişler keskin iken, OKC-21 de elementer düşüş ve yükselişler keskin değil kademeli olup, en düşük ve en yüksek elementer değişim değerlerinin ferritkromit oluşumunun



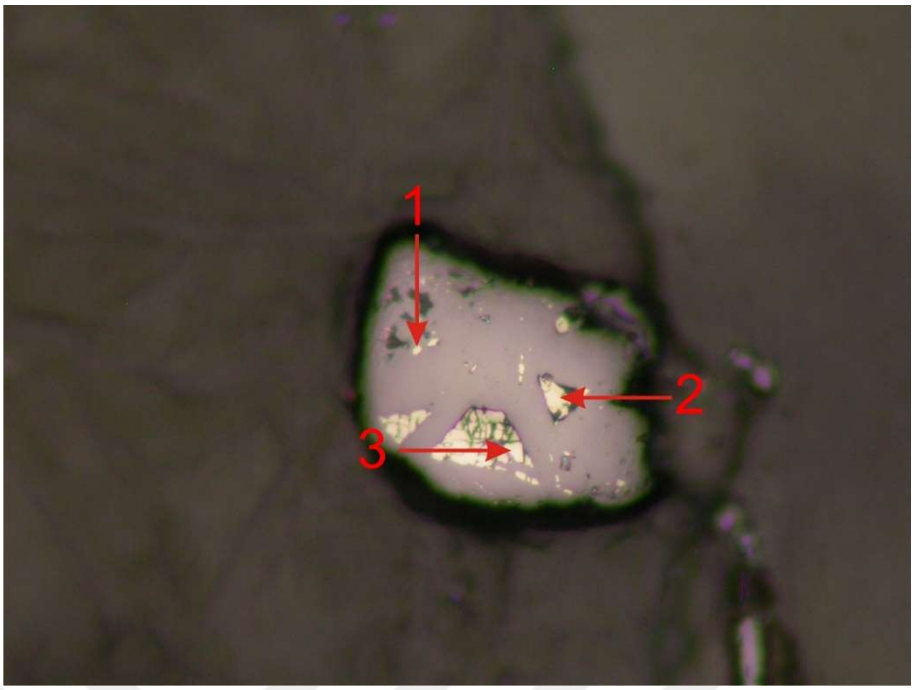
Şekil 5.20 OKC-21 numaralı örnekte seçilen doğrultu ve element dağılım bollukları.

kromitten en uzakta (ferritkromit merkezinde) gözlenmiş olmasıdır. Bu durum, bu iki oluşumun, benzer süreç altında aynı etken koşullarda da olsalar, farklı aşamalarda gerçekleştiğini düşündürmektedir.

5.2.5 Sülfürlü oluşumların kimyasal özelliklerinin incelenmesi

Parlatma bloklarının parajenezinde gözlenen sarı renkli, küçük boyutlu, bazen kimi örneklerde yığışımlar halinde izlenen mineral oluşumlarında da kristal kimyası analizleri gerçekleştirilmiştir. Analizlerin gerçekleştirildiği noktalar Şekil 5.21'de analiz sonuçları ise Çizelge 5.8' de yer almaktadır.

Krom cevherleşmelerinde zaman zaman gözlenen bu tip oluşumlar çoğunlukla Ni-sülfür grubu mineraller olarak tanımlanmaktadırlar. Bu örnekte oldukça yüksek oranda Co varlığı, bir başka ifade ile Fe, Ni, Co ve S birlikteliği, bu oluşumların, olasılıkla "Kobalt-Pentlandit" olarak adlanabileceklerini göstermektedir.



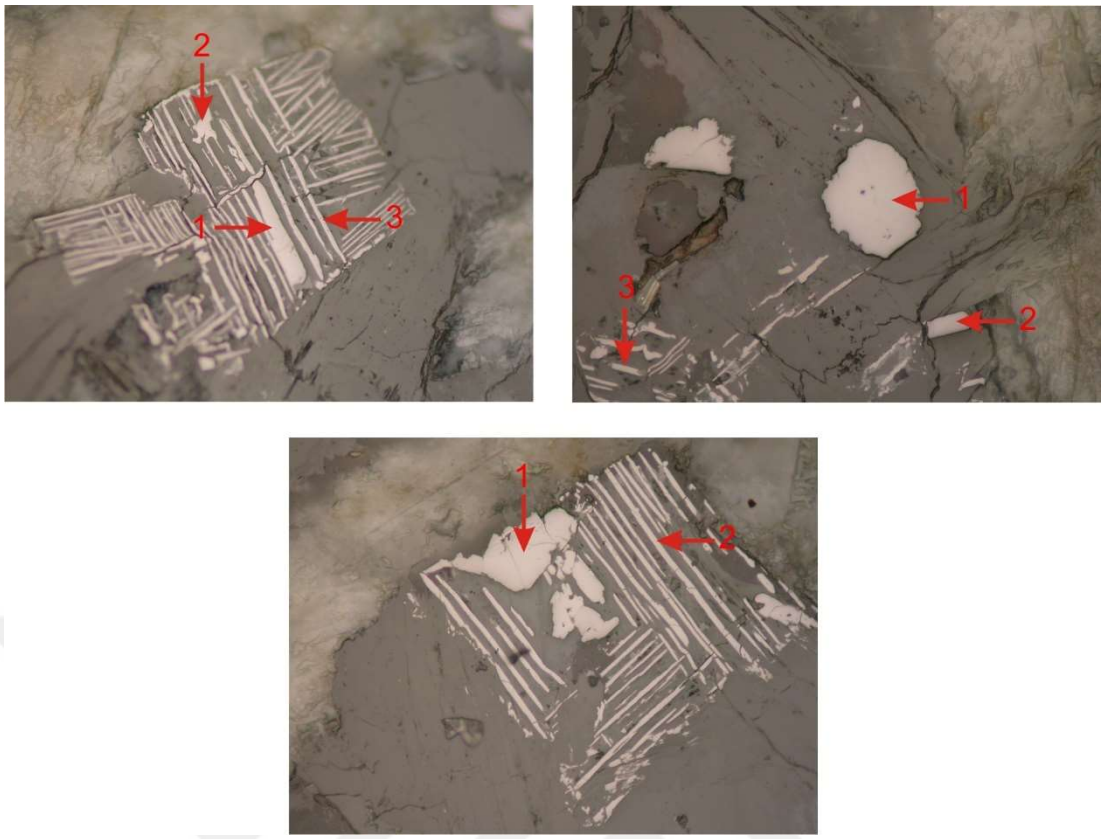
Şekil 5.21 Z-5K numaralı örnekte kristal kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği nokta konumları.

Çizelge 5.8 Z-5K numaralı örnekte seçilmiş noktaların analiz sonuçları (%)

ÖRNEK NO	ANALİZ NOKTALARI	O	Mg	Al	Si	S	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Z-5K	**1**	4,31	0,00	0,00	0,00	29,29	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	13,87	29,49	22,56
	2	5,12	0,25	0,00	0,26	29,90	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	14,70	28,35	21,32
	3	6,90	0,34	0,00	0,40	27,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	19,67	24,76	20,73

5.2.6 İzole diyabaz dayklarındaki opak bileşenlerin kimyasal özelliklerinin incelenmesi

Cevher mikroskopisi incelemeleri sırasında, izole diyabaz dayklarında gözlenen iskeletimsi/kafes yapısına sahip oluşumlarda da kristal kimyası analizleri gerçekleştirilmiş olup, analizlerin gerçekleştirildiği noktalar Şekil 5.22' de analiz sonuçları ise Çizelge 5.9' da yer almaktadır.



Şekil 5.22 Z-37K numaralı izole diyabaz daykındaki iskeletimsi/kafes yapısına sahip oluşumlarda kristal kimyası analizlerinin gerçekleştirildiği nokta konumları.

Çizelge 5.9 Z-37K numaralı örnekte seçilmiş noktaların analiz sonuçları (%)

ÖRNEK NO	ANALİZ NOKTALARI	O	Mg	Al	Si	Ca	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni
Z-37K A	1	38,91	0,00	0,00	0,19	0,00	27,25	0,47	0,00	1,00	32,23	0,00	0,00
	2	38,15	0,00	0,00	0,14	0,00	27,19	0,63	0,00	1,00	32,70	0,00	0,00
	3	40,65	0,00	0,00	0,27	0,00	26,78	0,39	0,00	0,60	31,02	0,00	0,00
Z-37K B	1	39,76	0,00	0,00	0,13	0,00	26,83	0,00	0,00	0,85	31,97	0,00	0,00
	2	40,83	0,00	0,00	0,00	0,15	26,32	0,61	0,00	0,67	31,63	0,00	0,00
	3	44,88	0,21	0,31	1,32	0,58	23,51	0,30	0,00	0,84	27,62	0,00	0,00
Z-37K C	1	39,29	0,00	0,00	0,14	0,00	26,98	0,43	0,00	0,72	32,56	0,00	0,00
	2	39,66	0,00	0,14	0,21	0,00	27,45	0,58	0,00	0,95	30,98	0,00	0,00

Yapılan kimyasal değerlendirmeler sonucunda, O, Fe ve Ti bakımından oldukça yüksek element % si değerleri içeren bu oluşumların, olasılıkla, "ilmenit" ile "titanomaghemit" arasında kimyasal özellikler taşıdıkları ve bu iki mineral arasında bir karışım kristali veya geçiş formu olabileceği düşünülmüştür.

5.2.6 Kromitlerin sınıflandırma diyagramlarında incelenmesi

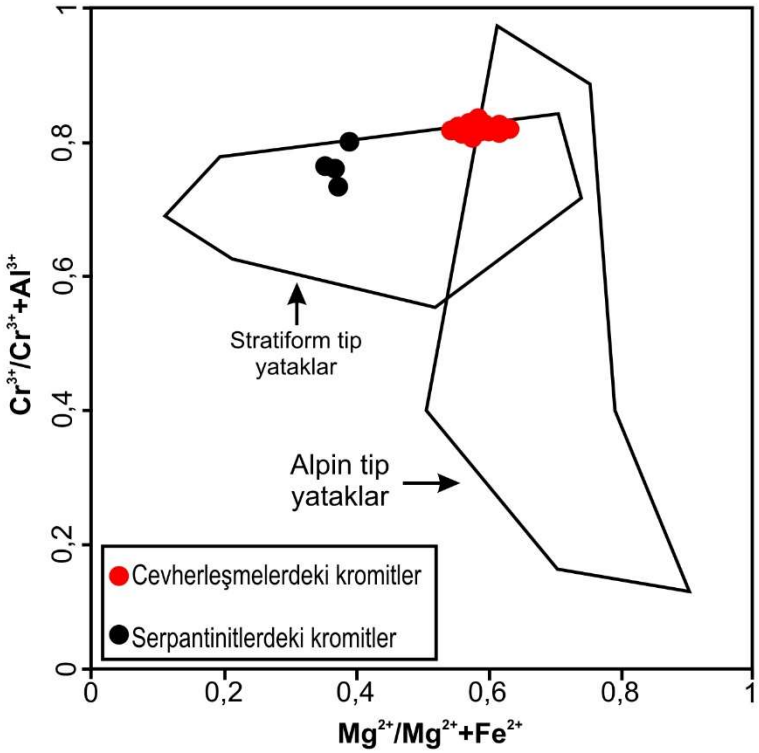
Kromitlerin çeşitli oluşum ortamlarındaki durumları ve cevherleşme tiplerini kimyasal özellikleri bakımından ayırt etmek amacı ile değişik araştırıcılar tarafından çok sayıda diyagram geliştirilmiş olup bu çalışmada, inceleme alanındaki kromitlerin bazı diyagramlardaki durumu tartışılmaya çalışılmıştır.

Irvine (1967) tarafından geliştirilen ve kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından bazıları kullanılarak hazırlanan, $Mg^{2+}/(Mg^{2+}+Fe^{2+})$ ve $Cr^{3+}/(Cr^{3+}+Al^{3+})$ parametrelerinin kullanıldığı diyagrama göre sepantinitlerdeki kromitler statiform tip yataklardaki kromitlerin dağılım alanında yer alırken, krom cevherleşmelerindeki kromitler ise stratiform tip yataklar ile alpin tip yataklardaki kromitlerin birleşim alanında konumlanmışlardır (Şekil 5.23).

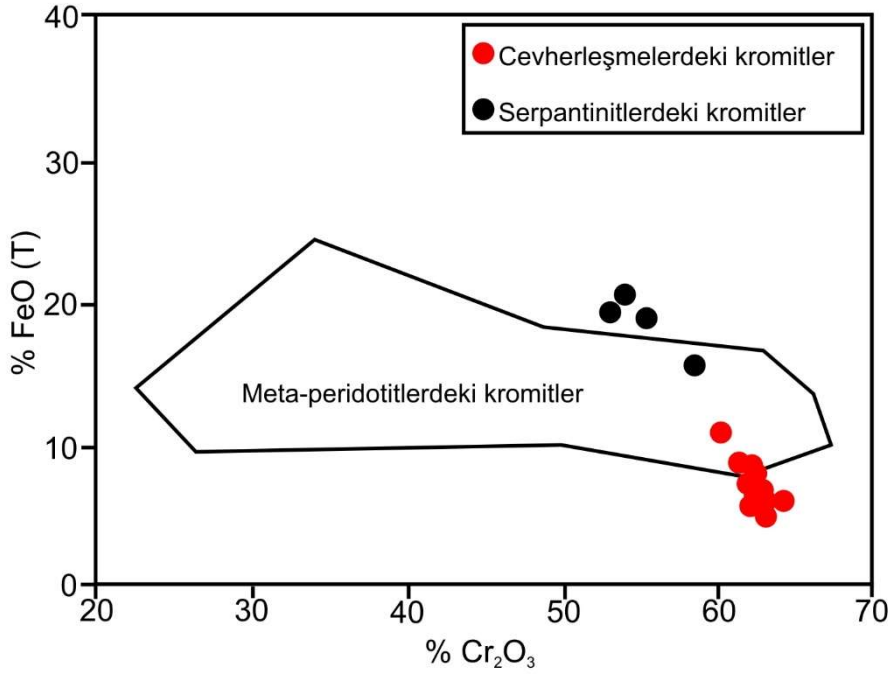
Thayer (1970) tarafından kromitlerdeki % Cr_2O_3 ve FeO(T) verileri kullanılarak hazırlanan ve "meta peridotitlerdeki kromitler" i temsil ettiği belirtilen diyagramda inceleme alanındaki serpantinit ve ceherleşmelerdeki kromitlerden birkaç tanesi meta peridotitlerin temsil edildiği alanda konumlanırken, örneklerin büyük çoğunluğu bu alanın dışında yer almışlardır (Şekil 5.24).

Irvine ve Findlay (1972) tarafından geliştirilen ve kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından bazıları kullanılarak hazırlanan, $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg^{2+})$ ve $Cr^{3+}/(Cr^{3+}+Al^{3+})$ parametrelerinin kullanıldığı diyagrama göre (Şekil 5.25) kimyasal incelemesi yapılan bütün kromit örnekleri harzburjitik yankayaçlı kromitlerin yer aldığı alanda konumlanmışlardır.

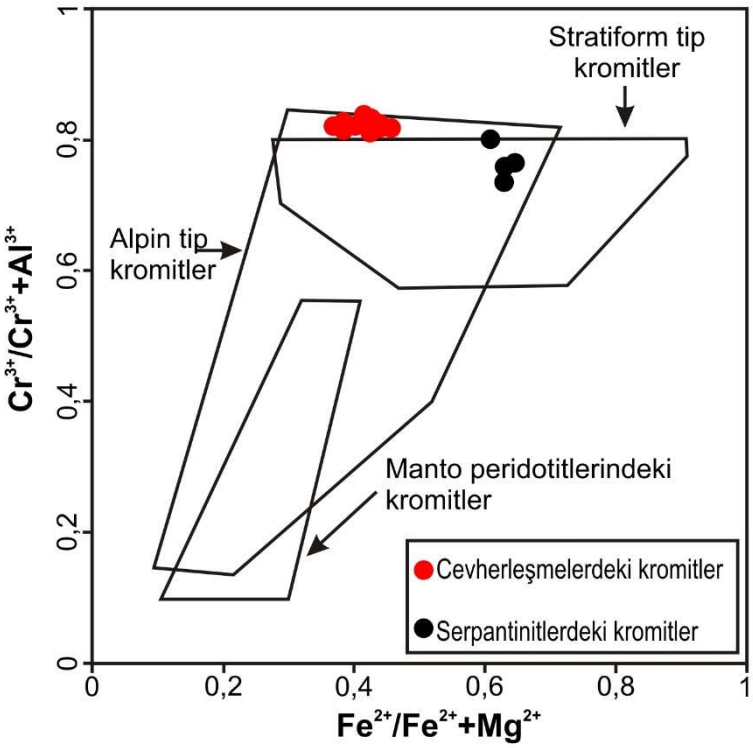
Dickey (1975) tarafından geliştirilen ve kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından Cr^{3+}, Al^{3+} ve Fe^{3+} nın kullanıldığı bu diyagrama göre inceleme alanındaki krom cevherleşmelerinden derlenen örnekler ile serpantinitlerdeki kromitler Alpin tip yataklarda gözlenen kromitler ile aynı alanda yer almışlardır (Şekil 5.26). Ancak, Fe^{3+}



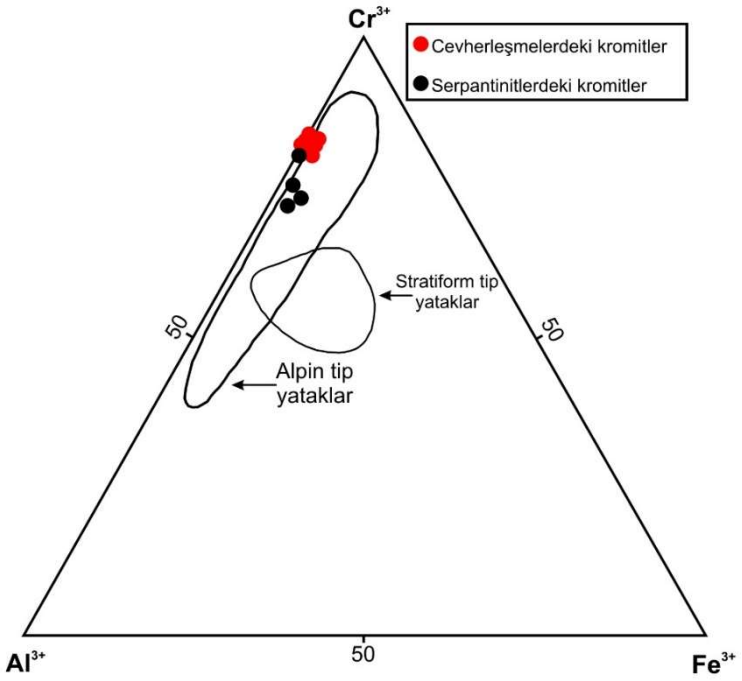
Şekil 5.23 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin ve Stratiform tip yataklardaki kromitler ile karşılaştırılması (Irvine, 1967; Panayiotou vd' den, 1986).



Şekil 5.24 İnceleme alanındaki kromitlerin meta-peridotitlerdeki kromitler ile karşılaştırılması (Thayer, 1970; Kırıkoğlu' ndan, 1987).



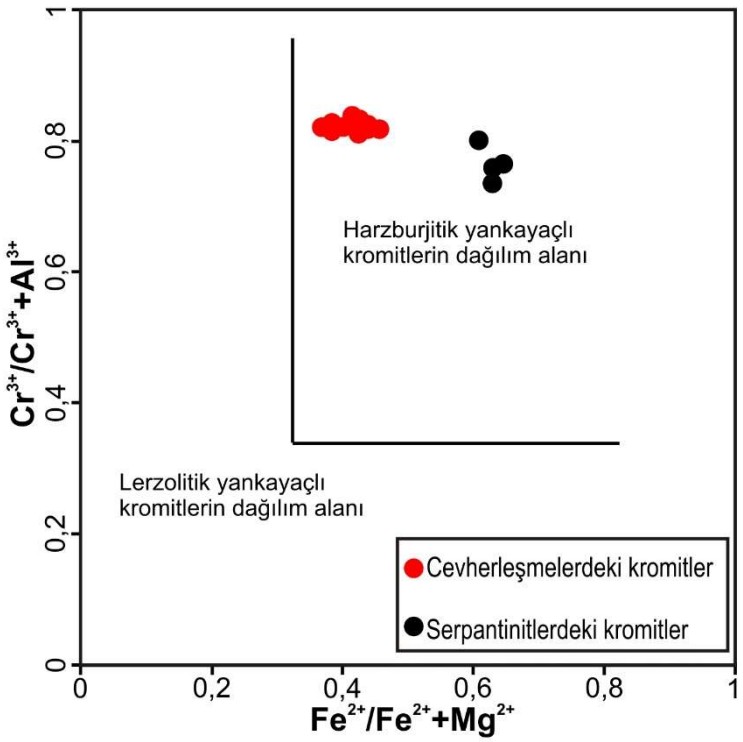
Şekil 5.25 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin tip, Stratiform tip ve Manto peridotitlerindeki kromitler ile karşılaştırılması (Irvine ve Findlay, 1972; Paktunç' dan, 1981).



Şekil 5.26 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin ve Stratiform tip yataklardaki kromitler ile karşılaştırılması (Dickey, 1975; Ghose ve Shrivastava' dan, 1986).

içeriği sıfır ve sıfır değerinin biraz üzerinde olan kromitler Alpin tip yataklara ait alanın sıfır değerine yakın kesiminde konumlanmışlardır.

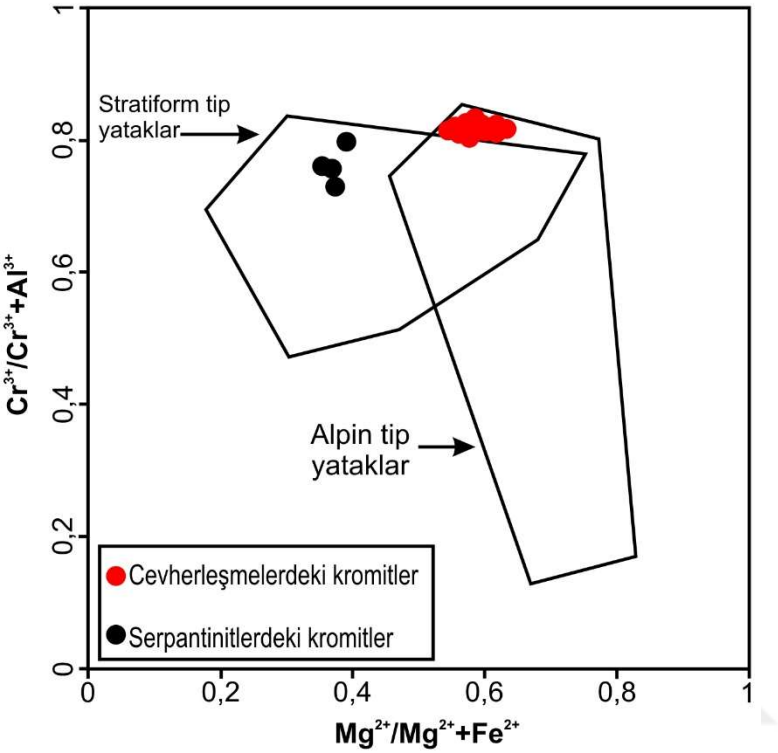
Paktunç ve Baysal (1981) tarafından hazırlanan, Irvine ve Findlay (1972) tarafından geliştirilen diyagramdaki gibi, kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından yararlanılarak hazırlanan, $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg^{2+})$ ve $Cr^{3+}/(Cr^{3+}+Al^{3+})$ parametrelerinin kullanıldığı diyagramda, inceleme alanındaki kromitler harzburjitik ve lerzolitik yankayaçlı kromitler ile karşılaştırılmışlardır. Şekil 5.27 den de görülebileceği gibi kimyasal analizi yapılan kromit örneklerinin tamamı harzburjitik yan kayaçlı kromitlerin alanında yer almışlardır.



Şekil 5.27 İnceleme alanındaki kromitlerin harzburjitik ve lerzolitik yankayaçlı kromitler ile karşılaştırılması (Paktunç ve Baysal 1981).

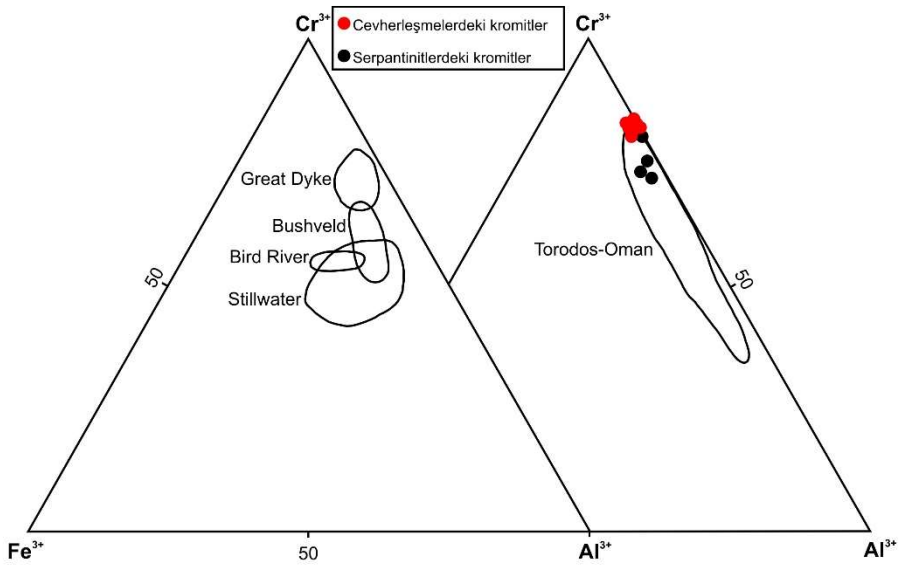
Duke (1983) tarafından hazırlanan, Irvine (1967) tarafından geliştirilen kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından bazıları temel alınarak hazırlanan diyagram gibi, $Mg^{2+}/(Mg^{2+}+Fe^{2+})$ ve $Cr^{3+}/(Cr^{3+}+Al^{3+})$ parametrelerinin kullanıldığı bu diyagramda inceleme alanındaki sepantinitlerde bulunan kromitler bu diyagramda da

statiform tip yataklardaki kromitlerin dağılım alanında yer almışlardır. Ancak, diyagramlar arasında sınır farklılığının bir yansıması olarak krom cevherleşmelerindeki kromitlerin hemen hemen tamamı alpin tip yataklardaki kromitlerin temsil alanında konumlanmışlardır (Şekil 5.28).



Şekil 5.28 İnceleme alanındaki kromitlerin Alpin ve Stratiform tip yataklardaki kromitler ile karşılaştırılması (Duke, 1983).

Yine, Duke (1983) tarafından hazırlanan kromitlerin birim hücrelerindeki katyon sayılarından Cr^{3+}, Fe^{3+} ve Al^{3+} değerlerinin kullanıldığı, dünyadaki stratiform ve alpin tip yataklardaki kromit örneklerinin ayrı ayrı sunulduğu diyagrama göre, inceleme alanındaki kromitlerden, serpantinitlerdeki ve cevherleşmelerdeki kromitler Alpin Tip kromitlerin en bilinen örneklerinden Torodos-Oman bölgesinde yer almışlardır (Şekil 5.29). Ek bir durum olarak, cevherleşmelerdeki kromitler ilgili alanın Cr^{3+} bakımından zengin üst sırasında konumlanmışlardır.

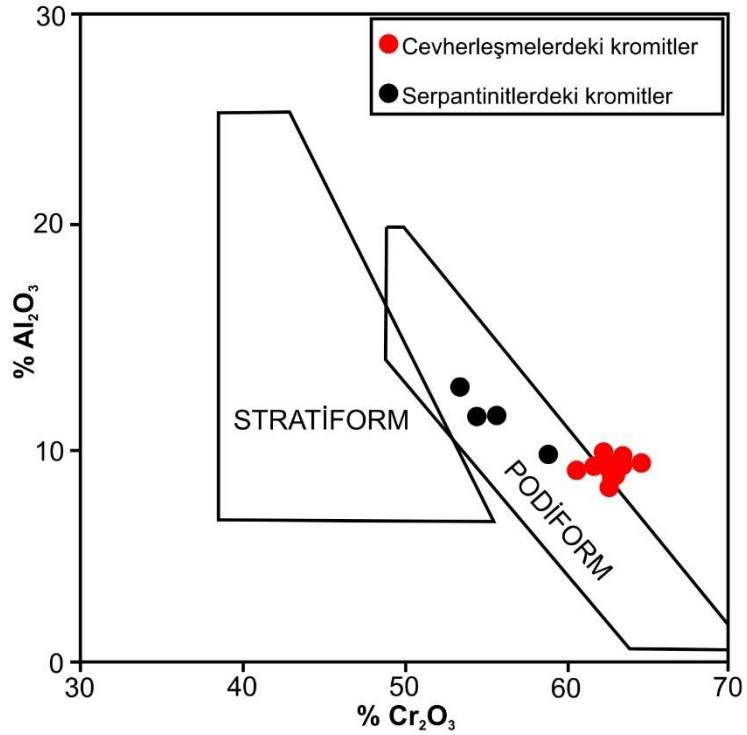


Şekil 5.29 İnceleme alanındaki kromitlerin Stratiform Tip (sol) ve Alpin Tip (sağ) kromitlerin en bilinen örnekleri ile karşılaştırılması (Duke, 1983).

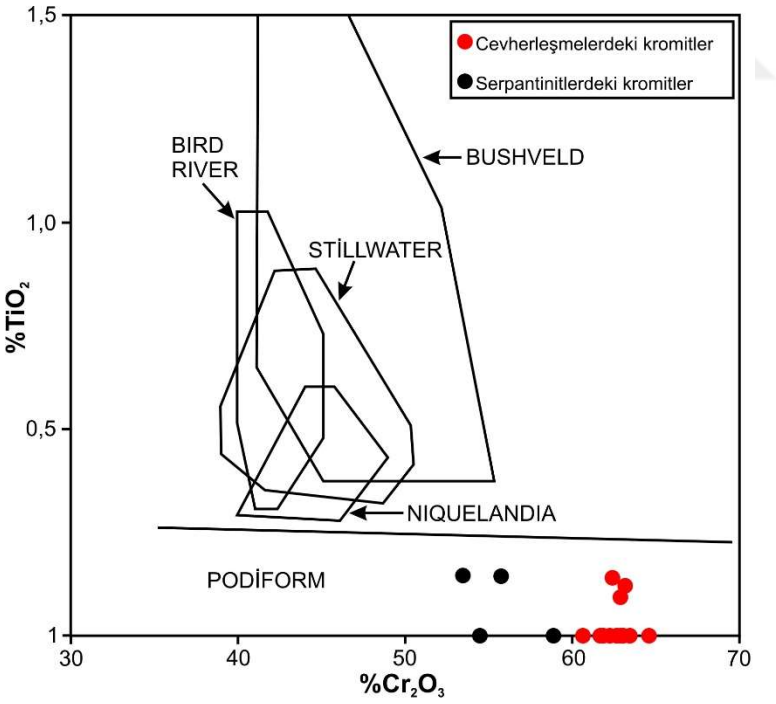
Bonavia vd (1993) tarafından hazırlanan, kromitlerdeki % Cr_2O_3 e karşı % Al_2O_3 değerlerinin esas alındığı diyagrama göre, inceleme alanından derlenen serpantinitlerdeki kromitlerin tamamı ile cevherlerdeki kromitlerin az bir kısmı Podiform (Alpin Tip) kromitlerin alanında konumlanmışlardır. Cevherlerdeki kromitlerin önemli bir kısmı tanımlanan podiform alanın dışında kalmıştır (Şekil 5.30).

Bonavia vd' nin (1993) kromitlerdeki % Cr_2O_3 e karşı % TiO_2 verilerini kullandıkları ve Stratiform Tip kromitlerin en bilinen temsilcilerinden olan Bushveld, Bird River, Stillwater ve Niquelandia karşı Podiform Tip kromitlerin ayırtman diyagramına göre incelenenen kromit örneklerinin tamamı Podiform Tip alanda kümelenmişlerdir (Şekil 5.31).

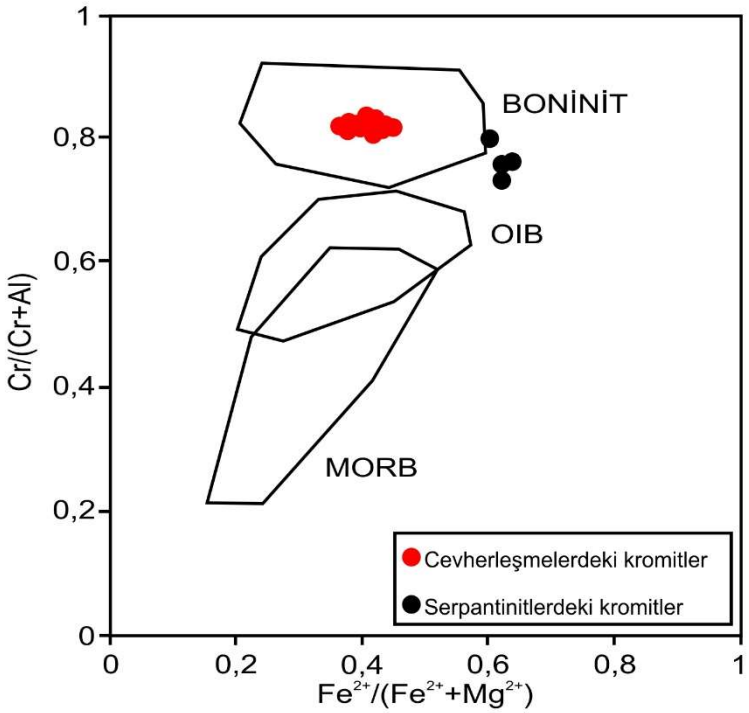
Escayola vd (2011) tarafından kromitlerdeki birim hücrelerdeki katyon sayılarından hareketle hazırlanan ve $Fe^{2+}/(Fe^{2+}+Mg^{2+})$ ve $Cr^{3+}/(Cr^{3+}+Al^{3+})$ parametrelerinin kullanıldığı, okyanus ortası sırt bazaltlarındaki, okyanus adası bazaltlarındaki ve boninitlerdeki kromitlerin özelliklerinin değerlendirildiği diyagrama göre inceleme alanındaki kromitler (serpantinit ve cevherlerdeki) boninit alanında yer almışlardır (Şekil 5.32).



Şekil 5.30 İnceleme alanındaki kromitlerin Stratiform ve Podiform (Alpin Tip) kromitlerin dağılım alanlarındaki konumu (Bonavia vd, 1993).



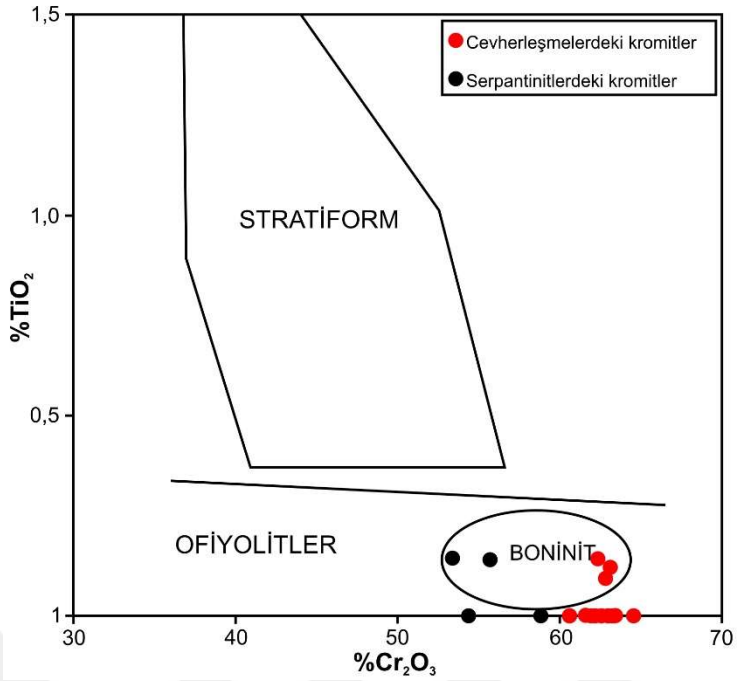
Şekil 5.31 İnceleme alanındaki kromitlerin bazı Stratiform ve Podiform (Alpin Tip) kromitlerin dağılım alanlarındaki konumu (Bonavia vd, 1993).



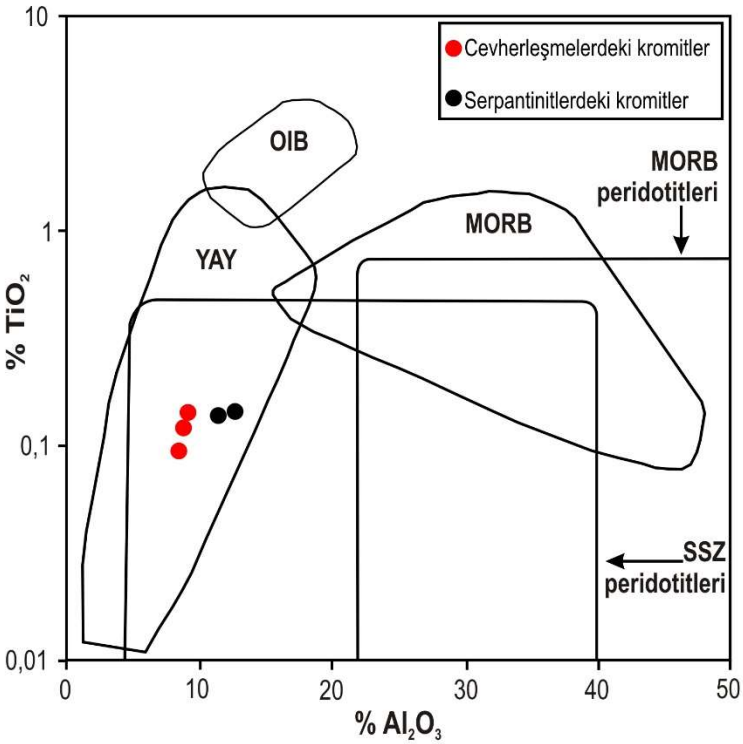
Şekil 5.32 İnceleme alanındaki kromitlerin MORB, OIB ve Boninit ortamlarındaki kromitlerin dağılım alanlarındaki konumu (Escayola vd, 2011).

Escayola vd' nin (2011) % Cr_2O_3 e karşı % TiO_2 verilerinden hazırladıkları, Stratiform Tip, Ofiyolitlerde ve Boninitlerde gözlenen kromit ayırtman grafiğine göre inceleme alanındaki kromitler, ofiyolitler bölümünde boninit alanı içerisinde konumlanmışlardır (Şekil 5.33).

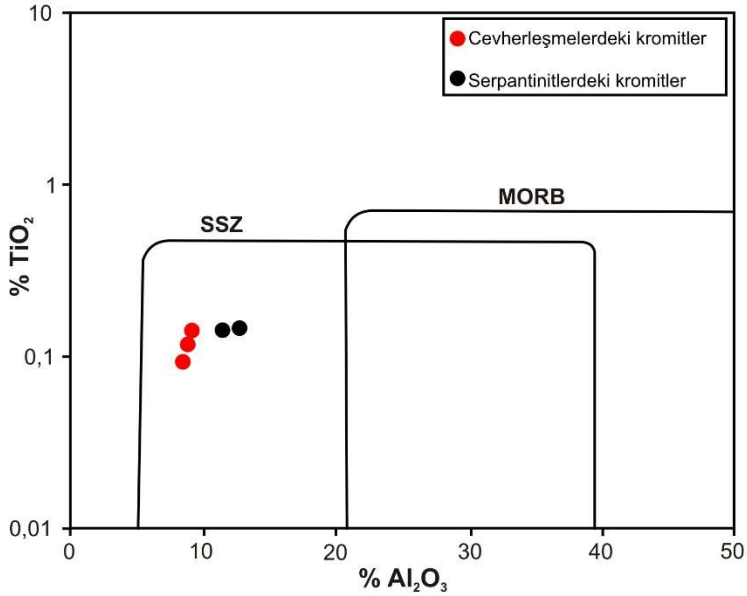
Escayola vd, (2011) ve Zaccarini vd (2016) tarafından hazırlanan ve % Al_2O_3 e karşı % TiO_2 verilerinin (normal-log grafiği) kullanıldığı, dalma-batma zonu ofiyolitleri ile okyanus ortası sırt bölgesinde gelişen ofiyolitlerdeki kromitlerin tanımlama grafiğine göre, inceleme alanındaki serpantinitlerdeki ve cevherlerdeki kromitlerin tamamı SSZ ofiyolitleri bölgesinde (dalma batma zonu ofiyolitleri) konumlanmışlardır (Şekil 5.34 ve 5.35). Ancak, her iki grafikte de 10 tabanına göre log grafikler kullanıldığından, TiO_2 içeriği % 0,01 in altında olan örnekler grafikte tanımlanamamışlar, bu kapsamda serpantinitlerdeki kromitlerden iki örnek, cevherlerdeki kromitlerden de üç örnek garfikte konum bulabilmişlerdir.



Şekil 5.33 İnceleme alanındaki kromitlerin Stratiform, Ofiyolit ve Boninit dağılım alanlarındaki konumu (Escayola vd, 2011).



Şekil 5.34 İnceleme alanındaki kromitlerin MORB ve SSZ ofiyolitlerindeki konumu (Escayola vd, 2011).



Şekil 5.35 İnceleme alanındaki kromitlerin MORB ve SSZ alanlarındaki konumu (Zaccarini vd (2016).

6. SONUÇLAR ve TARTIŞMA

- İnceleme alanındaki litolojik birimler yaşlıdan gence doğru; Kampaniyen öncesi yerleşim yaşına sahip çeşitli yaşlarda kireçtaşı blokları, mafik-ultramafik kayaçlar içeren "Artova Ofiyolitli Karışığı", Lütesiyen yaşlı konglomera, kumtaşı, kiltaşı, çamurtaşı ve marn gibi sedimanter kayaçlar ile çeşitli volkanik kayaçlardan oluşan "Haydaroğlu Formasyonu", Miyosen-Pliyosen yaşlı sedimanter kayaçlardan oluşan ve çakıltaşı, kumtaşı, yer yer de kireçtaşı ve traverten içeren da "Boyunpınar Formasyonu" olarak sıralanmışlardır.

- Yöredeki krom cevherleşmleri Artova Ofiyolitli Karışığı içerisindeki ultramafik kayaçlar ile ilişkili olarak gözlenmektedirler.

- Ultramafik kayaçlar yoğun serpantinleşme süreci altında kalıp tamamiyle serpantinleştikleri için krom cevherleşmelerinin etrafında dünitik bir kılıfın varlığı tespit edilememiştir.

- Krom cevherleşmeleri yoğun tektonik kuvvetlerin etkisi altında aşırı şekilde ezilmiş ve parçalanmış görünümdedirler.

- Cevherleşmelerin en önemli minerali kromittir. Tektonizma etkisi mikroskobik boyutta da oldukça etkilidir ve cevher örneklerinde kataklastik doku hakimdir.

-Cevher ve serpantinit örneklerindeki kromitlerde ferritkromitleşme ve bazı sülfürlü mineraller yer yer gözlenmişlerdir.

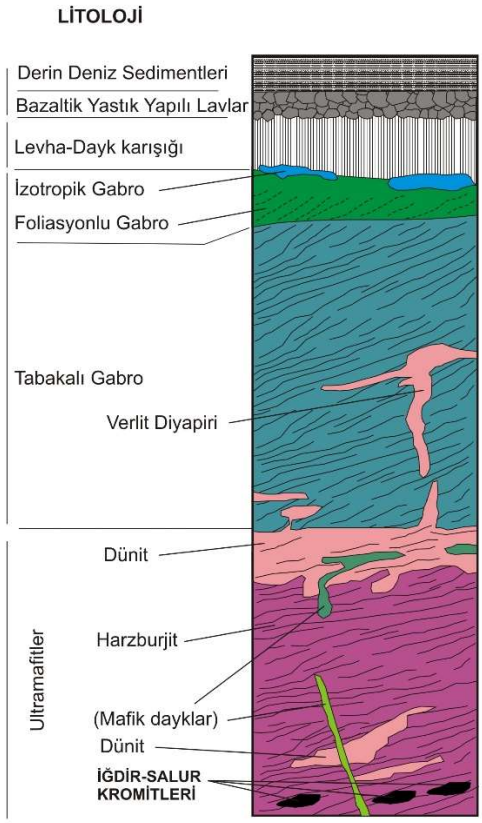
- Artova Ofiyolitli Karışığı litolojilerinden izole diyabaz dayklarında gerçekleştirilen tüm kayaç ve bazı eser element içeriklerinin değerlendirilmesi sonucunda, bu kayaçların MORB dan ziyade dalma batma zonlarında gelişen ofiyolitler (SSZ) ile ilişkili olarak oluştuklarından bahsedilebilmektedir.

- Cevher ve serpantinit örneklerindeki kromitlerde gerçekleştirilen kristal kimyası analiz sonuçlarının değerlendirilmesi neticesinde, kromitlerin 3+ değerli parametrelere göre "Kromit", "Alümokromit", "Ferrokromit", "Magnezyakromit", 2+ değerli parametrelere göre ise "Magnoferrokrom Spineller" ve "Ferrokrom Spineller" ile "Magnezyumlu" olarak adlandırılabilecekleri, cevher örneklerindeki ve serpantinitlerdeki kromitlerin hemen hemen tüm değerlendirme diyagramlarında ayrı

ayrı kümelendikleri gözlenmiştir. Bu durum, cevher kütleleri ile ultramafik kayaçların gelişim süreçlerindeki olası farklılığın bir yansıması olarak değerlendirilmiştir.

- Tüm değerlendirmeler sonucunda Artova güney-güneydoğusunda yer alan krom cevherleşmelerinin MORB ofiyolitlerinden ziyade dalma- batma zonları ile ilişkili olarak gelişen SSZ ofiyolitleri ile ilişkili olarak oluştukları sonucuna ulaşılmıştır.

- Yöredeki krom cevherleşmelerinin, doğal olarak, alpin tip krom cevherleşmeleri ile benzer kimyasal özellikler sundukları, ancak özellikle cevherleşmelerdeki kromitlerin düşük / sıfıra yakın / sıfır Fe^{3+} içerikleri cevherleşmelerin oluşum ortamının oksijen kısmi basıncı bakımından oldukça düşük değer koşullarını yansıttığı gözlenmiştir. Tüm üyeleri inceleme alanında gözlenememiş olsa dahi, tipik bir ofiyolit dizisi düşünüldüğünde, dizinin tabanında yer alan ultramafik kayaçlar içinde konumlanan yöreye ait krom cevherleşmeleri düşük / sıfıra yakın / sıfır Fe3+ içerikleri ile ultramafik kayaçların en alt seviyesinde konumlanmış olmalıdırlar (Şekil 5.36).



Şekil 5.36 İnceleme alanındaki krom cevherleşmelerinin, tipik bir ofiyolitik serideki konumları (ofiyolitik seri Nicolas, 1989' dan düzenlenmiştir)

KAYNAKLAR

Akpınar, Z., Koçbulut, F. ve Öztürk, A. (2003). Boğazkaya (Mecitözü-Çorum) bölgesinin stratigrafik ve tektonik özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri Dergisi*, 20/1, 14-24.

Akyazı, M. (1991). Zile (Tokat) yöresinin jeolojik ve paleontolojik özellikleri. *C.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı* (Yüksek Lisans Tezi), 93 s, Sivas.

Akayzı, M. ve Tunç, M. (1992). Zile (Tokat) yöresinin stratigrafisi. *Türkiye jeoloji Bülteni,* 35, 35-46.

Beeson, M.H. and Jackson, E.D. (1969). Chemical composition of altered chromites from the Stillwater complex, Montana. *American Mineralogist*, 54, 1084-1100.

Bliss, N.W. and McLean, W.H. (1975). The paragenesis of zoned chromite from central Monitoba. *Geochimica et Cosmochimica Acta,* 39, 973-990.

Bingöl, E. (1989). 1/2000000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası. *MTA yayını*, Ankara.

Bonavia, F.F., Diella, V. and Ferrario, A. (1993). Precambrian podiform chromitites from Kentica Hill, southern Ethiopia. *Economic Geology*. 88, 198-202.

Dickey, J.S. (1975). A hypothesis of origin for podiform chromite deposits. *Geochimica et Cosmochimica Acta.* 39, 1061-1074.

Duke, J.M. (1983). Ore deposits models 7: Magmatic segration deposits of chromite. *Geoscience Canada,* 10/1, 15-23.

Erik Yalçın, N. ve Ay, F. (2010). Tersiyer yaşlı Artova ve Zile kömürlerinin (Tokat) organik jeokimyasal özellikleri ve hidrokarbon türetim potansiyelleri. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, Yerbilimleri,* 31/3, 169–190.

Escayola, M., Garuti, G., Zaccarini, F., Proenza, J.A., Bedard, J.H. and Van Staal, C. L. (2011). Chromitite and platinium-group-element mineralization at Middle Arm Brook, Central Advocate ophiolite complex, Baie Verte Peninsula, Newfoundland, Canada. *The Canadian Mineralogist,* 49, 1523-1547.

Ghose, N.C. and Shrivastava, M.P. (1986). Podiform chromites of Naga Hills ophiolites NE India. *Chromites, Unesco's IGCP-197 Project Metallogeny of Ophiolites*, Theophrastus Publ., SA, Athens, 263-285.

Golding, H.G. and Bayliss, P. (1968). Altered chrome ores from the Coolac serpentine belt, New South Wales, Australia. *American Mineralogist*, 53, 162-183.

Göksu, E. (1974). 1/500000 ölçekli Türkiye jeoloji haritası (Samsun) kitapçığı. *Maden Tetkik ve Arama Enstitü Yayınları*, 78s, Ankara.

Gökten, E. (1993). Yıldızeli (Sivas) güneyinde Akdağ metamorfitleri ve örtü kayalarının stratigrafisi ve tektoniği. Türkiye Jeoloji Bülteni, 36, 83-93.

Haslam, H. W., Harding, R. R., and Tresham, A. E. (1976). Chromite chlorite intergrowths in peridotite at Chimwadzulu Hill, Malawi. Mineralogical Magazine, 40, 659-972.

Haspolat . Z. (1999). Orta Anadolu bindirme kuşağının Sulusaray (Tokat)- Bayazıt (Yıldızeli-Sivas) arasındaki kesiminin jeolojik özellikleri. *CÜ Fen Bilimleri Enstitüsü jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı* (Yüksek Lisans tezi), 74 s. Sivas.

Irvine, T.N. (1967). Chromium spinel as a petrogenetic indicator: part 2 petrologic applications. *Canadian Journal of Earth Sciences*, 4, 71-103.

Irvine, T.N. and Barager, W.R.A. (1971). A guide to the chemical classification of the common volcanic rocks. *Canadian Journal of Earth Sciences,* 8, 523-548.

Irvine, T.N. and Findlay, T.C.,(1972). Alpine-type peridotite with particular reference to the Bay of Islands Complex: Canada. *Dept. of Energy Mines Resources, Earth Physics Branch,* 42/3, 97-140.

Ketin, İ. (1966). Anadolu' nun tektonik birlikleri. *MTA Dergisi*, 66, 20-35

Kırıkoğlu, M.S. (1987). Karabayır metaofiyolitli krom spinellerinin mineral kimyası. *İÜ Yerbilimleri Dergisi,* 6/1-2, 20-36.

Koçbay, A. (1997). Mecitözü-Konaklı (Çorum) çevresinin hidrojeolojisi ve yeraltı suyu kalitesi. *Jeoloji Mühendisliği Dergisi,* 51, 17-24.

Koçbulut, F. ve Tatar O. (2002). Orta Anadolu bindirme kuşağının Akdağmadeni – Yavu arasındaki bölümün stratigrafik özellikleri. Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Yerbilimleri Dergisi, 19/1, 103-112.

Koçyiğit, A. (1979). Tekneli bölgesinin (Tokat güneyi) tektonik özelliği: *TÜBİTAK Matematik, Fiziki ve Biyolojik Bilimler Arastirma Grubu*, Proje No: TBAG-262, 63 s, Ankara.

LeMaitre, R.W. (1989). A Classification of igneous rocks and glossary of terms. *Blackwell, Oxford,* 193 p.

Malhotra, P.D. and Prasada Rao, G.H.S.V. (1956). On the composition of some Indian chromites. American Mineralogist. 41/5-6, 460-473.

Mesci, B.L. ve Gürsoy, H. (2002). Çobansaray-karakaya (Yıldızeli KB-Sivas) arasındaki orta Anadolu bindirme kuşağının (Kuzey Neotetis kenedi) tektonostratigrafik ve yapısal özellikleri. *Cumhuriyet Üniversitesi Mühendislik Fakültesi Dergisi Seri A-Yerbilimleri Dergisi*, 19/2, 135-150.

Metcalf R.V. and Shervais, J.W. (2008). Suprasubduction-zone ophiolites: Is there really an ophiolite conundrum? *The Geological Society of America, Special Paper 438,* 191-222.

Miyashiro, A. (1974). Volcanic rock series in island arcs and active continental margins. *American Journal of Science,* 274, 321-355.

Mullen, E.D. (1983). $MnO/TiO_2/P_2O_5$: A minor element discriminant for basaltic rocks of oceanic environments and its implications for petrogenesis. *Earth and Planetary Science Letters,* 62, 53-62.

Nicholas, A.. (1990). Structures of ophiolites and dynamic of oceanic lithosphere. *Kluwer Academic Publishers, Boston.*376 p.

Özcan, A., Keskin, E., Oral, A., Özer, S., Sümengen, M., Tekeli, O., Erkan, A. ve Keskin, A. (1980). Kuzey Anadolu fayı-Kırşehir masifi arasının temel jeolojisi. *MTA Genel Müdürlüğü*, Rapor No:6722, 170 s, Ankara.

Özcan, A. ve Aksay, A. (1996). Tokat-Turhal-Almus-Çamlıbel dolayının jeolojisi. *MTA Genel Müdürlüğü*, Rapor No: 9972, 47 s, Ankara.

Özer, S. ve Göncüoğlu, M.C. (1983). Orta Anadolu masifi doğusunda (Akdağmadeni-Yıldızeli) ilginç metamorfik parajenezler. *MTA Dergisi*, 95/96, 173-174.

Özsert, E. (2009). Aydıncık (Yozgat) yöresinin tersiyer (Lütesiyen) istifinin bentik foraminiferleri. *ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 70 s, Adana.

Öztürk. A. (2002). Güzelce barajı (Tokat) eksen yeri jeoloji ve malzeme etütleri. SDÜ *Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans tezi), 21 s. Isparta.

Paktunç, D. (1978). Fethiye-Göcek yöresi Çatalocak-Suluocak krom cevherleşmesinin mineralojisi ve jeokimyası. *HÜ Yüksek Mühendislik Tezi*, 55 s, Ankara.

Paktunç, D. (1981). Alpin tip krom yataklarının oluşumu. *Yeryuvarı ve İnsan*, Türkiye Jeoloji Kurumu yayını, Ağustos-Kasım, 33-39.

Paktunç, D. ve Baysal, O. (1981) Çatalocak-Suluocak kromitlerinin mineralojisi. *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri Uygulama ve Araştırma Merkezi Dergisi, Yerbilimleri,* 8, 31-40.

Panayiotou, A., Michalides, A.E. and Georgiou, E. (1986). The chromite deposits of the Torodos ophiolite complex, Cyprus. *Chromites, Unesco's IGCP-197 Project Metallogeny of Ophiolites,* Theophrastus Publ., SA, Athens, 161 -199.

Pavlov, N. V., and Grigor'yeva, I. I. (1978). Chrome deposits, in **Smirnov, V. I**. (Ed.), *Ore deposits of the USSR, v. 1, second ed.: Pittman Publishing,* 172-224, Toronto.

Pearce, J.A. and Cann. J.R. (1973). Tectonic setting of basic volcanic rocks determined using trace element analyses. *Earth and Planetary Science Letters,* 19, 290-300.

Pearce, J.A. and Norry, M.J. (1979). Petrogenetic implications of Ti, Zr, Y, and Nb variations in volcanic rocks. *Contributions to Mineralogy and Petrology,* 69, 33-47.

Rhamdor, P. (1980). The ore minerals and their intergrowths. *Vol:2, Pergamon Press*, Berlin, 1202 p.

Smirnov, V.I. (1976). Geology of mineral deposits. *Mir Publishers, Moscov,* 520 p.

Sokolov, G.A. (1948). The chromites of Ural, their composition, conditions crystallization and regularities of distribution. *Transactions of IGS of AS USSR, ser. Ore Deposits*, 12/97, 128 p.

Sümengen, M. (2013). 1/100000 ölçeki Türkiye Jeoloji Haritaları, Tokat-H36 Paftası. *MTA Genel Müdürlüğü Yayınları* No:187, 18 s, Ankara.

Stevens, R.E. (1944). Composition of some chromites of the western Hemisphere. *The American Mineralogist.* 29/1-2, 34.

Şengör, A.M.C. and Yılmaz, Y. (1981). Tethyan evolution of Turkey: A plate tectonic approach. *Tectonophysics,* 75, 181-241.

Tatar, Y., (1977). Ofiyolitli Çamlıbel (Yıldızeli) bölgesinin stratigrafisi ve petrografisi. *MTA Dergisi*, 88, 56-72.

Temiz, H., Özden, S. ve Guezou, J.C. (2010). İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşağı'nın Artova- Çamlıbel (Tokat) kesiminin Geç Neojen'deki tektonik deformasyon biçimi ve kinematiği. *Cumhuriyet Üniversitesi Yer Bilimleri Dergisi,* 2, 71-88.

Thayer, T.P. (1970). Chromite segregations as petrogenetic indicators. *Geological Society South Africa*, Spec. Publ., 1,380-90.

Ulmer, G.C. (1974). Alteration of chromite during serpentinisation in the Pennsylvania-Maryland district. *American Mineralogist*, 59, 1236-1241.

Üstüntaş, A. (1997). Zile (Tokat) batısında Uzunköy çevresinin jeolojisi ve tektonik özellikleri: *F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü* (Doktora Tezi) 118 s, Elazığ.

Winchester, J.A. and Floyd, P.A. (1977). Geochemical discrimination of different magma series and their differentiation products using immobile elements. *Chemical Geology,* 20, 325-343.

Yıldırım, N. (2008). Tekman-Pasinler (Erzurum) arasında yüzeyleyen ofiyolitik birimlerin jeolojisi ve petrografik özellikleri. *ÇÜ Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 91 s, Adana.

Yılmaz, A. (1982). Dumanlıdağı (Tokat) ile Çeltikdağı (Sivas) arasının temel jeoloji özellikleri ve ofiyolitli karmaşığın konumu. *Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, Rapor* No:7230, 164 s, Ankara.

Yılmaz, A., Uysal, Ş., Bedi, Y., Yusufoğlu, H., Havzaoğlu, T., Ağan, A., Göç, D. ve Adın, N. (1995). Akdağ masifi ve dolayının jeolojisi. *MTA Dergisi,* 117, 125-138.

Yılmaz, Y., Gürpınar, O., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M., Genç, Ş.C., Gürer, Ö.F., Elmas, A., Bozcu, M. ve Çalışkan, B.A. (1993). Tokat masifi ve yakın çevresinin jeolojisi. *Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Genel Müdürlüğü* Rapor No:3390, Ankara.

Zaccarini, F., Singh, A.K. and Garuti, G. (2016). Platinum group minerals and silicate inclusions in chromitite from the Naga-Manipur Ophiolite Complex, Indo-Myanmar Orogenic Belt, Northeast India. *The Canadian Mineralogist,* 54, 409-427.

Zortul. F. (1993). Tekke (Akınoğlu)-(Taşova –Amasya)yöresinin jeoloji incelemesi. *İÜ Fen Bilimleri Enstitüsü* (Yüksek Lisans Tezi), 52 s, İstanbul.



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel bilgiler

Adı Soyadı	Zeynep CUMERT
Doğum Yeri ve Tarihi	Adıyaman, 03.12.1987
Medeni Hali	Bekâr
Yabancı Dil	İngilizce
İletişim Adresi	Tire Linyit San. ve Tic. AŞ, İbn-i Melek Mah., Selçuk Cad., No: 12 Tire /İZMİR
E-posta Adresi	zynpcmrt@gmail.com

Eğitim ve Akademik Durumu

Lise	Adıyaman Erdemir Lisesi, 2006
Lisans	Cumhuriyet Üniv., Müh. Fak., Jeoloji Müh. Bölümü, 2012
	Cumhuriyet Üniv., Müh. Fak., Maden Müh. Bölümü, 2013

İş Tecrübesi

Tire Linyit San. Tic. AŞ, Vardiya Mühendisi

Üyelikler

TMMOB- Jeoloji Mühendisleri Odası

TMMOB- Maden Mühendisleri Odası