

T.C.

NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DÜNDARLI (NİĞDE) KUZEYBATISI OFİYOLİTİK KAYAÇLARIN
MİNERALOJİK-PETROGRAFIK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

SERKAN BÜLBÜL

T.C.
NİĞDE ÖMER HALİSDEMİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

DÜNDARLI (NİĞDE) KUZEYBATISI OFİYOLİTİK KAYAÇLARIN
MİNERALOJİK-PETROGRAFIK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN
İNCELENMESİ

SERKAN BÜLBÜL

Yüksek Lisans Tezi

Danışman

Dr. Öğr. Üyesi Ali TUMÜKLÜ

Mart 2019

Serkan BÜLBÜL tarafından Dr. Öğr. Üyesi Ali TÜMÜKLÜ danışmanlığında hazırlanan “DÜNDARLI (NİĞDE) KUZEYBATISI OFİYOLİTİK KAYAÇLARIN MİNEROLOJİK-PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ” adlı bu çalışma jürimiz tarafından Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Jeoloji Mühendisliği Ana Bilim Dalı’nda Yüksek Lisans tezi olarak kabul edilmiştir.

Başkan :  Prof. Dr. Mehmet ŞENER (Niğde Ömerhalisdemir Üniversitesi)

Üye :  Doç.Dr. Mustafa AKYILDIZ (Çukurova Üniversitesi)

Üye :  Dr. Öğr. Üyesi Ali TUMÜKLÜ (Niğde Ömerhalisdemir Üniversitesi)

ONAY:

Bu tez, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulunca belirlenmiş olan yukarıdaki jüri üyeleri tarafından/.../20.... tarihinde uygun görülmüş ve Enstitü Yönetim Kurulu’nun/.../20.... tarih ve sayılı kararıyla kabul edilmiştir.

...../...../20...

Doç. Dr. Murat BARUT
MÜDÜR

TEZ BİLDİRİMİ

Tez içindeki bütün bilgilerin bilimsel ve akademik kurallar çerçevesinde elde edilerek sunulduğunu, ayrıca tez yazım kurallarına uygun olarak hazırlanan bu çalışmada bana ait olmayan her türlü ifade ve bilginin kaynağına eksiksiz atıf yapıldığını bildiririm.

(İmza)

(Serkan BÜLBÜL)

ÖZET

DÜNDARLI (NİĞDE) KUZEYBATISI OFİYOLİTİK KAYAÇLARIN MİNERALOJİK - PETROGRAFİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

BÜLBÜL, Serkan

Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi

Fen Bilimleri Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği AnaBilim Dalı

Danışman

:Dr. Öğr. Üyesi Ali TÜMÜKLÜ

Mart 2019, 88 sayfa

Bu çalışmada incelenen alanlarda yer alan ofiyolitik kayaçlar ve krom oluşumları detaylı olarak incelenmiştir. Çalışma alanındaki ofiyolit başlıca, peridotit ve gabroyik kökenli serpantinleşmiş kayaç grubundadır. İnceleme alanında masif, bantlı, saçınımlı, nodüler ve karışık cevher tip kromit oluşumları gözlenmiştir. Kromitlerin bozuşması ile kristallerin etrafında, kırık ve çatlaklarda manyetitleşmeler tespit edilmiştir. İnceleme alanından alınan örnekler üzerinde yapılan XRF analizleri sonucunda % Cr_2O_3 %2,47 - %44,53, % SiO_2 ise %5.33-%37,38 arasındadır. % Cr_2O_3 ile % SiO_2 arasında negatif bir ilişki vardır. Çalışma alanındaki kromit cevherinde bulunan kırık ve çatlakların, listvenitleri oluşturan sıvılar tarafından etkilendiği anlaşılmıştır. Au kristali de bu etkileşimin ürünüdür.

Anahtar kelimeler: Ofiyolit, kromit oluşumları, petrografi, Ballık Tepe Ofiyoliti

SUMMARY

INVESTIGATION OF MINERALOGICAL - PETROGRAPHICAL AND GEOCHEMICAL PROPERTIES OF OPHIOLITIC ROCKS IN NORTHWEST OF DÜNDARLI (NİĞDE)

BÜLBÜL, Serkan

Niğde Ömer Halisdemir University

Graduate School of Natural and Applied Sciences

Department of Geology Engineering

Supervisor : Assistant Professor Ali TÜMÜKLÜ

March 2019, 88 pages

In this study, ophiolitic rocks and chromium formations in the studied areas were investigated in detail. The ophiolite in the study area is mainly in the serpentinized rock group of peridotite and gabbroic origin. In the study area, massive, banded, scattered, nodular and mixed ore type chromite formations were observed. Magnetites have been detected around the crystals and fractures and cracks with the alteration of chromites. As a result of XRF analysis performed on samples taken from the study area, % Cr_2O_3 is between 2,47% - 44,53% and SiO_2 is between 5,33% and 37,38%. There is a negative relationship between % Cr_2O_3 and % SiO_2 . The fractures and cracks found in the chromite ore in the study area were found to be affected by the fluids forming the listvenites. Au crystal is the product of this interaction.

Keywords: Ophiolite, chromite formations, petrography, Ballık Tepe Ophiolite

ÖN SÖZ

Bu çalışma Niğde İl'inin kuzeybatısında bulunan ofiyolitik kayaçların incelemesi için yapılmıştır. İnceleme alanında yer alan ofiyolitik kayaçlar ve kromit oluşumları detaylı bir şekilde incelemeye çalışılmıştır. Bu kapsamda arazi, laboratuvar ve ofis çalışmaları yapılmıştır. Bu çalışmaların gerçekleşmesinde katkıda bulunan Dr. Öğretim Üyesi Ali TÜRÜKLÜ' ye ve ince ve parlak kesitlerin incelenmesinde yardımlarını esirgemeyen Prof. Dr. İbrahim ÇOPUROĞLU'na teşekkür ederim.



İÇİNDEKİLER

ÖZET	iv
SUMMARY	v
ÖN SÖZ	vi
İÇİNDEKİLER DİZİNİ	vii
ÇİZELGELER DİZİNİ	x
ŞEKİLLER DİZİNİ	xi
FOTOĞRAFLAR DİZİNİ	xii
SİMGE VE KISALTMALAR	xiv
BÖLÜM I GİRİŞ	1
1.1 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu	4
1.2 Çalışma Alanına Ulaşım	5
1.3 Çalışma Alanının Yeri	5
BÖLÜM II ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	7
BÖLÜM III MATERYAL VE METOD	11
3.1 Arazi Çalışmaları	11
3.2 Laboratuvar Çalışmaları	11
3.2.1 Mineralojik – petrografik laboratuvar çalışmaları	13
3.2.1.1 SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)	15
3.2.2 Jeokimyasal laboratuvar çalışmaları	15
3.2.2.1 X-ışınları floresans spektrometresi (XRF)	15
3.3 Büro çalışmaları	16
BÖLÜM IV OFİYOLİTLER VE OFİYELİTLERE BAĞLI KROMİT YATAKLARI	17
4.1 Ofiyolit Tanımı	17
4.1.1 Metamorfik dilim	18
4.1.2 Ofiyolitik melanj	19
4.2 Ofiyolit Tipleri	19
4.3 Ofiyolitlerle İlişkili Maden Yatakları	20

4.3.1 Kromit minerali.....	20
4.3.2 Kromit yatakları.....	22
4.3.2.1 Stratiform kromit yatakları.....	22
4.3.2.2 Podiform kromit yatakları.....	22
4.3.2.3 Tektonitler içerisinde kromit kütlelerinin oluşumu	24
4.4 Kromitin Üretim Yöntemleri	24
4.5 Kromun Kullanım Alanları.....	25
4.6 Türkiye'deki Kromit Yatakları	26
BÖLÜM V BÖLGENİN GENEL JEOLJİSİ.....	28
5.1 Niğde Grubu	28
5.1.1 Gümüşler formasyonu	30
5.1.2 Kaleboynu formasyonu	33
5.1.3 Aşığediği formasyonu.....	33
5.2 Listvenit	34
5.3 Ballık Tepe Ofiyoliti.....	35
5.4 Mavraş Kireçtaşı	37
5.5 Çamtepe Kongloması.....	38
5.6 Çukurbağ Formasyonu.....	38
5.7 Ürgüp Formasyonu	40
5.7.1 Kızılkaya ignimbiriti.....	40
5.8 Çatalca Kongloması.....	41
5.9 Alüvyon	42
5.10 Yamaç Molozu	42
BÖLÜM VI ARAŞTIRMA BULGULARI	43
6.1 Maden Jeolojisi.....	43
6.1.1 Lokasyon 1	43
6.1.2 Lokasyon 2.....	45
6.1.3 Lokasyon 3	47

6.1.4 Lokasyon 4	48
6.1.5 Lokasyon 5	49
6.1.6 Kromit cevher tipleri	50
6.1.6.1 Masif kromit cevheri.....	50
6.1.6.2 Bantlı kromit cevheri	52
6.1.6.3 Saçınımlı kromit cevheri.....	54
6.1.6.4 Nodüler kromit cevheri	55
6.1.6.5 Karışık tip kromit cevheri	57
6.2 Mineraloji - Petrografi	58
6.2.1 Mineralojik – petrografik incelemeler	58
6.2.2 Kromit cevher çalışması	60
6.2.2.1 Cevher mikroskop incelemeleri	60
6.2.3 Elektro mikroskop çalışması (SEM).....	64
6.3 Jeokimyasal Analizler.....	66
6.3.1 Analiz sonucu oluşturulan ikili diyagramlar	69
BÖLÜM VII SONUÇLAR.....	80
KAYNAKLAR	82
ÖZ GEÇMİŞ	88

ÇİZELGELER DİZİNİ

Çizelge 4.1. Krom Elementinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri	21
Çizelge 4.2. En önemli Cr cevheri minerali kromit ve diğer bazı Cr içeren mineraller..	21
Çizelge 4.3. Stratiform ve Podiform Tipteki Kromit Yataklarının ekonomiklik ve endüstriyel açıdan karşılaştırılması	23
Çizelge 4.4. Kromit cevherin Cr/Fe oranını, % oksit değerini ve kullanım yerleri.....	25
Çizelge 6.1. Kromit cevheri XRF analizi sonucunda elde edilen ana oksit oranları(%)	67
Çizelge 6.2. Kromit cevheri XRF analizi sonucunda elde edilen iz element değerlerinin gösterimi (ppm).	68
Çizelge 6.3. Kromit ve olivin minerallerinde ana oksit ve iz element gösterimi.	69

ŞEKİLLER DİZİNİ

Şekil 1.1. Günümüzde Dünya üzerinde yer alan ofiyolitlerin dağılımı	2
Şekil 1.2. Türkiye’de ofiyolitlerin coğrafik olarak 3 kuşak dağılımını gösteren haritası .	3
Şekil 1.3. İnceleme alanın yer bulduru haritası	6
Şekil 4.1. Okyanus kabuğu ve eksiksiz ofiyolit dizisinin karşılıklı görünümü	18
Şekil 4.2. Harzburjit (Semail-Umman Ofiyoliti) ve Lertzolit (Trinity Amerika B.D) tipi ofiyolitlerin	19
Şekil 4.3. Peridotitlerin içerisine konumlanmış podiform tipli kromit mercek şekillerinin görünümü	23
Şekil 4.4. Türkiye krom yataklarının coğrafik olarak 6 alana ayrılmıştır.....	27
Şekil 5.1. Çalışma alanı jeoloji haritası	29
Şekil 5.2. Niğde masifi’nin genelleştirilmiş stratgrafik sütün kesiti.....	32
Şekil 6.1. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	70
Şekil 6.2. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	71
Şekil 6.3. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	72
Şekil 6.4. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	73
Şekil 6.5. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	74
Şekil 6.6. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	76
Şekil 6.7. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	77
Şekil 6.8. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	78
Şekil 6.9. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr ₂ O ₃ ve % SiO ₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları	79

FOTOĞRAFLAR DİZİNİ

Fotoğraf 1.1. Çalışma alanının Google Earth programındaki görüntüsü.....	4
Fotoğraf 3.1. Arazide alınan örnek numunelerin zemin laboratuvarında kesilme işlemleri	12
Fotoğraf 3.2. Kesilme işleminden sonra ince kesit için hazırlanan örnek numuneleri ...	13
Fotoğraf 3.3. Hazırlanan numunelerin Niğde Ömer Halisdemir üniversitesi araştırma laboratuvarında karbonla ile kaplanması	14
Fotoğraf 3.4. Niğde Ömer Halisdemir üniversitesi merkezi araştırma laboratuvarında bulunan SEM cihazının görünümü.....	14
Fotoğraf 3.5. Aksaray üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve araştırma merkezindeki dalga boyu dağılımlı X Işını Floresans Spektrometresi.....	15
Fotoğraf 5.1. Ballık Tepe ofiyoliti ve Gümüşler formasyonu	30
Fotoğraf 5.2. İnceleme alanındaki bulunan Lisvenit	35
Fotoğraf 5.3. Ballık Tepe ofiyolitinde işletme amacı ile açılmış yarma.....	36
Fotoğraf 5.4. Sulucaova köyü civarında Mavraş kireçtaşlarının genel görünümü	38
Fotoğraf 5.5. İnceleme alanındaki Ballık Tepe Ofiyoliti ile Çukurbağ formasyonu	39
Fotoğraf 5.6. Dikilitaş köyü civarında bulunan Kızılkaya İgnimbiriti	41
Fotoğraf 6.1. Dikilitaş köyünün Güneydoğu istikametinde işletme amacı ile açılmış yarma, koyu renkli olanlar cevher acık renkli olanla olivinlerdir.	44
Fotoğraf 6.2. Cevher içerisindeki dünit podları	44
Fotoğraf 6.3. Ballık Tepe’de açık işletme amacı ile açılmış ocak	46
Fotoğraf 6.4. İnceleme alanında görülen düşey atımlı obrik atımlı faylar (a,b ve c). ...	47
Fotoğraf 6.5. Kare ve küp şeklinde kırıklara ayrılmış harzburjit.....	48
Fotoğraf 6.6. Peridotitler içerisinde oluşan manyezitleşme	49
Fotoğraf 6.7. Ballık Tepe’nin güneyinde bulunan açık ocaktaki peridotitler içerisine yerleşen gabro dayk, kırmızı kare ile sınırlandırılış alan pişme zonunu göstermektedir	50
Fotoğraf 6.8. Çalışma alanındaki masif kromit cevher örneği	51
Fotoğraf 6.9. Çalışma alanında küçük ölçekli merceğimsi yapıdaki kromitler	51

Fotoğraf 6.10. Çalışma alanında alanındaki cevher örneğinin kenarlarında meydana gelen manyezitleşme.....	52
Fotoğraf 6.11. Çalışma alanında gözlenen bantlı kromit cevher örneği.....	53
Fotoğraf 6.12. Çalışma alanında gözlenen bantlı kromit cevher örneği.....	53
Fotoğraf 6.13. Çalışma alanında bantlı kromit cevher örneği	54
Fotoğraf 6.14. Çalışma alanından alınan saçınımlı kromit örneği	55
Fotoğraf 6.15. Çalışma alanından alınan saçınımlı kromit örneği	55
Fotoğraf 6.16. Çalışma alanında bulunan nodüler cevher örneği görünümü (Sarımsı olan kayaç serpantinize dönüştür).	56
Fotoğraf 6.17. Çalışma alanında bulunan Nodüler kromit cevher örneği	56
Fotoğraf 6.18. Çalışma alanında bulunan Nodüler kromit cevher örneği	57
Fotoğraf 6.19. Çalışma alanında bulunan karışık tip cevher örneği	57
Fotoğraf 6.20. A-B-C. Olivinlerin tamamına yakını serpantinize olarak, kayaç serpantinize dönüşmüştür. Relikt olarak olivinler çok az izlenmektedir. ağsal-meç dokusuna sahiptir	59
Fotoğraf 6.21. Kromit Cevheri içerisindeki kalsiyumun tekrardan $CaCO_3$ olarak çökmesi sonucu meydana gelen damar yapılı kalsit dolgusu	60
Fotoğraf 6.22. Tektonizma sonucu kromit kristalleri parçalanma ile kataklastik bir yapı kazanmıştır.	61
Fotoğraf 6.23. Tektonizma sonucu kromit kristallerinde 2 yönlü gelişen kırık sistemleri	62
Fotoğraf 6.24. a-b. kromit kristalleri içerisinde görülen muhtemelen slikat yapısında mikron boyutunda inklüzyonlar	63
Fotoğraf 6.25. Kromit kristalleri arasında hidrotermal bir getirimle gelmiş olabileceği düşünülen nabit altın tanesi.....	64
Fotoğraf 6.26. Masif cevherin Elektron Mikroskopunda genel görünümü	65
Fotoğraf 6.27. Kromit cevherinde gözlenen mikro faylar.	65
Fotoğraf 6.28. Kromit cevherinde gözlenen çek-ayır (pull-apart) yapıları	66

SİMGE VE KISALTMALAR

Simgeler

μ

Açıklama

Mikron

Kısaltmalar

MTA

PGE

GPS

SEM

XRF

HOT

LOT

Kg

DPT

D

K

G

KD

My

GD

C

M

Açıklama

Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü

Platin Grubu Elementler

Global Pointing Sytems

Taramalı Elektron Mikroskobu

X ışını Floresans Spektrometresi

Harzburjitik Tipi Ofiyolit

Lertzollitik Tipi Ofiyolit

Kilogram

Devlet Planlama Teşkilatı

Doğu

Kuzey

Güney

Kuzeydoğu

Milyonyıl

Güneydoğu

Karbon

Metre

BÖLÜM I

GİRİŞ

Ülkelerin gelişmesinde ve buna bağlı olarak insan yaşamının ihtiyaçlarının karşılanması ve konforunun artırılmasında yer altı kaynakları önemli bir yer tutmaktadır. Bu anlamda gelişmekte olan ülkeler grubunda yer alan ülkemiz yer altı kaynaklarını doğru kullanabilmek için bu kaynakların doğal ortam oluşumlarının iyi araştırılarak anlaşılması gerekmektedir. Jeoloji bilimi ve özellikle jeoloji biliminin ana bilim dallarından birisi olan Maden Yatakları ve Jeokimya konusu bu anlamda önem kazanmaktadır.

Yer altı kaynaklarının doğru bir şekilde anlaşılması hem ekonomik jeoloji, hem de çevre jeolojisi anlamında önemli bir yere sahiptir. Jeolojik anlamda yer altı kaynaklarımızı metalik madenler, endüstriyel hammaddeler, fosil yakıtlar (petrol, kömür, doğalgaz) ve yapı endüstrisinde kullanılan kayaç grupları olarak bölümlere ayırmak mümkündür.

Bu tez kapsamında çalışılan kromit cevheri metalik maden yatakları bölümüne girmektedir. Türkiye kromit cevheri rezervi ve üretiminde Dünya'da önemli bir yere sahiptir. Ülkemiz uzun süredir Dünya kromit üretiminde Güney Afrika'dan sonra Kazakistan ile birlikte 2.ve 3. sırayı zaman zaman paylaşmaktadır.

Güney Afrika kromit üretiminde ilk sırada yer almasına rağmen üretilen cevherin Cr/Fe rasyo değeri metalürjik krom için uygun değildir. Türkiye ve Kazakistan'daki ofiyolitler içerisindeki kromitlerin Cr/Fe rasyo değerleri metalürjik krom cevheri için uygundur. Bu anlamda Türkiye gibi benzer yatak tipine sahip ülkelerde kromit cevheri önem kazanmaktadır.

Türkiye'de bulunan ve şimdiye kadar tespit edilen kromit cevherlerinin tamamı ofiyolitler içerisindeki podiform veya alpin tip olarak bilinen yatakların içerisinde yer almaktadır.

Ofiyolit, okyanusal kabuğun plaka tektoniğine göre, kıtasal kabuk üzerindeki bölümleridir. Bundan dolayı ofiyolitik kayaçlar jeolojik perspektifte önemli bir yere sahiptir. Okyanusal kabuk üzerinde örnekleme ve diğere çalışmaların oldukça yüksek teknoloji ve donanım gerektirmesi nedeniyle okyanusal kabuk hakkında yeterince bilgiye sahip değiliz. Ofiyolitler ekonomik jeoloji anlamında önemli bir yere sahiptir.

Günümüzde Dünya üzerindeki ofiyolitlerin dağılımı genel olarak Kuzey Amerika Kıtasının Batı kesimi, Güney Amerika kıtasının iç kesimleri, Asya kıtasının Ural Dağları kesimi ile Doğu kesiminde ve Batı Avrupa'dan başlayıp, Hindistan ve Avustralya'nın kuzeyinde ki adalara kadar uzanan geniş bir coğrafyada yer almaktadır (Şekil1.1).



Şekil 1.1. Günümüzde Dünya üzerinde yer alan ofiyolitlerin coğrafik dağılımı (Harlow ve Sorensen, 2005)

Ofiyolitlerin araştırılması ekonomik yönden oldukça önemli sonuçlar ortaya çıkarmıştır. Ofiyolitlere bağlı olarak oluşan ekonomik değerleri maden yatakları ve endüstriyel hammadde olarak ikiye ayırmak mümkündür. Maden yatakları ve endüstriyel hammaddeleri de birincil ve ikincil yapıda oluşanlar olarak ayrılırlar.

Buna göre; birincil olarak oluşan maden yatakları kromit, PGE (Platin Grubu Elementler; Pt, Os, Ir, Ru, Rh ve Pd), Cu, Co, Ni ve Ti yatakları örnekleri verilebilir. İkincil süreçlerde listvenitleşme sonucu ekonomik değer taşıyan Au yatakları örnektir.

Ofiyolitlere bağlı olarak endüstriyel hammaddelerde birincil yapıda oluşan olivin en iyi örnektir. İkincil süreçlerde oluşan serpantinleşmeye bağlı asbest ve talk örnekleri günümüzde giderek önem kazanmaktadır. Ayrıca yapılarda ve yol yapımında kullanılan bazalt kayacı diğer önemli unsurları oluşturmaktadır. Türkiye ve etrafındaki ofiyolitler Şekil 1.2’de görüldüğü gibi üç kenet kuşaağı ile bağlantılıdır.

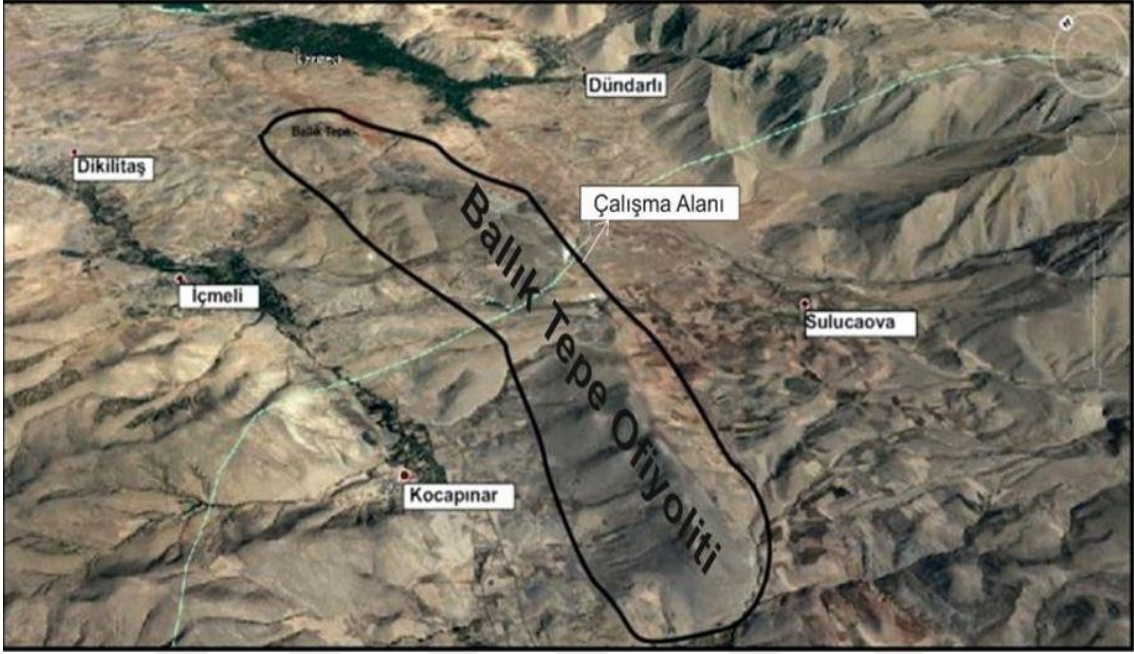


Şekil 1.2. Türkiye’de ofiyolitlerin coğrafik ve 3 kuşak olarak dağılım haritası (Juteau,1980)

Türkiye’nin kuzeybatısın’da Kretase yaşı olduğu tahmin edilen ofiyolitler İntro-Pontid kenet kuşaağı içinde yer alırlar. Daha güneyinde bulunan eksikli bir dizi gösteren ofiyolitler İzmir-Ankara-Erzincan kenet kuşaağının kuzey sınırında yer alırlar. Bu ofiyolitler tektonik dokanak sonucu yüksek basınç/düşük sıcaklık metamorfizmasına uğramış melanj ve Anadolu kıtasal levhasını üzerler (Eşkişehir, Sivrihisar, Konya bölgeleri). Türkiye’nin kuzeydoğusundaki ofiyolitler güneye ve kuzeye doğru Avrasya levhasının Pontid aktif kıta kenarına yerleşir. İzmir-Anakara-Erzincan kenet kuşaağının güney kesiminde ise, batıda Menderes masifini üzerleyen ofiyolitler ve daha doğusunda Kırşehir masifini üzerleyen ofiyolitler (Çiçekdağ, Sarıkaraman) yer alır.

Orta Anadoluda bulunan ofiyolitlerin birazının yeri hala tartışmalı olan İç Toros kenet kuşaağı (Pozantı, Alihoca, Mersin, Beyşehir, Pınarbaşı) ile bağlantılıdır. Ülkemizin güneydoğusundaki ofiyolitler (İsperende, Koçali, Guleman, Berit-Göksün ve Hatay) Neotetis’in güney koluyla bağlantılıdır. Antalya (Tekirova) ve Troodos (Kıbrıs) ofiyolitleride bu kuşakta yer alır (Robertson ve Parlak, 2009).

Bu tez çalışmasında Niğde KD'sunda Dikilitaş, Dünderlı, İçmeli ve Sulucaova köyleri arasında yer alan ve önceki çalışmalarda Ballık Tepe Ofiyoliti olarak adlandırılan kayaç grubu içerisindeki kromit cevherinin metalojenik özelliklerinin belirlenmesi amaç edilmiştir. (Fotoğraf 1.1).



Fotoğraf 1.1. Çalışma alanının Google Earth programındaki görüntüsü

1.1 Çalışma Alanının Coğrafik Konumu

Çalışma alanı ise Niğde ilinin güneyinde Bolkardağları ile Mersin, güneydoğusu ve doğusunda Aladağlar'ın oluşturduğu sınırlar arasında yer almaktadır.

Çalışma alanında yer alan dere ve ırmaklar, kış aylarında genellikle akar durumda olup yazları debisi azalan ve kuruyan küçük derelerden ibarettir. İnceleme alanında tipik İç Anadolu'ya has bozkır yapısına özgü karasal iklim etkilidir. Bu iklim sonucu yaz ayları kurak ve sıcak, kışları soğuk ve yağışlı geçmektedir. Kışın kar şeklinde yağışlar ilkbaharda yerini yağmura bırakmaktadır.

Çalışma alanı etrafı yükseltisi fazla olan dağlarla çevrili olmasından dolayı kuzeyden gelen rüzgârları etkili olamamaktadır. Bu durumda bölgede daha çok yağışın etkili

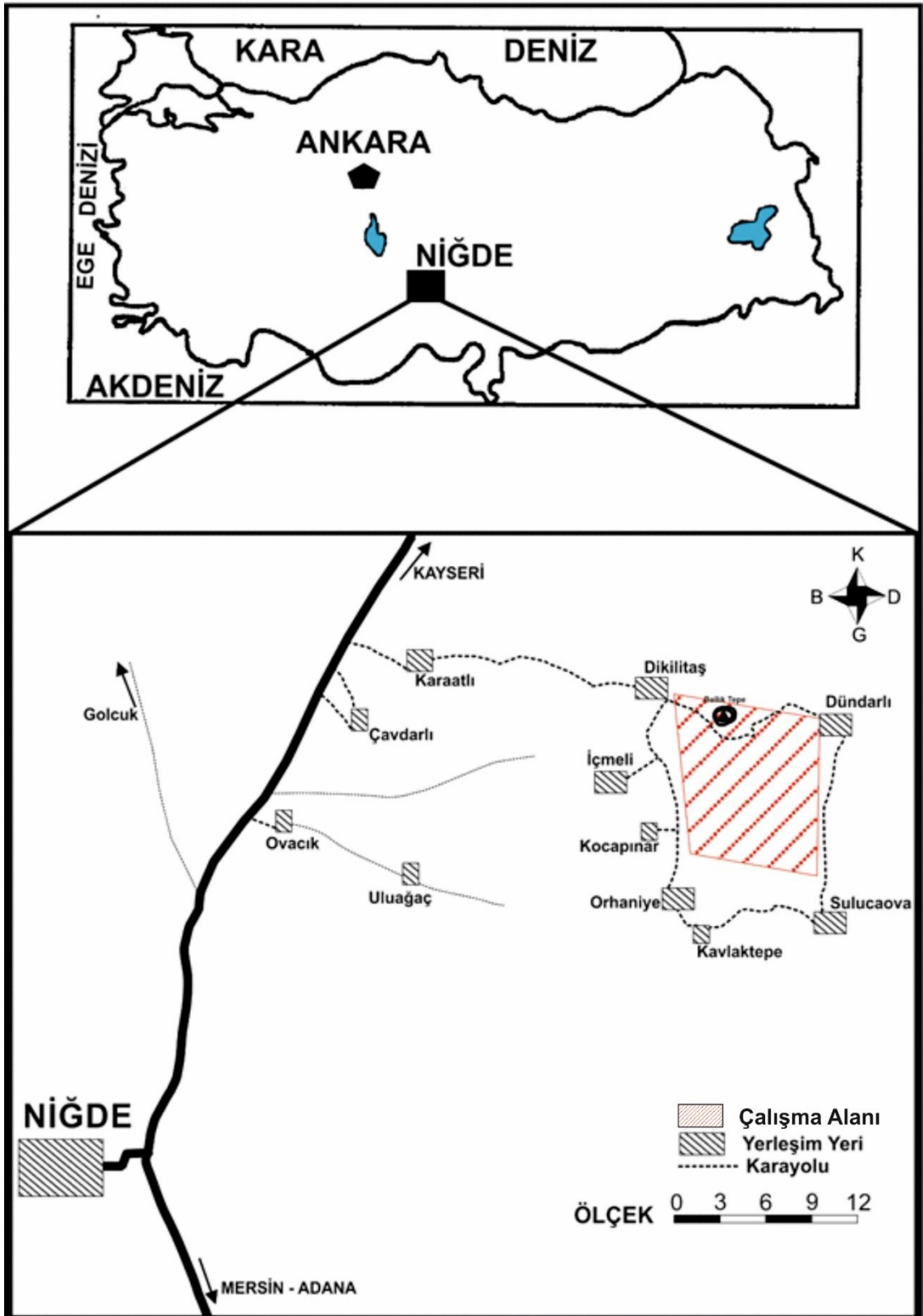
olmasına sebep olmaktadır. Önemli bitki örtüsü ise çalışma alanının güney bölgesinde bulunan Toros Dağlarındaki ormanlık alanlardır.

1.2 Çalışma Alanına Ulaşım

Ulaşım her mevsim asfalt olan yollar sayesinde mümkündür. Niğde – Kayseri karayolu kullanılarak Kayseri istikametinde ~24 km ilerlendikten sonra doğuya dönülerek ~18km daha gidilerek Dikilitaş Köyüne ulaşılır. Dikilitaş köyünden diğer köylere ulaşım asfalt yolla sağlanmaktadır. Çalışma alanında bulunan ocaklara ulaşım ise stabilize yollardan sağlanmaktadır.

1.3 Çalışma Alanının Yeri

Çalışılan alan; Niğde – Kayseri karayolundan 18 km içeride bulunan Dikilitaş Köyü ile başlayıp doğuda Dünderli, Güneydoğusunda Sulucaova, Kuzeybatısında Orhaniye, batısında İcmeli köyleri ile sınırlanan alan olup, 1/25000 ölçekli L34-d3 ve L34-d4 paftasında yer almaktadır (şekil 1.3).



Şekil 1.3. İnceleme alanı yer bulduru haritası

BÖLÜM II

ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Blumenthal (1941), Niğde ve Adana illeri arasındaki Torosların jeolojisini çalışarak Niğde Civarındaki açık renkli biyotitli andezit ile tuf ve aglomeraları adlandırmıştır. Bölgenin Doğusunda Neojen örtüsü altında kalan Niğde kompleksi ile güneyde Eosen yaşlı flişleri tanımlamıştır.

Okay (1954), Kayseri-Niğde ve Tuz gölü arasındaki bölgeyi çalışarak bölgenin temelini kristalen şist ve derinlik kayaçları ile Permokarbonifer yaşlı siyah, mavimsi siyah ve koyu gri renkli kalkerlerin oluşturduğunu belirtmiştir. Bu seri üzerinde trasgresif olarak bulunan, Eosen yaşlı tabakalar ile Oligosen yaşlı konglomera, kil, marn, kalker bantları, jips ve tüm bu seri üzerine diskordans olan Neojen yaşlı tüfit, kumlu, kil konglomera ve tatlı su kalker bantlarını tanımlamıştır. Bölgede gelişen altı farklı mağmatizmadan söz etmiştir.

Abdülselamoğlu (1962), Kayseri - Adana illeri arasındaki Doğu Toroslar'ın jeolojisini çalışarak bölgede tabanı görülmeyen mika şist, serisit şist, kalkşist ve mermerden oluşan metamorfik bir seri tanımlamıştır. Sulucaova Köyü'nün batısında serpantinler üzerine transgresif olarak gelen Alt Lütésiyan yaşlı kalkerler ile Dikilitaş Köyü çevresinde Neojene ait lav, tuf, kumlu killi gevşek kalkerlerden bahsetmiştir.

Ketin (1965), Orta ve Batı Anadolu Kristalen Masifi, metamorfik serilere bağlı gelişen ofiyolitli fasiyesleri, serpantin ve radyolaritli Üst Kretase birimleri ve bunları diskordans olarak örten Tersiyer birimlerini Anatolidler içine dâhil etmiştir.

Beekman (1966), Hasandağı-Melendizdağı-Keçiboyduran alanlarındaki Pliyosen ve Kuvaterner volkanizması üzerinde çalışmalar yapmıştır. İgnimbritlerin yerleşimini ve oluşum sebeplerini Tuz Gölü'nün doğusunda bulunan faylanma ile ilişkilendirmiştir. riyodasitik lavların ortaya çıkması sonucu ignimbrit volkanizmasının devrinin kapandığını belirtmiştir. Bu oluşumu andezit-hornbled bazaltlarının takip ettiğini, bazalt volkanizmasıyla olivinli bazalt akıntıları ile son bulduğunu ileri sürmüştür.

Demirtaşlı vd. (1973), Bolkardağı' nın jeolojisini çalışarak bölgenin kuzeyinde Ereğli – Ulukışla havzasında Bolkar Birliği, güneyde Ayrancı havzasında Orta Toros Birliğini ayırtlamıştır. Bolkar grubu kayaları üç formasyona ayırmış ve yaşlarının Permiyen ile Üst Kretase arasında değiştiğini belirtmiştir. Bölgedeki bazik intrüzif kayaları, ofiyolitleri ve ofiyolit melanjları ayırmış ve ofiyolit melanjların farklı havzalardaki bulunuş şekillerini açıklamıştır.

Yetiş (1978), Çamardı ve çevresinin 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlayarak Alt Paleozoyik yaşlı Niğde Metamorfitlelerini, bu birim üzerine diskordansla gelen Ulukışla Grubu ve Lütésiyen yaşlı denizel kırıntılı çökellerden oluşan Kaleboynu Formasyonu ile karasal çökellerden oluşan Oligosen yaşlı Çukurbag Formasyonunu ve Kuvaterner yaşlı Çatalca çakıltaşını tanımlamıştır.

Tekeli (1980), Aladağ ofiyolit dizisindeki diyabaz dayklarının kökeninin ofiyolit yerleşmesinden önce, metamorfizma şiddetinin az olduğu okyanusal bir ortamda geliştiğini ileri sürmüştür.

Göncüoğlu (1977, 1982, 1985), Niğde çevresinin jeolojisini çalışarak bölgede ilk kez Niğde Masifini tanımlamıştır. Niğde Masifini oluşturan metamorfik kayaları Gümüşler formasyonu, Kaleboynu formasyonu, Aşıgediği formasyonu ile bu formasyonun üzerine ofiyolitli bir karmaşığın geldiğini ve Niğde Masifinin Üçkapılı Granodiyorit sokulumu tarafından kesildiğini belirtmiştir. Niğde Masifi içinde Gümüşler Formasyonundan alınan paragnaylardaki zirkonların U / Pb yöntemiyle radyoaktif yaş tayini yaparak birimin mağmatik bir kayaktan kırıntı sağladığını ve yaklaşık 2000 ? my. yaşında olduğunu ileri sürmüştür.

Yetiş ve Demirkol (1984), Ecemiş fay kuşağının Paleosen'den beri aktifliğini koruduğunu ve bu fay kuşağının Paleosen'den beri bugünkü özelliğine sahip olduğunu belirtmiştir.

Oygür vd. (1985), Niğde Masifinin kuzey kesiminde ki kaya türlerini tanımlayarak stratigrafik dizilimini yapmıştır. Ayrıca bölgedeki demir cevherleşmelerinin hidrotermal kökenli olduğunu belirtmiştir.

Göncüoğlu (1986), Orta Anadolu Masifinin güney ucundaki Niğde grubu kayaları kesen üç kapılı Granaodiyoritinde Rb/S analizi yaparak Orta Anadolu Masifinde diğer radyoaktif yaşlarla karşılaştırmış, metamorfizma evresi ve ofiyolitinin yeileşme yaşını tespit etmiştir.

Atabey vd. (1986), Niğde - Ulukışla - Çamardı – Çiftehan yöresinin jeolojisini çalışarak kaya türlerinin oluşum ortamı, litolojik, tektonik, stratigrafik özellikleri dikkate alınarak 1/25000 ölçekli jeoloji haritasını hazırlamıştır.

Ayhan vd. (1986), Gölcük (Misli), Derinkuyu, Sulucaova civarının jeolojisini çalışarak bölgede metamorfik kayalar ve gölsel sedimanter volkanosedimanter, volkanikler ve güncel oluşuklukları ayırtlayarak haritalamıştır. Metemorfik ve plütonik kayalarla Sulucaova formasyonu arasında, Sulucaova formasyonu ile Tepeköy arasında genç bazalt ve andezitlerle, traverten ve alüvyon arasında üç önemli diskordansın varlığını tespit etmiştir.

Göncüoğlu vd. (1991), çalışmalarında Orta Anadolu'nun batı bölümünü çalışarak Niğde Metamorfitlerini üç formasyona ayırmıştır. Niğde Metamorfitlerinin olası Alt Paleozoyik - Alt Kretase yaşlı bir kıtasal kabuğu temsil ettiğini Mesozoyik boyunca bir platform özelliği sunduğunu, Mesozoyik sonunda önce derinleştiğini ardından sıkışarak kalınlaştığını ve çok evreli deformasyon ve metamorfizma geçirdiğini metamorfizmanın kısmi ergime koşullarına ulaştığını saptamıştır.

Demircioğlu (2001), Çamardı (Niğde) bölgesinin jeolojisi ve yapısal özelliklerine göre; masife ait orta-yüksek dereceli, gnays, mermer, kuvarsit gibi kayalar, Kaledoniyen, Hersiniyen, Alpin orojenezinden etkilendiği için çok kıvrımlı ve kırıklı yapı kazandığını belirlemiştir.

Gautier vd. (2002), Niğde Masifi üzerinde yaptıkları çalışmalarda, Eosen öncesi yüzeylemenin jeolojik kanıtlarını ortaya koymuşlardır.

Alkazak (2003), Ballık Tepe Ofiyoliti içinde yaptığı çalışmalarda serpantinit, harzburjit, gabro, rodonjitik gabro, diyabaz ve klinopiroksenitleri tanımlayarak Ballık Tepe Ofiyolitinin okyanus kabuğunun 3. ve 4. katını temsil ettiğini doğrulamıştır.

Whitney vd. (2003), Niğde Masifine ait kayaçlarda yaptıkları çalışmalarda, bölgesel metamorfizma ve deformasyon evreleri ile Üçkapılı granodiyoritinin yerleşim mekanizmasını ve yaşını belirlemişlerdir.

Fayon ve Whitney (2007), Niğde Masifi' nin metamorfik kayalarının 17-9 Ma, 40-50 milyon yıllık Miyosen AFT (Apatit fisyon pisti) yaşlarına sahip olduğunu, kayaçların yaklaşık 60-45 Ma' da Dünya yüzeyine açılma zamanlamasından daha genç olduğunu belirtmişlerdir.

Whitney vd. (2007), çalışmalarında ise, doğrultu atımlı fay zonları arasındaki bölgede kalan Niğde Masifi' ni, sıcaklık-deformasyon özelliklerine göre incelemişlerdir. Niğde Masifinde gözlenen bölgesel metamorfizmanın, diğer masiflerle (Kırşehir vb.) aynı zamana karşılık geldiğini ancak, deformasyon stillerinin diğer masiflerden ayrıldığından bahsetmişlerdir.

Gautier vd. (2008), Orta Anadolu kristalinin güney ucunu oluşturan Niğde Masifi' nin, iki yapısal unsurdan oluştuğunu, alt kesiminin, migmatitler tarafından dom yapısı kazandırılmış bölüm olduğunu, üst kesimin ise daha düşük metamorfizma gösteren metamorfitlerden oluştuğundan bahsetmişlerdir.

Idleman vd. (2014), çalışmalarında, Niğde Masifi 'ne ait kayaçlardan alınan, muskovit ve alkali feldispatlar üzerinde yapılan, $40\text{Ar}/39\text{Ar}$ analizlerine göre, masifin gömülme ve yüzeyleme yaşları belirlenmiştir. Masifin ilk yüzeylemesinin Paleojen öncesi olduğunu ve Masif ve Paleojen yaşlı birimlerin, tekrar gömülmeye uğradığını ve yeşil şist fasiyesinde metamorfizma geçirdiklerini belirtmişlerdir.

BÖLÜM III

MATERYAL VE METOD

Yüksek lisans tezi olarak yapılan bu çalışma üç aşamada gerçekleştirilmiştir. Bunlar;

- ❖ Arazi çalışmaları,
- ❖ Laboratuvar çalışmaları,
- ❖ Büro çalışmaları

Şeklinde olup, aşağıda bu çalışmaların detayları verilmektedir.

3.1 Arazi Çalışmaları

Arazi çalışmaları, 2013 - 2015 yaz aylarında yapılmıştır. Bu çalışma kapsamında önceki çalışmacılar tarafından yapılan bölgenin jeoloji haritaları temel alınmıştır. Arazi çalışması sırasında GPS (Global Pointing Sytems), jeolog çekici, pusula ve dijital fotoğraf makinası araçlarından yararlanılmıştır. Ocak ve mostrada kromit cevherleri ile yan kayaçların arasındaki ilişkinin araştırıldığı arazi çalışmalarında; petrografik ve jeokimsayal incelemeler için yeri temsil etmesine özen gösterilerek numune alınmıştır.

Çalışılan alanda bulunan jeolojik yapıların özellikleri, sahada halen işletilen ve kapanmış krom ocakları birlikte incelenerek buralardan koordinatlı örnek numune alınarak fotoğraf çekimleri yapılmıştır.

3.2 Laboratuvar Çalışmaları

Çalışma alanında yapılan arazi çalışmalarında gerekli görülen yerlerden 20 adet kayaç ve 25 adet cevher numunesi alınmıştır. Alınan numuneler hava almayacak şekilde etiketleri doldurularak numune torbalarına konulmuştur. Alınan örnekler üzerinde mineralojik-petrografik, SEM ve jeokimyasal (XRF yöntemi ile) çalışmaları yapılmıştır.

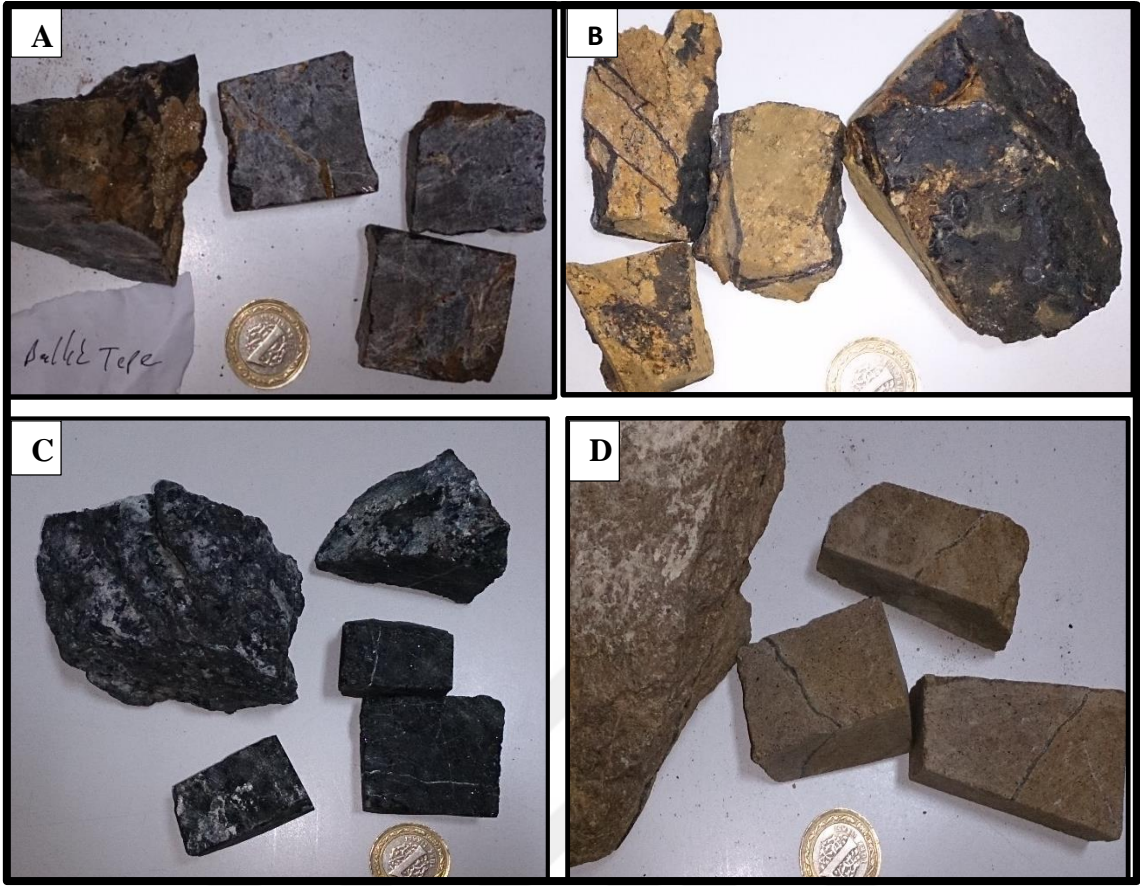
3.2.1 Mineralojik – petgorafik laboratuvar çalışmaları

Çalışma alanından alınan kayaç ve cevher örnekleri mineraloji-petrografi çalışmaları için Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi Mühendislik Fakültesi, jeoloji Mühendisliği

bölümü laboratuvarında boyutlandırma işlemleri gerçekleştirilmiştir (fotoğraf 3.1). Boyutlandırılan örneklerden bazıları fotoğraf 3.2’de verilmiştir. Laboratuvarında boyutlandırılan 20 adet ince kesit ve 25 adet parlak kesit numunesi MTA genel müdürlüğü laboratuvarında hazırlanmıştır. MTA laboratuvarında hazırlanan ince kesitler polarizan mikroskopunda; parlak kesitler ise üstten aydınlatmalı cevher mikroskopunda incelenmiştir. Önemli görülen kesitlerden fotoğraf çekimi yapılmıştır.



Fotoğraf 3.1. Arazide alınan örnek numunelerin kayaç kesme laboratuvarında boyutlandırma işlemi



Fotoğraf 3.2. (A,B,C,D) Boyutlandırma işleminden sonra ince kesit için hazırlanan örnek numuneleri

3.2.1.1 SEM (Taramalı Elektron Mikroskobu)

Hazırlanan numuneler Niğde Ömer Halisdemir üniversitesi merkezi araştırma laboratuvarında Taramalı Elektron Mikroskobunda - Scanning Electron Microscope (SEM) incelenmiştir. Elektron mikroskop incelemesi yapılan örneklerin, çalışma sırasında parlaklığının eşit olması ve yansımının eşit olması anlamında karbon kaplaması yapılmıştır (fotoğraf 3.3). Kaplama işlemi yaklaşık 15 dakika kadar sürmüştür. Kaplanan numuneler daha sonra SEM cihazına yerleştirilmiştir. Burada yaklaşık 45 dakika vakumlama işlemi sürmüştür. Vakumlama işleminden sonra SEM cihazında incelenen örnek numunelerin mikron ölçeğine kadar olan alanların elektron mikroskop yardımı ile resimleri çekilmiştir (fotoğraf 3.4).

SEM’de (Scanning Electron Microscope) görüntüleme işlemi, yüksek voltajda hız kazandırılmış elektronlar hazırlanan numunenin üzerine odaklandırılır. Odaklanan elektron demetinin numunenin yüzeyi boyunca taratılması esnasında elektron ve

numune atomları arasında meydana gelen çeşitli girişimlerle etkilerin uygun algılayıcılarda toplanarak ve sinyal güçlendiricileri aktararak buradan geçmesinin ardından bir katot ışınının tüpün ekranına aktarılması sonucu görüntüleme gerçekleşir.



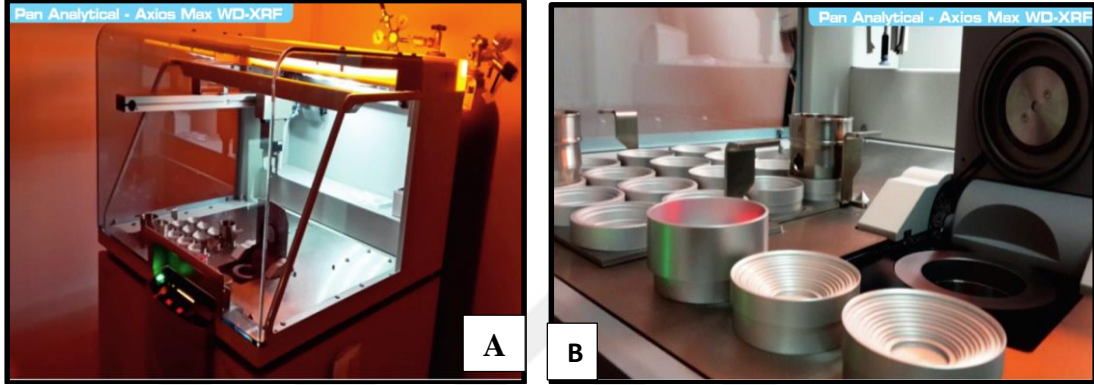
Fotoğraf 3.3. Hazırlanan numunelerin Niğde Ömer Halisdemir Üniversitesi araştırma laboratuvarında karbon (C) ile kaplaması



Fotoğraf 3.4. Niğde Ömer Halisdemir üniversitesi merkezi araştırma laboratuvarında bulunan SEM cihazı

3.2.2 Jeokimyasal laboratuvar çalışmaları

MTA laboratuvarında yapılan ince ve parlak kesitlerin incelenmesi sonucu önemli görülen örneklerin, ana oksit ve iz element değerlerinin tespiti amacıyla XRF (Dalga Boyu Dağılımlı X Işını Floresans Spektrometresi) analizleri Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezinde yapılmıştır (Fotoğraf 3.5).



Fotoğraf 3.5. (A-B)Aksaray Üniversitesi Bilimsel ve Teknolojik Uygulama ve Araştırma Merkezindeki Dalga Boyu Dağılımlı X Işını Floresans Spektrometresi

Laboratuvarda tüm kayaç analizi şahit numuneler 3'er kez test edilerek sonuçlar ortaya konulmuştur. Araştırma laboratuvarında 10 adet numune üzerinde yapılan analiz verilerine göre; ana oksitler Cr_2O_3 , Al_2O_3 , MgO , Fe_2O_3 , SiO_2 , SO_3 , CaO , MnO , Na_2O , TiO_2 ve iz elementlerden, Sc, V, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Y, Zr, Nb, Mo, Ba, Hf, Sb element analizleri yapılmıştır.

3.2.2.1 X-ışınları floresans spektrometresi (XRF)

XRF bir atomun yüksek enerjiye sahip X-ışını fotonuna yönlendirilerek atomdan fotoelektronların kopartılması işlemidir. Bu işlemde atomun mevcut yörüngelerinde bulunan bir veya birden fazla elektron boşluklarını oluşturacak ve kararsız kalan atomun dış yörüngelerdeki elektronların boşlukları doldurması ile kararlı duruma geçecektir.

Ancak her bir elektron boşluğu doldurmada atom orbital enerji farkı ile eş değer bir foton yayınlanması gerekecektir. Bu karakteristik foton enerjileri algılayarak kimyasal kompozisyonu nitel ve nicel olarak hesaplayabilir. Bu analiz yöntemi sayesinde ana

oksitlerin yüzde ağırlık, eser elementlerin (Ba,Sr vb.), Ni, Cu gibi geçiş elementlerin nadir toprak elementlerinin ppm bazında analizleri yapılır.

3.3 Büro Çalışmaları

Arazi çalışmaları öncesinde çalışılacak bölge ve yakın çevresinin daha önce yapılmış olan çalışmaları incelenmiştir. Arazi ve laboratuvar çalışmaları sonucunda elde edilen veriler, bilgisayar paket programları (Word, Excel, Corel Draw gibi) kullanarak bölgenin jeolojik özelliklerini belirlemek amacıyla bu tez hazırlanmıştır.



BÖLÜM IV

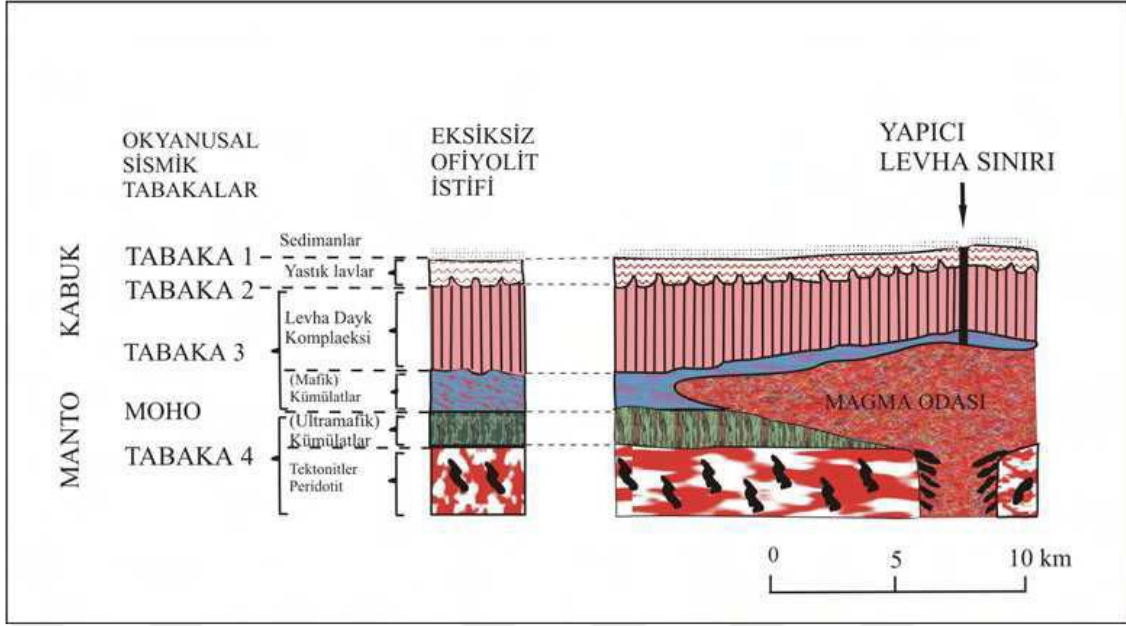
OFİYOLİTLER VE OFİYOLİTLERE BAĞLI KROMİT YATAKLARI

Ofiyolitler özellikle okyanusal kabuğun incelenmesinde önemli bir bilgi ve materyal kaynağı sağlaması yanında ekonomik olarakta krom yatakları içinde önemlidir. Ofiyolitik istifeye dâhil olmamasına rağmen hemen hemen tüm ofiyolitlerde tabanda bir metamorfik dilim ve ofiyolitik melanj yer almaktadır.

4.1 Ofiyolitinin Tanımı

Yunanca da yılan anlamında kullanılan ‘Ofics’ kelimesinden kaynaklanan ofiyolit terimi, yeşilimsi rengi, benekli yapısı ve parlak görüntüsü sebebiyle yılanı benzediği için Brongniart (1827) serpantinleri tarif etmede bu terimi seçmiştir. Bu yüzden başlarda ofiyolit terimi serpantinler için alternatif terim olarak kullanılmıştır.

Amerika Jeoloji Topluluğunun (Geology Society of America - GSA) 1972 yılında Penrose şehrinde düzenlediği ofiyolit adı altında gerçekleştirilen konferansta, ofiyolit terimine yeni bir tanımlama yapmışlardır. Bu tanımlamaya uygun olarak ofiyolit; bir kayaç adı olarak değilde ultramafik ve mafik kayaçların bir araya gelmesiyle oluşan grubun ismi olarak kabul görülmüş ve harita alımında bir litoloji birimi olarak kabul görmemiştir. Penrose Ofiyolit konferansında kabul gören eksiksiz bir ofiyolit dizisinin (Şekil 4.1) görünümü en alttaki birimden başlayarak üstte doğru sıralanması aşağıdaki gibidir;



Şekil 4.1. Okyanus kabuğu ve eksiksiz ofiyolit dizisinin karşılıklı görünümü.
(Greenbaum,1972)

*Harzburjit, lertzolit ve dunitin değişik oranlarda karışmasından ve çoğunlukla tektonik kökenli metamorfik yapısında az veya çok serpantinleşmiş ultramafik kayalarda tektonit ismini almaktadır.

*Kümülat özelliği bulunan gabro zonları, genellikle ultramafik komplekslere göre daha az deformeye uğramıştır. Böyle kayalar kümülatlar olarak adlandırılmaktadır.

*Mafik damar kompleksleri. Bunlar diyabaz, dolerit, trondjenit ve kuvars porfir gibi dayklardan meydana gelir. İzole ve grup şeklinde görülürler.

*Yastık yapılı bazalt ve spilit karmaşığı.

*Derin deniz sedimanları. Bunların oluşumunda radyolarit, ince şeyl ve ara tabakalarında az miktarda kireçtaşı bulunmaktadır.

4.1.1 Metamorfik dilim

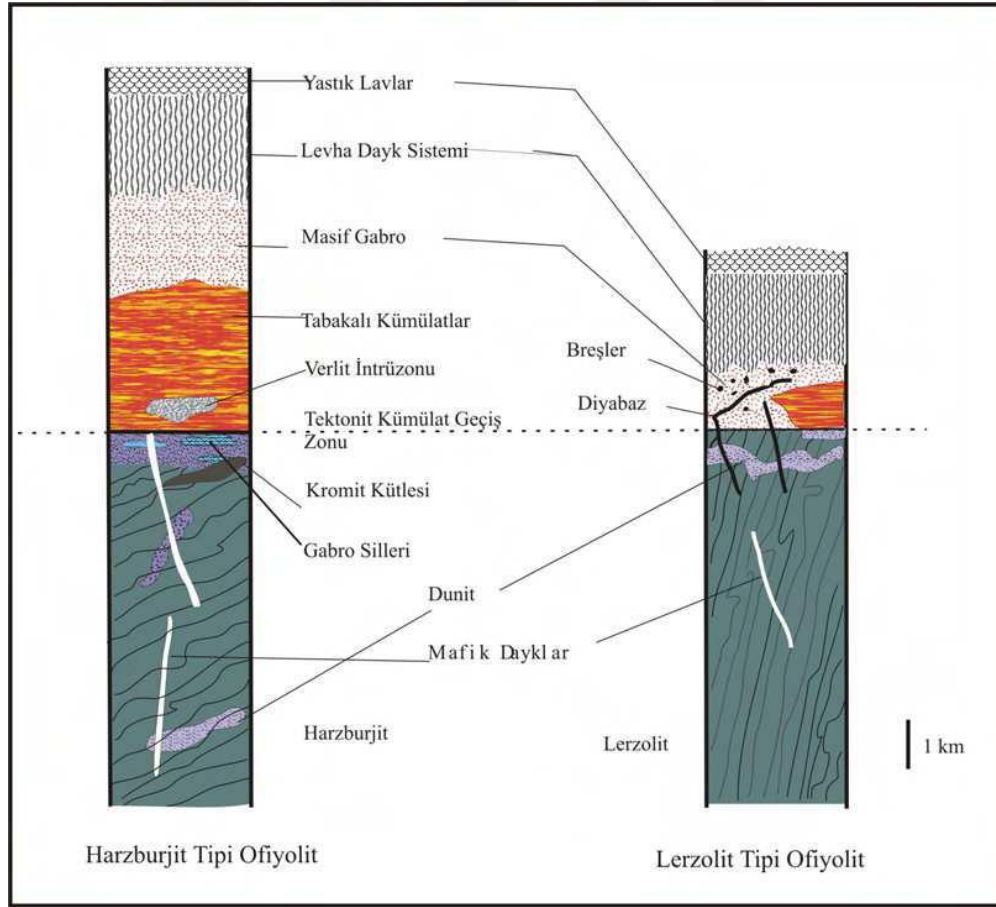
MacKenzie, (1960), Ofiyolitlerin taban bölümünde, 1 metreden 500 metreye kadar kalınlıklara ulaşabilen metamorfik tabanlar olduğunu belirtmiştir. Metamorfik kayalar ofiyolitinin alt tarafında bulunan peridotitlerin (tektonitlerin) tabanında ince dilimler şeklinde uyumlu bir seri sunarlar. Lakin bu uyumluluk ilerleyen zamanda tektonik olaylar ve metamorfizma sonucu yok olmaktadır (Spray, 1984).

4.1.2 Ofiyolitik melanj

Ofiyolitın kıtalar üzerine bindirmesi esnasında gerçekleşen tektonizmanın etkilerinden dolayı tamamen karışması durumu sonucunda tabanda bulunan yapının kısmen yada tamamen bozulmasıyla ofiyolitik melanj terimi oluşmaktadır. Dünya’da üzerinde birçok (Örn; Alpler, Urallar, v.b.) ofiyolit içinde tekrar eden deformasyonlar ve metamorfizma sonucu ortaya çıkan etkileşimler sonucu dilimler şeklinde melanj ya da tektonik karışımlar oluşmaktadır (Coleman, 1977).

4.2 Ofiyolit Tipleri

Boudier ve Nicolas (1985) 15 adet ofiyolitik masif üzerindeki incelemeleri sonucunda, ofiyolitleri Harzburjitik Tipi Ofiyolit (HOT) ve Lerzollitik Tipi Ofiyolit (LOT) olarak iki gruba ayırmışlardır (şekil 4.2).



Şekil 4.2. Harzburjitik (Semail-Umman Ofiyoliti) ve Lerzollitik (Trinity Amerika B.D.) tipi Ofiyolitlerin Karşılaştırılması (Boudier ve Nicolas 1985)

Şekil 4.2'teki gibi Harzburjit tipi ofiyolitler, lertzolit tipe göre daha kalın bir istif sunmaktadır. Harzburjit tip ofiyolitlerin iç yapıları düzenli ve birbiriyle uyum içindedir. Ofiyolitlerin kabuk bölümlerinin modellenmesi ile ve özellikle gabro dizilimi tamdır. Bu tip ofiyolitlerin kalınlıkları 3 km'den -7,5 km'ye kadar çıkabilmektedir. Lertzolit tip ofiyolitler harzburjit tiplerine kıyasla daha ince ve daha az düzene sahiptir (Coleman, 1977).

4.3 Ofiyolitlerle İlişkili Maden Yatakları

Ofiyolitler içinde kromit, bakır, nikel, platin grubu mineraller (Pt, Pd, Rh, Ru, Os, Ir,) ve altın (listvenişmelere bağlı olarak) içeren metalik maden yatakları oluşmaktadır. Metalik madenlerin yanı sıra manyezit, olivin (forsterit), krizotil, talk ve mermer (serpantinit, diyabaz) gibi endüstriyel hammadde yatakları da oluşmaktadır.

4.3.1 Kromit minerali

Chorome Yunancada renk anlamına gelmektedir. Kromit mineralleri; zümrüt, yakut, gibi güzel renklere sahip olduğu için bu ismi almıştır. Kromit, yeryüzünde diğer metallere göre daha az bulunan bir metaldir. Kendisi kromit demir halinde ve daha nadir olarakta kurşun kromatı veya kromit okru (oksit) şeklindedir olabilir.

Krom elementi, periyodik cetvel içinde VI A grubuna dahil olan ve atom numarası 24 olan metalik bir elementtir. Krom elementinin fiziksel ve kimyasal özellikleri Çizelge 4.1'de verilmektedir.

Teorik mineraloji formülü ($FeCr_2O_4$) olan kromitin doğadaki formülü $[(Mg, Fe)^{++}(Cr, Al, Fe)^{+++}]_2 O_4$ olan, bir spinel grubu mineralidir. Ekonomik olarak önem arz eden bir mineraldir. İdeal birleşimi doğada bulunmamaktadır. Bu yüzden krom yatakları değil de kromit yatakları denilmektedir. Bileşimindeki farklılıklardan dolayı kromit rengini, kristolografik yapısı ve görünümü değiştirmedığı için kimyasal analiz yapıldıktan sonra kromitlerin tenörünü (% Cr_2O_3) tahmin edilir. Kromit minerali içinde kirlilik olarak yer alan Ni, Mn, Co, V ve Ti gibi elementlerinin oluşu cevherlerin değerlendirilmesi aşamasında önem arz etmezken, S ve P elementleri oldukça düşük değerlerde bulunması veya hiç olmaması istenmektedir. Cevher içerisindeki Si içeriği % 10'dan düşük olmalıdır (Tümöklü 2005).

Çizelge 4.1. Krom Elementinin Fiziksel ve Kimyasal Özellikleri

Parametreler	Özellikleri
Sembölü	Cr
Atom No	24
Atom Ağırlığı	51.996
Atom Çap	1.18 Å°
Elastisite Modülü	19.000 kg/mm ²
Ergime sıcaklığı	1.857 ± 20 °C
Kaynama sıcaklığı	2.672 °C
Yoğunluk	7,18 – 7,20 gr/cm ³
Özgül Isı	0,108 cal/gr.

Kromit cevherinin kimyasal birleşimi endüstrideki kullanım yerlerini belirler. Kimyasal analizler sonucu %Cr₂O₃, %Al₂O₃ ve %SiO₂ miktarı ve Cr/Fe oranına göre metalürjik, kimyasal ve refrakter olarak gruplandırılabilir.

Kromit kristalleri ultrabazik hamur içerisindeki yoğunlukları, sergilediği doku ile yapı özellikleri kromit cevherinin masif, saçınımlı, nodüler, bantlı ve karışık tip cevher gibi nitelendirilirler. Ekonomik açıdan kromit minerali krom ihtiva eden önemli olan tek mineraldir. Çizelge 4.2’de kromit minerali ile krom içeren minerallerin özellikleri görülmektedir.

Çizelge 4.2. En önemli Cr cevheri minerali kromit ve diğer bazı Cr içeren mineraller

Mineral Adları	Cr ₂ O ₃ (%)	Kristal Sistemleri	Renk	Çizgi Rengi	Sertlik (Mohs)	Yoğunlukları (gr/cm ³)
Kromit FeCr ₂ O ₄	67.90	Kübik	Gri- Kahve	Siyah- Kahve	4.1-5,5	4,5 – 4,8
Uvarovit Ca ₃ Cr ₂ (SiO ₄) ₃	30.6	Kübik	Zümrüt Yeşili	Kırmızı kahve, sarı,yeşil, siyah	7-7,5	3,4-3,8
Bellite PbCrO ₄	17,3	Hexagonal	Sarı – Turuncu	-	2,5	5,5
Kemererit (Mg, Cr) ₆ (AlSi ₃)O ₁₀ (OH) ₈	-	Triklinik	Kırmızı- morumsu kırmızı	-	2 – 2.5	2.645

4.3.2 Kromit yatakları

Kromit yatakları köken, jeolojik konum, mineraloji, doku ve kimyasal özelliklerinden dolayı üç tipe ayrılmaktadır. (Thayer 1960, Jackson ve Thayer 1972).

*Kıtalar içerisinde gelişen bazik sokunumlar sonucu startiform kromit yatakları,

*Alpin Dağ Kuşakları boyunca ultrabazik-bazik kaya topluluklarına (Ofiyolitlere) bağlı Alpin veya Podiform tip kromit yatakları,

*Eş merkezli iç düzene sahip ultrabazik kayalar topluluklarına bağlı kromit yatakları.

Eş merkezli kromit yataklarının, ekonomik değeri bulunmamaktadır. Örnek olarak Alaska'daki kromit cevherleşmeleri gösterilebilir.

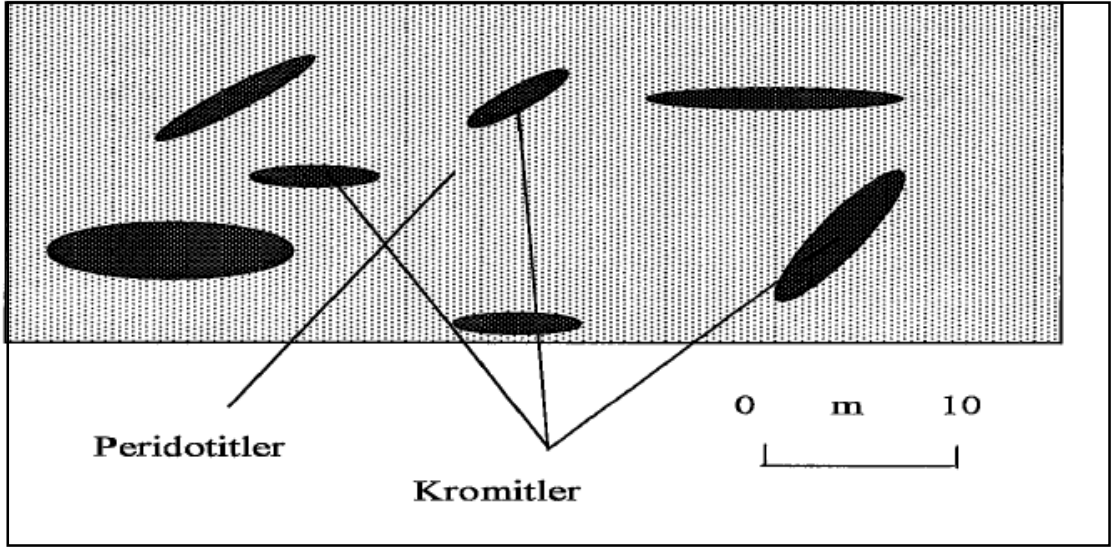
4.3.2.1 Stratiform kromit yatakları

Stratiform kromit yatakları, küçük ve öz şekilli kristal boyutunda olup kümülat dokuya sahiptir. Bu yataklarda Fe yüksek olduğundan Cr/Fe değeri düşüktür. Mağmatik tabakalanmayla paralel olarak birkaç km. yanal devamlılığı bulunur. Kalınlık olarak 1.5 metreye kadar çıkabilmekte ve deformasyona uğramamış bantlar şeklinde gözlenmektedir.

4.3.2.2 Podiform tip kromit yatakları

Ofiyolitler içinde bulunan kromit kütle oluşumlarının konumlarını anlamak için bir çok görüş bulunmaktadır. Bu görüşlerin hepsi podiform kromit kütlelerinin MOHO zonu altındaki tektonitler içinde oluştuğu yönündeydi (Ör., Thayer, 1964, 1969; Dickey, 1975; gibi). Ancak Arai vd., (2004) Oman ofiyoliti üzerinde yaptıkları çalışmalarda levha daykın tabanı ile üst gabro zonu arasında kalan bölge içinde podiform kromit kütlelerinin bulunduğunu tespit ederek bu bölgede bulunan kromiti “Üst kabuk podiform kromitleri” şeklinde isimlendirmiştir.

Podiform yataklar, Alpin orojenezi etkisinde kalmış kuşaklarda bulduklarından dolayı “Alpin Tipi” yatakları olarak adlandırılmaktadır. Tektonizmaya uğramasıyla mercek şekilli küçük ve düzensizdirler. Yatak boyları on metreleri geçemediğinden mercek (şekil 4.3), yığın ve kese halinde oluşum sunarlar. Kromit kütleleri ultramafik kayalar içinde olup, bu kayalar serpantinleşmiştir (Zedef, 1995).



Şekil 4.3. Peridotitlerin içerisine konumlanmış podiform tipli kromit Mercek şekillerinin görünümü (Zedef, 1995)

Çizelge 4.3. Stratiform ve Podiform Tip Kromit Yataklarının ekonomik ve endüstriyel özellikleri (Zedef, 1995)

Özellikleri	Stratiform tip	Podiform tip
Yanal Uzunlukları	Kilometrelerce	On metrelerce sınırlı
Morfolojik Şekilleri	Kalınlıkları metreyi geçmeyen bantlar halinde bulunur	Mercek ve yığın halinde
Endüstride Kullanım	Genellikle refrakter	Genellikle metalürjik
Rezervleri	Milyon ton	Genellikle 100.000 tondan az
Cr/Fe	Düşük	Yüksek
Tektonizmaları	Yok, veya çok az	Fazla
Kromitin Oluşum Yaşı	Prekambriyen	Prekambriyen sonrası
Dünya 'ki dağılım yerleri	Çok sınırlı, G. Afrika, Zimbabve, Finladiya ve Grönland	Ultramafik kayaların olduğu her yerde Urallar, Türkiye, Macaristan, Yunanistan.

4.3.2.3 Tektonitler içerisindeki kromit kütlelerinin oluşumu

Bu oluşum için değişik görüşler öne sürülmüştür. Stratiform tip kromit yataklarının oluşum koşullarındaki kümülat süreçleri ve jeosenklinal teorisini podiform tip kromit yatakları için uyarlanırsa; podiform kromit yatakları süper kompleksler içerisinde üst mantonun kısmi ergimesiyle meydana gelen bazik magmanın, mantonun üst kısmında oluşan magma odasında stratiform intrüzyonlarda olduğu gibi yoğunluk farklılığından dolayı bant halinde görülürler (Engin, 2001).

Kromitlerin oluştuğu üst manto ve kabuk-manto geçişinde kromitler meydana geldikten sonra oluşan kalıntı eriyikler hala sıcak ve hareket kabiliyetindedir. Bunlar, kromititi ve etrafındaki dunit kılıfını ve tüketilmiş harzburjiti bırakarak süzülüp daha yukarılara doğru çıkarlar. Bazik magmanın türediği kaynak ile üst kesimlerde tepkimeye girdiği kısmi ergimeye uğramış manto malzemesinin farklı olduğu durumlarda, bazik magma ile peridotit arasındaki tepkime daha şiddetli olacağından, buna bağlı olarak da kromit oluşumu ve birikimi çok olacaktır (Zhou ve Robinson, 1997).

4.4 Kromitin Üretim Yöntemleri

Kromit yatakları, madenin bulunduğu yerin jeolojik özellikleri ve boyutlarına bağlı olarak açık yada yeraltı işletme yöntemi ile işletilir. Geçmişteki çoğu kromit yatağı açık işletme yöntemi ile işletilmiş olsa da bugünün şartlarında bu yöntemden vazgeçerek yeraltı işletmeciliğine geçilmiştir. Ülkemizde ise batı Kef (Guleman, Elazığ) yatağı açık olarak işletilmeye başlamış olsa da ilerleyen zamanlarda yeraltı işletmeciliğine geçilmiştir (DPT 2001).

Kromit cevherleri ocaktan çıkarıldıktan sonra çoğu zaman elle seçme, elekten geçirme, yıkama aşamalarının ardından, gang tabir edilen silikat minerallerinin cevher yapısından ayıklanarak zenginleştirilir. Daha ileri aşamada jigler, spiraller, sallantılı masalar veya manyetik ayırıcılar yöntemleri ile düşük tenörlü cevherlerin yapısındaki silikatları temizleyerek zenginleşme sağlanır.

4.5 Kromun Kullanım Alanları

Kromit cevheri kimya, metalürji ve refrakter sanayisinde kullanılan Cr elementinin tek temel kaynağıdır. Kromit cevherlerinin kimyasal birleşimi cevherlerin sanayide hangi yerlerde kullanılacağını belirler. Kimyasal analiz sonucunda %SiO₂, %Cr₂O₃ ve %Al₂O₃ miktarlarının yanında Cr/Fe oran değeri belirleyici etkidir. Cevher mineralinin kimyasal Cr/Fe oranı ve % oksit bileşimiyle kullanıldığı yerler Çizelge 4.4 de görülmektedir.

Çizelge 4.4. Kromit cevherin Cr/Fe oranını, % oksit değerini ve kullanım yerleri (Tathavadkar vd., 2004)

Kromit Cevher Kullanım Yerleri	Yataklanma Tipi	Cevher Bileşimi			% Kullanım Oranı
		% Cr ₂ O ₃	Cr/Fe	%SiO ₂	
Metalürjik/Yüksek-Cr	Podiform ve stratiform	46-55	>2:1	<3	80
Kimya/Yüksek-Fe	Stratiform tip	40-46		<	15
Refrakter/Yüksek-Al	Podiform tip	33-38 ve % Al ₂ O ₃ 22-34	2-2.5:1	<1	5

Metalürji sanayinde krom; paslanmaz çelik imalatında kullanılan ferrokrom, ferro-sliko-krom, krom bileşikleri, ekzotermik krom katkıları, diğer krom alaşımları ve krom metali olarak işlenir. Krom ayrıca silah endüstrisinde kullanılan önemli bir hammaddedir.

Kromit mineralinden elde edilen cevher çelik yapımda sertliği artıracığından dolayı darbe ve kırılmalara karşı direnç artırır, aşınmayı ve oksitlenmeyi önlemede etkilidir. Bu yüzden çeşitli alaşımlarla mermi, top ve silah yapımında da kullanılır.

Paslanmayı önlemede etkili olduğundan dolayı uçak ve gemilerde de çok kullanılan bir elementtir. Kimya endüstrisinde de sodyum bi-kromit, kromit asit ve boya hammaddesi olarak kullanılır.

4.6 Türkiye'deki Kromit Yatakları

Ülkemizde ilk kromit cevheri 1848 yılında Bursa İli Harmancık ilçesinde bulunmuştur. Kromit cevherinin bulunmasının ardından ülkemiz Dünya kromit pazarında önemli bir ülke haline gelmiştir.

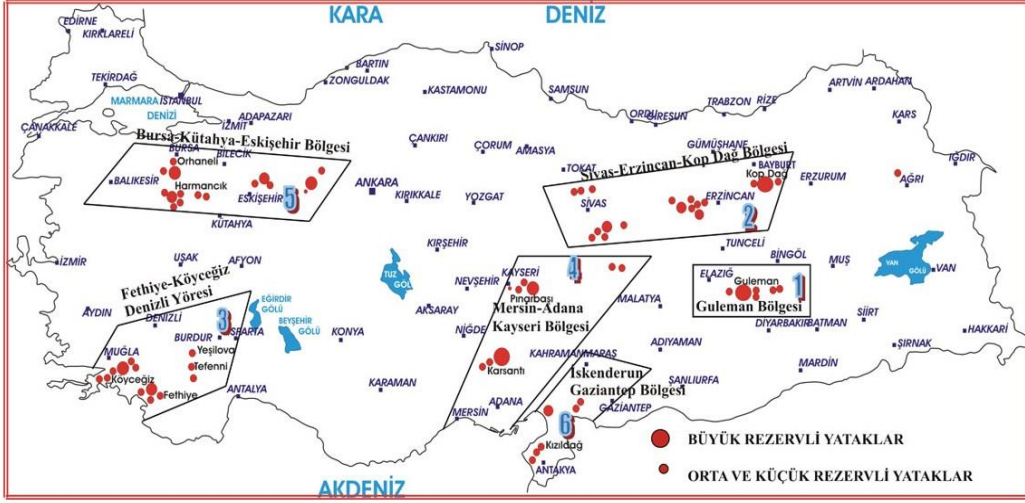
Dünya piyasasında yer alan sayılı ülkelerin arasındaki ülkemiz ham cevher dışında ferrokrom ve krom içeren kimyasallar sayesinde dış satımdan iyi bir döviz girdisi sağlamıştır. Ülkemiz bazı dönemlerde Dünya krom pazarı sıralamasında ilk sıralara yükselmişse de genel olarak 3.ve 6. sıra arasında sürekli yerini muhafaza etmiştir. Ham cevherin iç piyasada artan tüketiminden sonra önemli bir miktar parça ve konsantre cevherin dış satımda gerçekleştirilmiştir.

Ülkemizde kromit cevherinin bulunduğu peridotitler geniş bir dağılıma sahiptir. Ülkemizde bulunan peridotitler Alpin tip olarak sınıflandırılan oluşum tipinin içinde yer almaktadır. Bu yataklar dokusu, karmaşık yapı ilişkileri ve küçük boyutlu olmaları karakteristik özellikleridir (DPT 2001).

Maden Teknik ve Arama Genel Müdürlüğü (MTA) yoğunluk olarak kromit yataklarının dağılımını coğrafi yönden 6 bölgede yer aldığını belirtmiştir (şekil 4.4).

Bu bölgeler sırasıyla aşağıdaki gibidir;

- 1- Guleman (Elazığ) yöresi
- 2- Fethiye-Köyceğiz-Denizli yöresi
- 3- Bursa-Kütahya-Eskişehir yöresi
- 4- Mersin-Karsantı-Pınarbaşı yöresi
- 5- Erzincan-Kopdağ yöresi
- 6- İskenderun-Kahramanmaraş yöresi (şekil 4.4).



Şekil 4.4. Türkiye Kromit Yataklarının coğrafik olarak 6 bölgede gösterimi (www.mta.gov.tr) 2018

BÖLÜM V

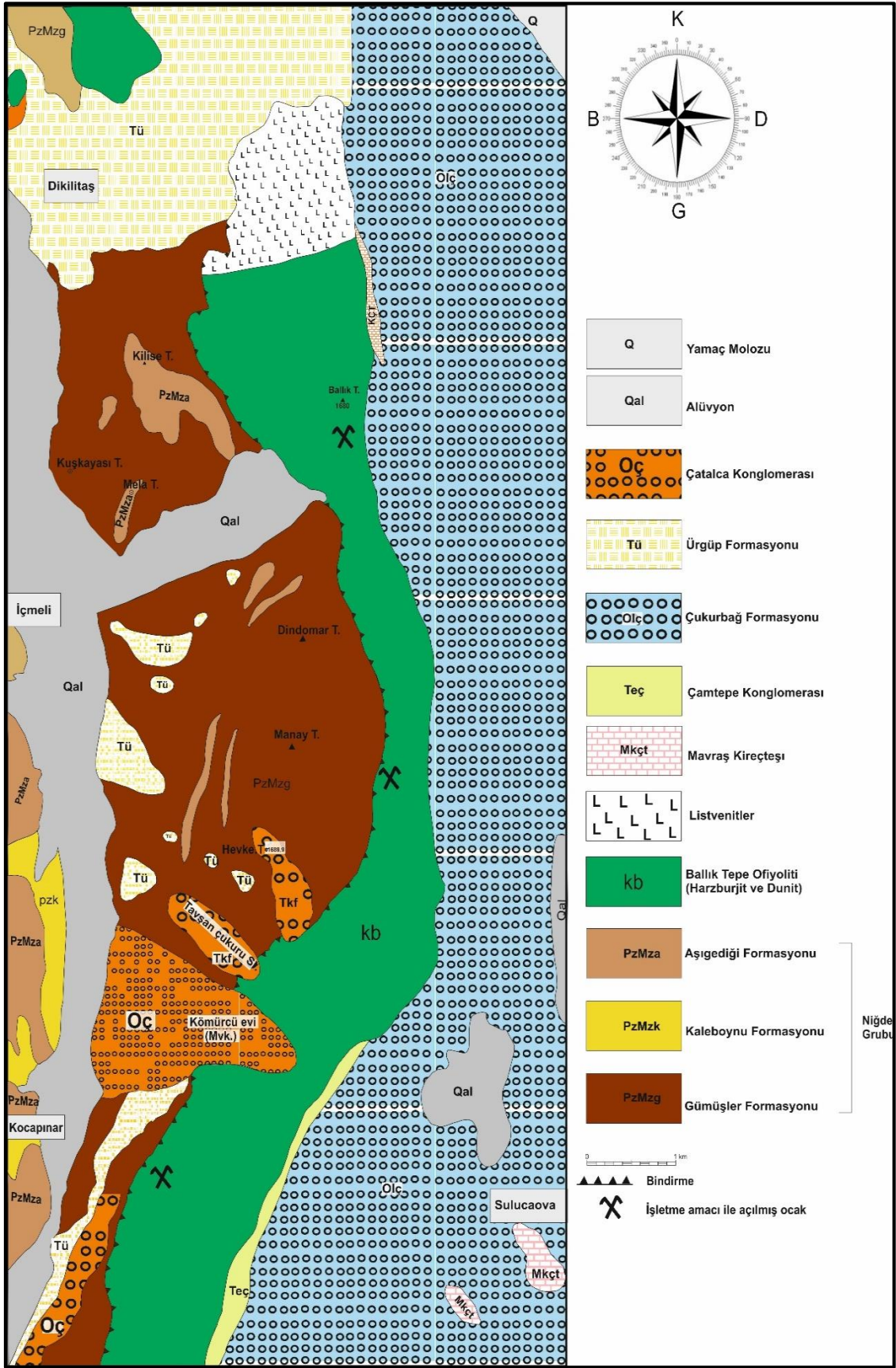
GENEL JEOLojİ

Çalışma alanı ve civarında tabandan tavana doğru, Niğde grubuna ait Gümüşler formasyonu, Kaleboynu formasyonu ve Aşığediği formasyonu, Ballık Tepe ofiyoliti Mavraş kireçtaşı, Çamtepe konglomerası, Çukurbağ formasyonu, Ürgüp formasyonu, çatalca konglomerası, alüvyon ve dik yamaçlarda yamaç molozu bulunmaktadır (Şekil 5.1).

5.1 Niğde Grubu

Çalışma alanı batı kesiminde yer alan Niğde grubuna ait Paleozoyik- Mesozoyik yaşlı Gümüşler, Kaleboynu ve Aşığediği Formasyonları yer almaktadır. Niğde Grubu mermerler, çeşitli gnayslar ve amfibolit şistlerden oluşan bir metamorfik küttedir. Bu metamorfik küttelyi Doğu ve Güneyden, Orta-Üst Paleosen yaşlı bir filiş ve bunun üzerine uyumsuz olarak gelen Lütésiyen yaşlı nummulitli kireçtaşları örter (Göncüoğlu, 1977 ve Yetiş, 1978). Güneybatıda bu filişin üzerine uyumsuz olarak Üst Oligosen yaşlı gölsel kireçtaşları gelir (Blumenthal, 1941). Batı ve Kuzeyden olasılıkla Üst Pliyosen yaşlı volkanik fasiyesle örtülüdür (Beckman, 1966).

Niğde Masifi'nin metamorfik kayaçlarına doğrudan yaş verebilecek kesin bulgular yoktur. Masife yaş verebilecek veriyi Doğu ve Güneydoğusunda yer alan Lütésiyen yaşlı kiretaşları sağlar. Bu birimin İlerdiyen yaşlı taban çakıllarında Niğde metamorfitlelerine ait çakıllar bulunur. Ketin (1960)'a göre, Orta Anadolu masifleri Paleozoyik ya da Prekambriyen yaşlı eski masifler değillerdir; aksine Orta Alpin Orojenezi (Laremiyen) sırasında oluşmuş Alpin sıradağlarıdır. Bu verilere göre başka veriler bulununcaya kadar, Niğde Grubu metamorfitlelerinin yaşına Paleosen öncesi demek doğru olacaktır (Göncüoğlu, 1977).



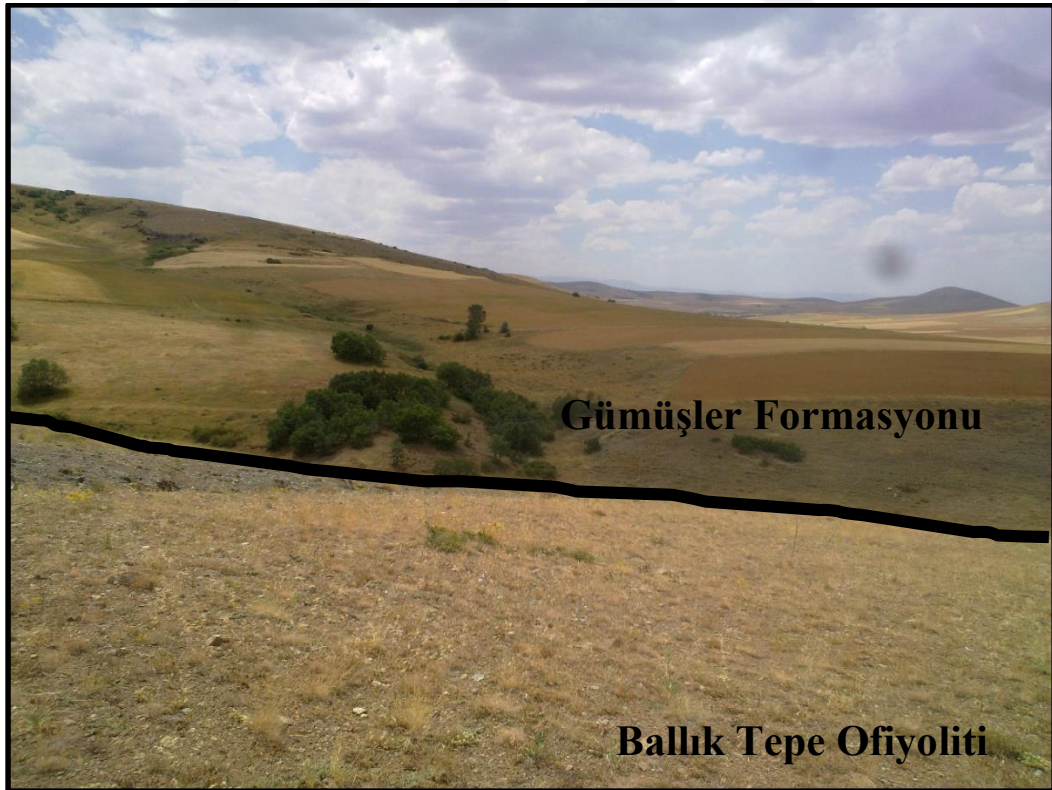
Şekil 5.1. İnceleme alanı jeoloji haritası (Alkazak, 2003, revize edilmiştir)

Viljoen ve İleri, 1974, Niğde metamorfiteğini; gnayslar, beyaz ve mavimtrak mermerler, kuvarsitler ve koyu yeşil amfibolitler olarak ayırtlanmıştır. Bu kayaç topluluğunu “Niğde Grubu” olarak adlandırmıştır.

Ağırlıklı kayaç türleri ve birbirleriyle olan ilişkilerine dayanılarak önceki araştırmacılar tarafından bu grup içinde üç formasyon ayırtlanmıştır. Bunlar tabandan tavana doğru Gümüşler, Kaleboynu ve Aşıgediği formasyonlarıdır. Niğde Grubu kayaları için kullanılmış olan formasyon isimlerinin karşılaştırılmalı özellikleri şekil 5.2’de verilmiştir.

5.1.1 Gümüşler formasyonu

Gümüşler Formasyonu çalışma alanında yüzeyleyen en alt birimi oluşturmaktadır. Bu birim çalışma alanının Batısı, Kuzeybatısı ve Güneybatısında geniş yayılım göstermektedir (fotoğraf 5.1).



Fotoğraf 5.1. Ballık Tepe ofiyoliti ve Gümüşler formasyonu

Niğde grubunun en alt litostratigrafi birimini oluşturur. Formasyon adını en geniş yayılımını sunduğu Gümüşler köyünden alır (Göncüoğlu, 1977). Kleyn'de (1970) yer alan "Alt Gnays" serisinin alt bölümlerine ve Viljoen ve İleri'de (1974) tanımlanan Maden formasyonuna karşılık gelir. "Maden" adı Viljoen ve İleri (1974) tarafından formasyonun tipik olarak görüldüğü Gümüşler madeninden dolayı verilmiştir. Ancak Çamardı ilçesinin eski adı da maden olduğundan, tanımlamadaki karşılığı önlemek amacıyla Gümüşler formasyonu denilmiştir.

Formasyon, Gümüşler köyünün Doğu ve Güneydoğusunda yüzeyleyir. Gümüşler domunun çekirdeğini oluşturur. Formasyonun tabanı görülmez. Gümüşler formasyonunun görünen kalınlığı 600 metredir (Viljoen ve İleri, 1974). Gümüşler formasyonu, Kaleboynu formasyonu tarafından uyumlu olarak örtülür. Bu formasyonun % 70'den fazlasını çeşitli gnayslar oluşturmaktadır. Gnayslar içinde amfibolit, mermer, kuvarsit ve migmatitik kayalar arabantlı olarak gözlenir. Geri kalan kısımları ise, merceksel konumlu mermerler, kuvarsitler ve amfibolitler oluşturmaktadır (Atabey ve Ayhan, 1986).

PALEOZOYİK - MEZOZOYİK		SENOZOYİK						ÜST SİSTEM															
		KRETASE	EOSEN		OLİGOSEN - MİYOSEN PLİYOSEN		KUVATERNER	SERİ	FORMASYON	SİMGE	LİTOLOJİ	AÇIKLAMALAR											
GÜMÜŞLER METAMOR- FİTLERİ	PzMzg	AŞIGEDİĞİ METAMOR- FİTLERİ	KALEBOYNU METAMOR- FİTLERİ	ÇAMTEPE MALTEPE ŞARLAKDERE	Olç	Tça	Td	Tü	Qç	Qk	Qal	<p>Kum,kil,çakıl boyutlu malzeme</p> <p>Kahvemsî sarı renkli, tutturulmamış konglomera</p> <p>Siyah, grimsî beyaz renkli,köşeli, az yuvarlak kireçtaşı kökenli konglomera</p> <p>İgnimbrit ve tuf</p> <p>Kırmızı renkli, kalın tabakalı, yumuşak, yer yer sarı çakıllı kil</p> <p>Yuvarlak tutturulmamış, magmatik ve metamorfik çakıl</p> <p>Kırmızı renkli çakıltaşı,silttaşı, kiltası ardalanması</p> <p>Az karbonatlı, kumtaşı, silttaşı, kiltası ardalanması</p> <p>Bol fosilli kireçtaşı</p> <p>Taban konglomerası</p>											
	PzMzk												kb	Teş	Tem	Teç	Teç	Teç	Teç	Teç	Teç	Teç	<p>Serpantinit,harzburjit,serpantinleşmiş ortopiroksenit gabro, olivinli gabro, olivinli gabronorit, rodonjitik gabro, mikro troktolit</p>
	PzMza																						

Şekil 5.2. Çalışma alanı geliştirilmiş stratigrafik sütun kesiti (Alkazak, 2003 değiştirilmiş)

5.1.2 Kaleboynu formasyonu

Gümüşler formasyonunu uyumlu olarak örten Kaleboynu formasyonu, tip kesiti en iyi görülen Kaleboynu Tepe'den adını alır (Göncüoğlu, 1977). Formasyon Kleyn'de (1970) yer alan "Alt gnays serisi'nin üst bölümlerine ve Viljoen ve İleri'de (1974) tanımlanan Ilıca formasyonu" na karşılık gelir.

Kaleboynu formasyonu yoğun gnays, mermer, kuvarsit ve amfibolit araldanmasından oluşur. Masifin batısında yüzeyleyen ve Gümüşler formasyonu çevreleyen birimin kalınlığı yaklaşık olarak 6000 metredir (Göncüoğlu, 1977). Formasyonun tabanında kuvarsça zengin granat-sillimanit-biyotit-gnayslar, ortada gnayslarla arakatlı çoğu zaman saf ve bazen diyopsidli mermerler tavanda ise yine gnayslar egemendir. Gnays ve mermerler içinde kuvarsit ve amfibolit bantları yer alır (Göncüoğlu, 1977).

Bantların kalınlığı 0,5 m ile 30 m arasında değişir ve kilometrelerce kesintisiz izlenebilir. Kaleboynu formasyonu gnayslarının mineral bileşimini kuvars, alkalifeldispat, plajyoklas, biyotit, granat, sillimanit ve muskovit oluşturur. Ayrıca aksesuar olarak da stavrolit, grafit, zirkon, apatit, klorit, rutil, turmalin ve opak mineraller izlenir. Kaleboynu formasyonunda yer alan amfibolitler Gümüşler formasyonundakiyle aynıdır. Kaleboynu formasyonu kumtaşı, killi kumtaşı, kireçtaşı, killi kireçtaşı, bazik volkanit ve tüf kökenli malzemenin metamorfizmasından oluşmuştur (Göncüoğlu 1977).

5.1.3 Aşıgediği formasyonu

Kaleboynu formasyonunun üstünde yer alan Aşıgediği formasyonu yaklaşık 2000m kalınlığındadır. Formasyon, masifin batı ve güney batısında yüzeylenir ve en güzel Aşıgediği Tepe'de görülür (Göncüoğlu 1977).

Kleyn'de (1970) tanımlanan "Mermer Serisi"ne ve Viljoen ve İleri 'de (1974) yer alan Kılavuz formasyonuna karşılık gelir. Aşıgediği formasyonunun mermerleri dolomitli, kuvarslı ve kalsilikat mermer olmak üzere birkaç tipte görülür. Mermerler beyaz renkli, orta ile kaba taneli ve şeker dokuludur. Kayaç kalsit, dolomit, kuvars ve aksesuar olarak plajiyoklas, muskovitten oluşur. Kalsit kristalleri basınç ikizlenmesi ile kolayca tanımlanmaktadır. Aşıgediği formasyonunun muskovit-biyotit gnaysı 0.5 m ile 5 m lik

bantlar biçimindedir. Mineral bileşimi kuvars, feldispat (ortoklas), plajiyoklaz (andesin), biyotit, muskovit ve aksesuar olarak da granat, sillimanit, viridin, turmalin, zirkon, rutil, apatit, grafit, klorit ve opak minerallerden oluşur. Yer yer kısmen şistsel doku da görülebilir (Göncüoğlu, 1977).

Üst kesimlerdeki amfibolit arabandının formasyon için ayırtman özelliğindedir. Amfibolitler, biri normal ve diğeri diyopsidli olmak üzere iki tiptedir. Normal amfibolitler koyu yeşildir. Genelde hornblendden oluşurlar, bunun yanında albit potasyumlu feldispat, epidot, zeolit ve kuvarstan oluşurlar. Kleyn'e (1970) göre, her ikisi de paraamfibolit olup, karbonatlı ve killi karışımlar içeren kumlu çökellerin metamorfizmasıyla oluşmuşlardır. Mermer içinde yer alan ince kuvarsit arabantları parlak beyazdırlar ve laminalanma gösterirler.

Aşıgediği Tepe'de amfibolitler içinde Göncüoğlu'nun (1981) metaofiyolit olarak adlandırdığı serpantinit bantları bloklu amfibolit görülür. Serpantinitin mineral bileşimi talk, klorit, karbonat, antigarit, krizotil, manyetit, hornblend ve aksesuar olarak da kümingtonit, enstatit, ilmenit, spinel, olivinden oluşur. Serpantinit yapısal olarak Aşıgediği formasyonu ile uyumlu olup Aşıgediği Tepenin batısında formasyonu oluşturan birimler ile birlikte kıvrımlandığı ve metamorfizmaya uğradığı açıkça görülmektedir (Göncüoğlu, 1981).

5.2 Listvenit

Bu birim çalışma alanında bulunan Ballık Tepe'nin kuzey – kuzeybatı kesiminde yer almaktadır. Listvenit terimini ilk defa orta Rusya'nın Ural Dağları'nda bulunan Yekaterinburg bölgesinde Beryozovsky kasabasında yaşayan G. Rose, özgün olarak bu kasabaya ait bir yer için 1828 yılında bu ismi kullanmıştır (Hall ve Zhao, 1995).

İnceleme alanında bulunan listvenitler; peridotitler üzerinde hidrotermal alterasyonla, yoğun karbonatlaşma ve silisleşme ile gelişerek Ballık Tepe ve çevresine taşınarak gelmiştir (Alkazak 2003). Ballık Tepe ve etrafında bulunan listvenitler koyu kahverengimsi-sarımtırak bir olup araziden alınan bir örnek numunenin ortasında yer alan kalsit damarı gözlenmektedir (Fotoğraf 5.2).



Fotoğraf 5.2. İnceleme alanında bulunan listvenit örneği

5.3 Ballık Tepe Ofiyoliti

Bu birim ilk kez Kavlaktepe'nin doğusunda (Göncüoğlu, 1977,1985), tarafından metagabro olarak tanımlanmıştır. Oygür, (1985), K – G doğrultulu hat boyunca Çamardı formasyonu üzerine gelen gabro ve serpantinleşmiş peridotitten oluşan birim Yetiş, (1978)'in çalışma alanı dışında tanımladığı Mazmıllı ofiyoliti ile körele etmiştir. Çalışma alanında peridotit ve gabroyik kökenli serpantinleşmiş kaya grubuna Wolge (1993), Ballık Tepe ofiyoliti adını vermiştir. K – G doğrultulu, koyu yeşil, siyahımsı, gabroyik ve peridotit kökenli olan birimin çoğunluğu serpantinleşmiştir. Alkazak 2003, Ballık Tepe ofiyoliti içinde yaptığı arazi ve mikroskobik çalışmalar sonucu serpantinit, serpantinleşmiş ortopiroksenit, harzburjit, klinopiroksenit, gabro, olivinli gabro, olivinli gabronit, radonjitik gabro, diyabaz ve lisveniti tanımlamıştır.

Alkazak 2003,'e göre Ballık Tepe ofiyoliti içinde bulunan olivin ve piroksen kalıntılarını gözlenlemiştir. Kayaç içindeki olivin minerali serpantin minerallerine (krizotil, antigorit, lizartit), piroksen minerali ise bastite, suyun bulunduğu bir ortamda düşük – orta dereceli metamorfizma koşulları, altında dönüşmüştür.



Fotoğraf 5.3. Ballık Tepe Ofiyolitinde işletme amacı ile açılmış yarmanın görünümü.

Woldegiorgis 1993' e göre; Ballık Tepe ofiyolitinin içinde serpantinleşmenin iki aşamada gelişmiştir. Bunlar tektonik öncesi ve tektonik yerleşimle eş zamanlı serpantinleşmelerdir. Baskın serpantinleşmenin tektonizma öncesinde gözlemlenmiştir.

Serpantinleşmiş ortopiroksenit: Kayaç içinde serpantin mineralleri arasında çoğunlukla ortoproksen, az miktarda klinoproksen ile olivin mineral kalıntıları içermektedir. Opak minerallerde gözlenmektedir.

Alkazak 2003'e göre Harzburjit: Taze yüzeyi koyu yeşilimsi mavi olan kayaç, ortopiroksen ve serpantin mineralleri içermektedir. Örnekler içindeki serpantin, serpantinleşmiş ortopiroksenit ve harzburjit ofiyolit serinin ultramafik tektonik ve ultramafik kümülatlı kısımlarını temsil etmektedir.

Alkazak 2003'e göre Gabro: Taze yüzeyi yeşilimsi gri renkli olan kayaç içinde %60 özşekilsiz labradorit karakterli plajiyoklaz feldispat, %40 oranında özşekilsiz klinopiroksen minerallerinden oluşmuştur).

Ballık Tepe ofiyolindeki Rodonjitik gabro; Bates vd. (1980), kayaca rodonjit adını vermiştir. Kayacın taze yüzeyi beyaz grimsi yeşildir. Rodonjinit reaksiyon zonlarında serpantinlerle iç içe veya kontak halinde bulunabildikleri gibi tektonik inklüzyonlar, dayklar ve tabakalı mafik kayaçların kontak kısımlarında metasomatizma ile de gelişebilirler. Kayaç orta iri taneli, granüler (Ca' ca zengin granat), klinopiroksen ile serpantin mineralleri, prehnit, pumpellyit ve epidot minerallerinden oluşmaktadır (Coleman, 1977).

5.4 Mavraş Kireçtaşı

Bu birim İnceleme alanının güneydoğusunda bulunmaktadır. Blumenthal (1956) bu birimi Başmakçı Köyü etrafında bulunan kalkerleri tanımlamıştır. Abdüsselamoğlu, (1962) Sulucaova Köyü'nün batısında trasgresif olarak serpantinler üzerinde bulunan kalkerlere Alt Lütesiyen yaşını vermiştir. Yetiş, (1978), Karadağ spiliti içinde mercek şeklinde alg ve volkanit kırıntılı kireçtaşını Mavraş Kireçtaşı olarak adlandırmıştır. Genellikle koyu gri, gri ve yer yer açık kırmızimsı dış görünüşlüdür (fotoğraf 5.4). Güncel çatlaklar açık şekilde görülmektedir.



Fotoğraf 5.4. Sulucaova köyü civarındaki Mavraş Kireçtaşları

5.5 Çamtepe Kongloması

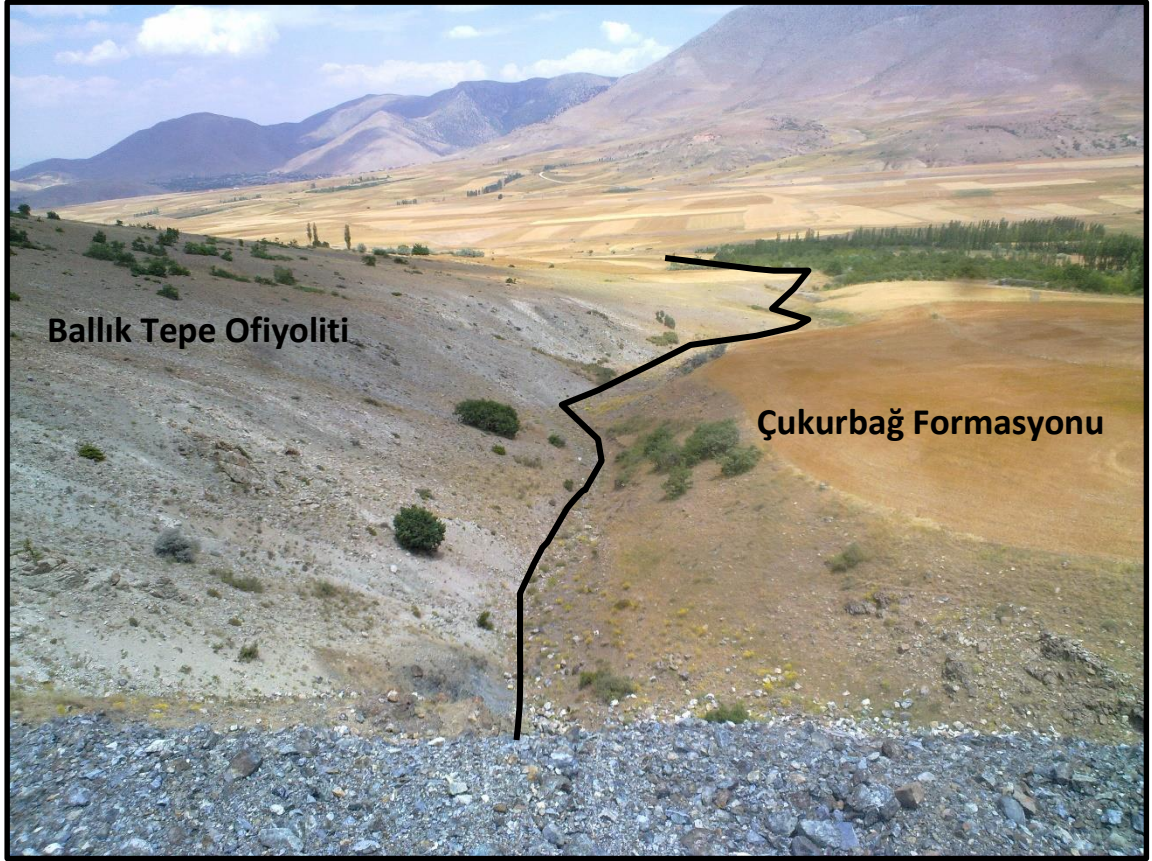
İnceleme alanının güneyinde bulunan Çamtepe kongloması ilk kez Göncüoğlu vd. 1991, tarafından Orhaniye'nin Doğusunda Çamtepenin Güneydoğusunda tanımlanmış olup bu birim çok iri ofiyolit çakıllı, yoğun ayrışmalı, yumuşak topografyaya sahip konglomeradan oluşmaktadır.

Alkazak 2003'e göre Çamtepe konglomasının taze yüzeyi yeşilimsi, kırmızımsıdır. Birimin tabanında çok iri serpantin blokları yer almaktadır. Ofiyolit çakılları yeşil olup, kil ve şiltler ile tutturulmuştur. Çamtepe kongloması içinde fosile rastlanılmamıştır. Birim alta Ballık Tepe ofiyoliti üzerine transgresif olarak uyumsuzlukla gelmektedir.

5.6 Çukurbağ Formasyonu

İnceleme alanın doğu kesiminde boydan boya yer alan formasyon oldukça geniş yer kaplamaktadır (fotoğraf 5.5). Demirtaşlı ve diğ. 1973, Ulukışla ile Aktoprak Köyü arasında, kumtaşı, silttaşı, marn ardalanması halinde tespit ettiği birimi Aktoprak

formasyonu'nun kumtaşı üyesi olarak belirtmiştir. Okay 1955, Pınarbaşı ile Bulduruş köyleri arasında saptadığı birimi Oligosen yaşlı tayin etmiştir. Oktay 1973, Kızılöz mevkiinde incelemiş olduğu birimi Kılan Grubu'nun en üst birimini oluşturduğunu ve bu birimi Kızılöz formasyonu olarak adlandırmıştır.



Fotoğraf 5.5. İnceleme alanındaki Ballık Tepe ofiyoliti ile Çukurbağ formasyonu

Yetiş (1978), tarafından Ecemiş Fay Zonu hattı boyunca kuzeydoğusundan güneybatısına kadar dar ve uzunlamasına dağılan bu birimi Çukurbağ formasyonu olarak isimlendirmiştir.

Çukurbağ formasyonunun en iyi temsil edildiği alan Madenboğazı'ndaki Kaleboynu Tepesi'nin batı kesimidir. Formasyon Lütésiyen sonunda meydana gelen deniz çekilmesi ve tektonik olaylar sonucu bölge kapalı bir çanak şeklini almış ve çanak üzerine menderesli akarsuların gelmesiyle bu birimin oluşmuştur (Atabey ve Ayhan,1986).

5.7 Ürgüp Formasyonu

Ürgüp formasyonu kumtaşı ve çamurtaşı içeren tüflü akarsu-göl çökelleri ile ardalanmış çok sayıda piroklastik seviyeden oluşur. Bu birimin radyometrik yaş tayinlerine göre en alt seviyeleri 13.7-6.5 My yaşında olduğu saptanarak Üst Miyosen-Pliyosen yaşı verilmiştir (Batum., 1978).

5.7.1 Kızılıkaya İgnimbriti

İnceleme alanının Kuzeybatısında bulunan bu birim ilk kez Pasquare 1968, tarafından adlandırılmıştır. En büyük İgnimbrit püskürmesi İncesu ile Velibaba Tepe'de meydana gelmiştir.

Bu volkanik faaliyet çalışma alanı dışında yer alan Erciyes Volkanitinin bir birimi olup, Çalışma alanında gözlenen İgnimbritler ilk olarak Batum 1978, tarafından Kızılıkaya İgnimbriti olarak adlandırılmıştır. Beekman,1966 tarafından Kızılıkaya İgnimbriti Aksaray'ın Doğusunda yer alan Kızılıkaya köyü çevresinde tanımlanmıştır. Kapadokya volkanik provensi'nin en yaygın birimidir. Bu birim Dikilitaş köyünün Kuzey ve Kuzeydoğusunda yer almaktadır (Fotoğraf 5.6).

Kızılıkaya İgnimbriti'nin ayırma yüzeyi açık pembe renkli, taze yüzeyi bejdir. Dik yönde gelişen soğuma çatlakları ve kolonsu yapıları sahada görülebilmektedir (fotoğraf 5.6).



Fotoğraf 5.6. Dikilitaş köyü civarında bulunan Kızılkaya İgnimbriti

5.8 Çatalca Konglomerası

Bu birim çalışma alanı içerisinde Çatalca konglomerası Kömürcü Evi ve etrafı, Tavşan Çukur Sr. ve Hevke Tepenin Güneyinde yer almaktadır. Atabey ve diğ. 1986, bu birimin Kuvaterner yaşlı çakıltaşları olduğunu tespit etmişlerdir. Yetiş (1978) Elekgölü Köyünün kuzeydoğusunda bulunan Çatalca Tepesi'ne özgü gözlemlenen genellikle kötü boylanmış, yarı köşeli, büyük bir kısmı kireçtaşı çakıllarından oluşmuş bu birime Çatalca konglomerası ismi verilmiştir.

Beyhan (1994), Sulucaova-Dünderlı Köyleri arasında yüzeyleyen bu birimin Kelerdere Deresi'nde görülmesinden dolayı Kelerdere formasyonu ismini vermiştir. Woldegiorgis, 1993, bu birime Oligosen yaşını vermiştir. Çalışma alanında Çukurbağ formasyonunun Kılıçöreni konglomerası üyesi olarak tanımlamıştır.

Alkazak 2003, Çatalca konglomasının mostralarında yaptığı incelemelerde seyrek olarak keskin köşeli, genelde yuvarlak kötü boylanmış, değişkenlik gösteren kalınlık ve boyutlarda, taze yüzeylerin ise beyaz- grimsi olduğunu belirtmektedir.

Yetiş 1978,'e göre bölgenin tektonik evriminin Kuvaternere kadar sürerek, genç alpin dönemin pasadoniyen fazından etkilendiğini belirtip, Çatalca konglomasını Aladağ birliğine ait birimlerden malzeme almasıyla oluştuğunu ileri sürmüştür.

5.9 Alüvyon

Çalışma alanının Batı ve Doğu sınırlarında yer almaktadır. Genel olarak akarsu ve sellerin bıraktığı tutturulmamış malzemeler olarak tanımlanabilir. Alüvyon birimini çakıl, kum, kil gibi güncel sedimanlar oluşturmaktadır. Alüvyon birimleri genel olarak Kuvaterner yaşlı olarak kabul edilmektedir.

5.10 Yamaç molozu

Çalışma alanının batı bölgesinde yer alan en genç birimdir. Çoğunlukla çevre kayaç birimlerinden ayrılan blok – çakıl boyutundaki parçalardan oluşmaktadır. Özellikle vadilik alanlarda görülmektedir.

BÖLÜM VI

ARAŞTIRMA BULGULARI

Tez çalışmasında elde edilen sonuçlar maden jeolojisi, mineraloji-petrografi ve jeokimyasal sonuçlar olarak üç bölüme ayrılmıştır. Bu üç bölüm kendi içinde farklı alt bölümler olarak sınıflandırılmıştır.

6.1 Maden Jeolojisi

Dünderli – Dikilitaş ve Sulucaova köyleri arasında yer alan ve günümüzde ekonomik olarak dönem dönem çalışan sadece üç adet kromit ocağı mevcuttur. Bu yataklar Ballık Tepe ofiyoliti içerisinde yer almaktadır. Kromit ocaklarının arazi çalışması sırasında, cevher fiyatlarının ekonomik olmaması sebebiyle, kapalı olmasından dolayı özellikle ofiyolitin güneyinde yer alan yer altı işletmelerine girilememiş ve üretilen bilgiler sadece yüzey gözlemlerine dayandırılmıştır.

6.1.1 Lokasyon 1

Dikilitaş köyünün Güneydoğusunda 06.86.312D-42.17.733K koordinatlarında 1063 rakımda işletme amacı ile yaklaşık 5m derinliğinde ve 10m genişlikte açılmış arama yarması yer almaktadır (fotoğraf 6.1). Yarma içerisindeki kromit cevheri 1-2 cm ile 20-25 cm kalınlığında olup devamlılığı bulunmamaktadır. Cevher kristalleri oldukça ince tanelidir. Yarma içinde Olivin – kromit birlikteliği olan cevher zonu kalınlığı 10 cm'den başlayarak 140 cm'ye kadar çıkabilmektedir. Bu alanda dünit - kromit ritmik cevher zonu doğrudan K-G yönlü olup eğimide yaklaşık 80-85' GD'dur. Olivinler, alterasyon sonucunda kahve renk almış olup içerisinde proksenin mineralleri gözlenmemiştir. Özellikle kırıklarda kırık hattı boyunca gerçekleşmiş olan serpantinleşme sonucu kayalarda sabunsu özellikte kaygan yeşilimsi bir yüzey meydana gelmiştir. Cevherli zon içerisinde yer yer 1-3 cm arasında uzun eksen ile kısa eksen 1 cm olan dünit podları yer almaktadır (fotoğraf 6.2). Dünit podları içerisinde %5-%8 arasında bulunan kromit mineralleri ayırt edilebilmektedir.



Fotoğraf 6.1. Dikilitaş köyünün Güneydoğu istikametinde işletme amacı ile açılmış yarma, koyu renkli olanlar kromit cevher, açık renkli olanlar dunitlerdir

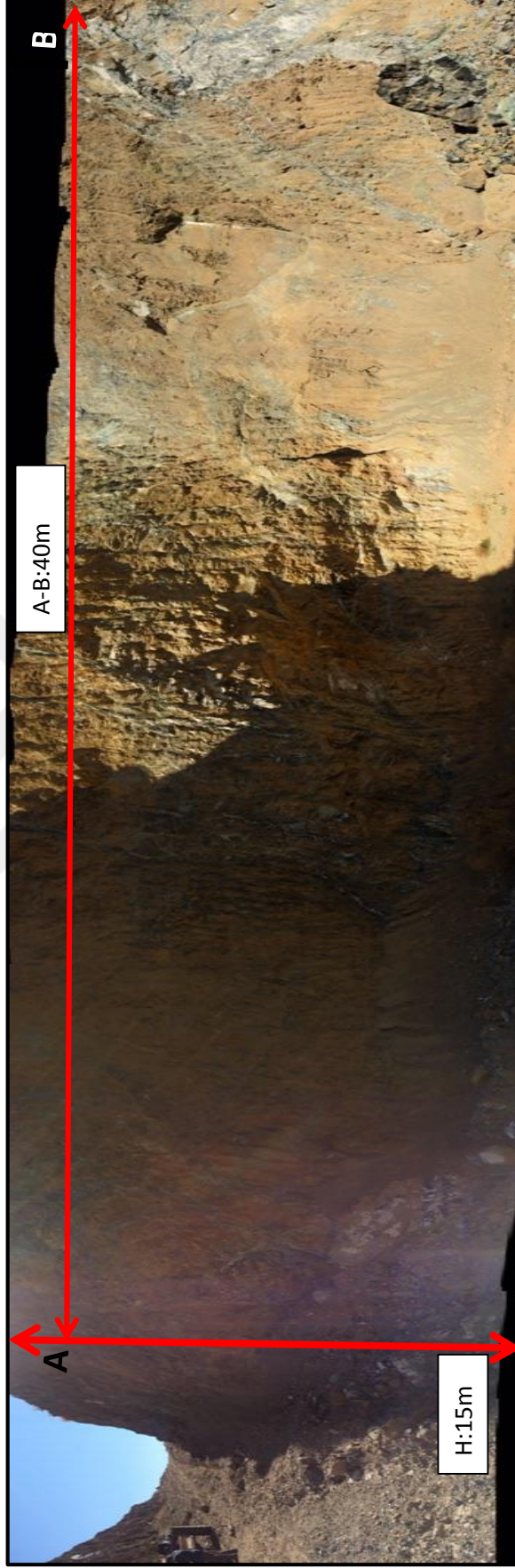


Fotoğraf 6.2. Cevher içerisindeki dunit podları

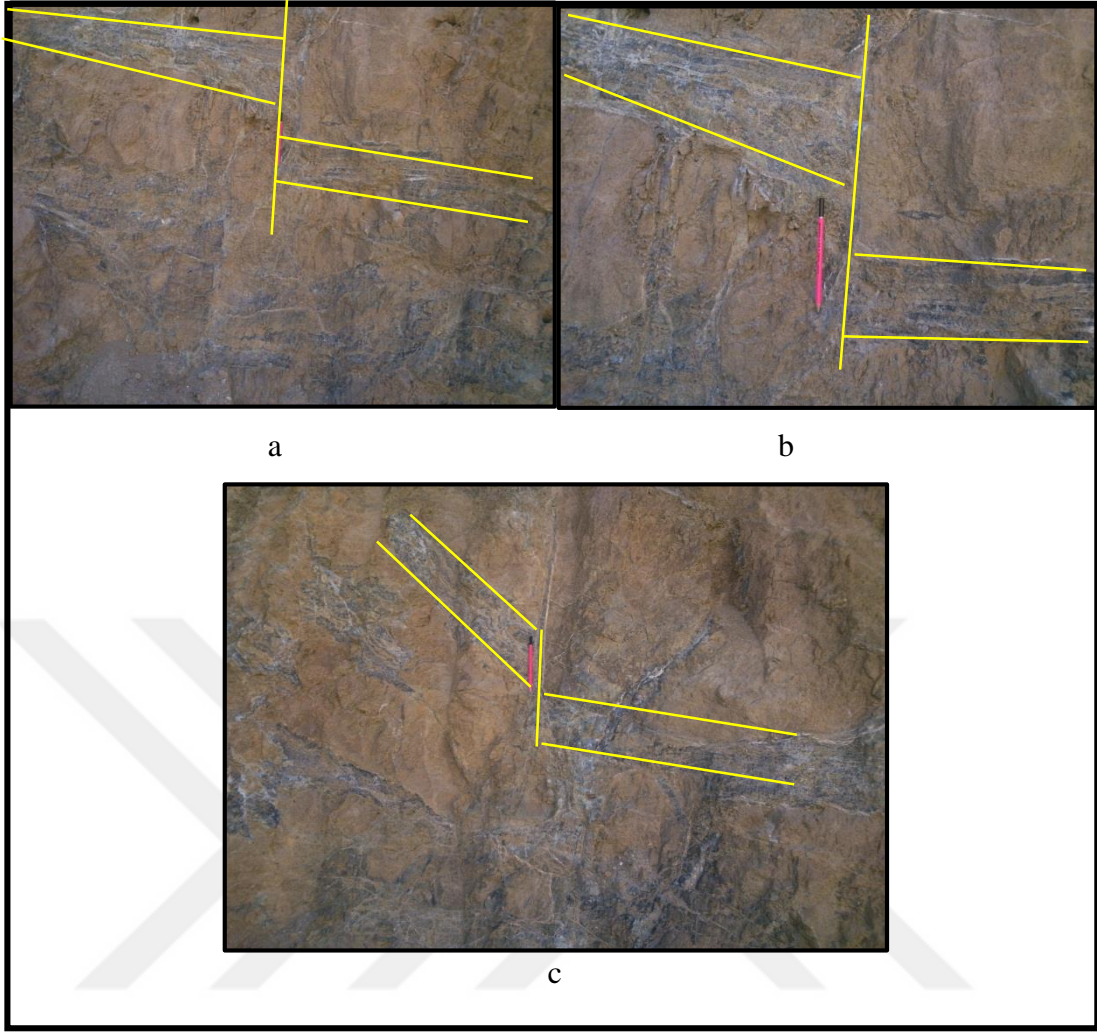
6.1.2 Lokasyon 2

Ballık Tepe’de 06.86.680D-42.17.523 K koordinatlarında 1062 rakımda açık işletme için 15 m derinliğinde yaklaşık 40 m genişliğinde üst seviyesinde toprak bulunan açık ocak işletmesi bulunmaktadır (Fotoğraf 6.3).

Ocak içerisindeki cevherler, dünit-kromit ritmik aralanması ile yer yer 1 m kalınlığa ulaşabilmektedir. Dünit kromit ritmik aralanmalı zonda bulunan kromit cevheri küçük taneli ve 0,5 mm’nin altındadır. Cevherleşme yumuşak bir zon içinde bulunup yerleşme sırasında ve sonrasında tektonik olaylardan oldukça etkilenmiştir (Fotoğraf 6.4). Ana cevher zonu L şeklini almıştır. İçerisinde 40-50 cm aralığında değişen oranlarda düşey atımlı ve oblik atımlı faylar rahatlıkla görülebilmektedir (Fotoğraf 6.4).



Fotoğraf 6.3. Ballık Tepe'de açık işletme amacı ile açılmış ocak



Fotoğraf 6.4. (a,b ve c) İnceleme alanında görülen düşey atımlı oblik atımlı faylar

6.1.3 Lokasyon 3

Çalışma alanı içerisinde bulunan harzburjitlerin altere yüzeyleri kahverengidir. İçerisinde piroksen minerallerinin parlaklığı tipik karakteristik özelliktedir. Piroksen kristalleri 4-5 mm boylarına ulaşabilmektedir.

Makro gözlemlerde kayaç içerisinde ~%20 piroksen bulunmaktadır. Harzburjitler bol kırıklı yapıdadır. Kırıklar iki yönde gelişmiştir. Kırıklar birbirine dik olup kare ve küp şeklinde bloklara ayrılmış formdadır. Kare ve küplerin boylarının 5 cm ile 20-25 cm arasında olduğu gözlemlenmiştir (Fotoğraf 6.5).



Fotoğraf 6.5. Kare ve küp Şeklinde kırıklara ayrılmış harzburgit.

6.1.4 Lokasyon 4

Çalışma alanı içerisinde Ballık Tepe güneyinde bulunan 06.86.830D-42.17.390K koordinatlarında 1585 rakımda bulunan peridotitler içerisinde manyezitleşmeler gözlenmiştir. Peridotitler içerisindeki kırıklarda 4-5 cm kalınlığındaki manyezit oluşumları çok rahat ayırt edilebilmektedir. Manyezit yüzey Şartlarında kirli beyaz, kırıldığında ise rengi süt beyaz Őeklinindedir. Manyezit damarları bir aė gibi kayacı sarmaktadır. Kalınlığı 5 cm uzunlukları yer yer 1 metreye kadar çıkabilmektedir. (Fotoğraf 6.6).

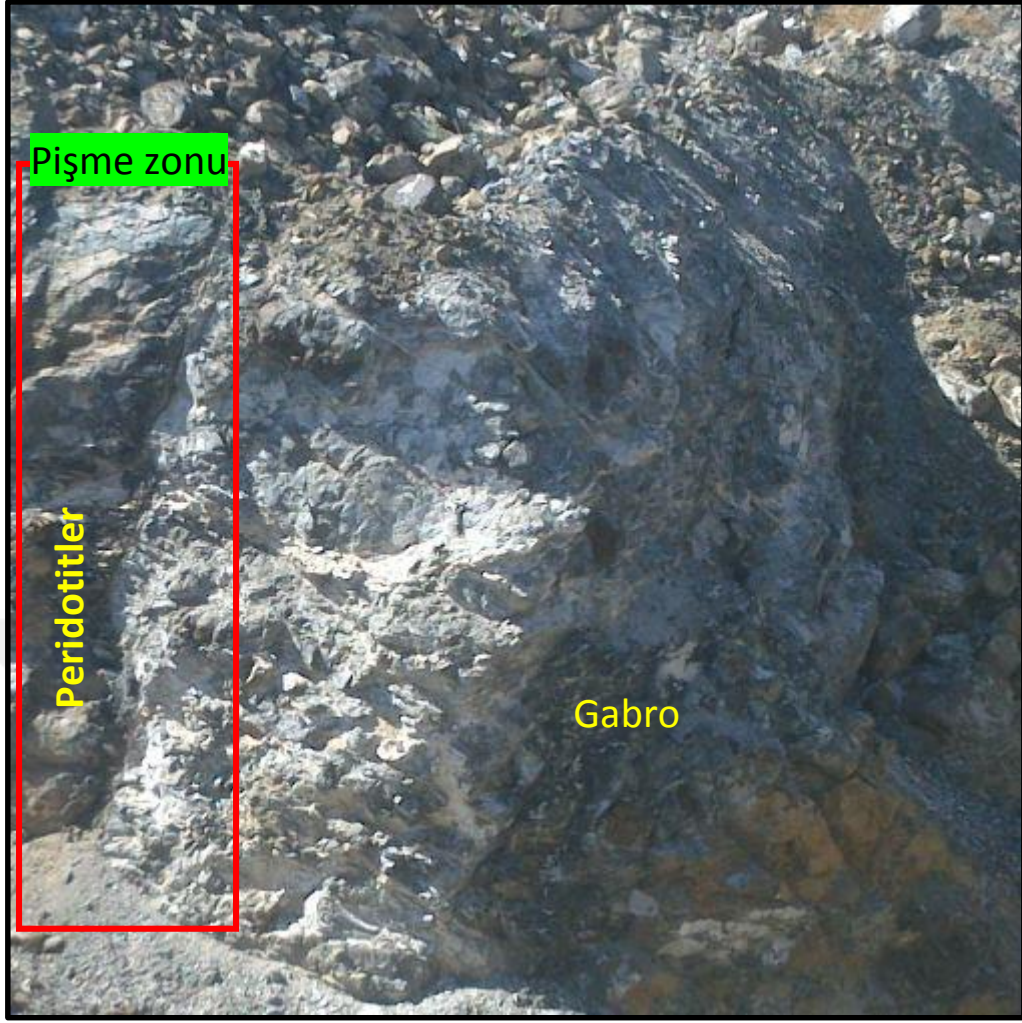


Fotoğraf 6.6. Peridotitler içerisinde oluşan manyezitleşmenin görünümü.

6.1.5 Lokasyon 5

Ballık Tepe güneyinde açık ocak içinde 2m kalınlığında yüzeye kadar ulaşan gabro dayk peridotitleri dik konumda keser durumundadır. Dayk ile peridotitler arasındaki sınır oldukça belirgindir. Gözlemsel olarak daykların rengi ve konumu net olarak görülmektedir.

Dayk ile içerisine yerleştiği peridotit sınırında belirgin bir pişme zonu net olarak izlenmektedir. Pişme zonunun kalınlığı 0.5m civarında olup, dayk kontağından başlar koyu renkle başlayıp dayktan uzaklaştıkça gri tonlara geçmektedir. Buda peridotitlerin içerisinde daykın yerleştiğinin ve etraftaki kayalardan daha sıcak olduğunu göstermektedir (fotoğraf 6.7).



Fotoğraf 6.7. Ballık Tepe'nin güneyinde bulunan açık ocaktaki peridotitler içerisinde yerleşen gabro dayk, kırmızı kare ile sınırlandırılmış alan pişme zonunu göstermektedir

6.1.6 Kromit cevher tipleri

Dikilitaş – İçmeli arasındaki ocak ve mostralarda Türkiye'nin bir çok yerinde görülen podiform tip kromit cevheri yer almaktadır. Bu cevher tipleri masif, nodüler, bantlı ve saçınımlı cevher olarak yer almaktadır. Ayrıca bu cevher tiplerinden en az ikisinin bir araya gelmesiyle oluşan karışık tip cevherlerde bulunmaktadır.

6.1.6.1 Masif kromit cevheri

Masif tipe ait kromit cevherleşmeleri, çalışma alanı içerisinde en çok bulunan cevherleşme tipidir. Mostralarda genelde 0.5m ile birkaç metreyi geçmeyen merccekler şeklinde görülür (Fotoğraf 6.8,6.9). Masif cevher makro görünüşleri diğer cevher tipleri ile

karşılaştırıldığında kromit kristal boyutları göreceli olarak daha büyüktür ve gözle çok rahat ayırt edilebilmektedir.

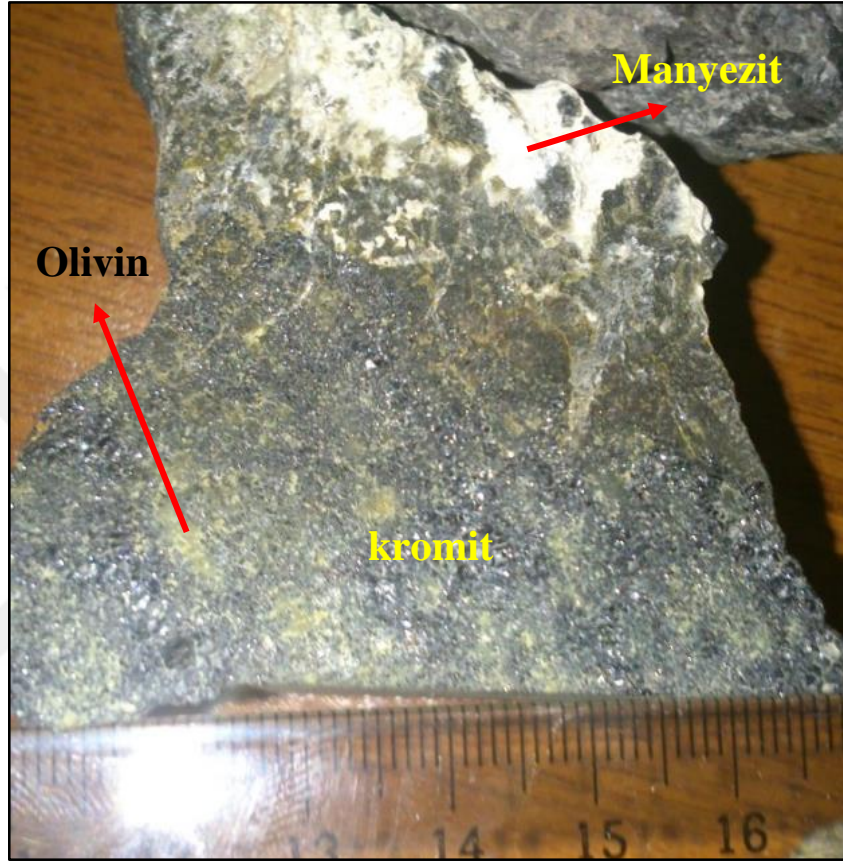


Fotoğraf 6.8. Çalışma alanındaki masif kromit cevher örneği



Fotoğraf 6.9. Çalışma alanında küçük ölçekli merceğimsi yapıdaki kromitler

Masif cevher tiplerinde kromit kristallerin hacimsel oranı %90-%95'e kadar çıkabilmektedir. Cevher içerisinde bulunan tipik zeytin yeşili renkteki olivinlerin oranı yer yer %10-15 seviyelerine kadar çıkabilmektedir. Cevherlerin özellikle kenar zonlarındaki kırıklarda kalınlıkları 15-20 cm'ye ulaşan manyezitleşmeler görülmektedir (fotoğraf 6.10).



Fotoğraf 6.10. Çalışma alanından alınan cevher örneğinin kenarlarında meydana gelen manyezitleşme

6.1.6.2 Bantlı kromit cevheri

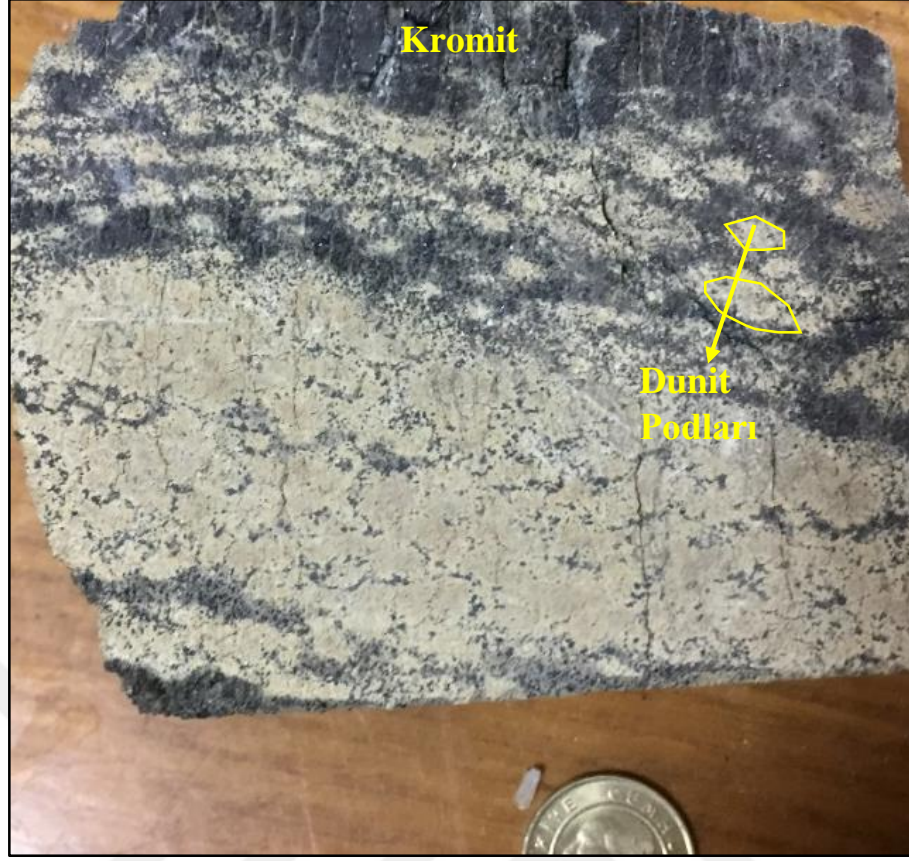
Bantlı cevher çalışma alanında çok sayıda mostra ve ocakta yer almaktadır. Bantların kalınlıkları 0.5cm ile 2-3cm arasında değişiklik gösterir (fotoğraf 6.11). Bu bantlar ritmik aralanmalı olup araları olivin bantları ile doldurulmuştur. Olivinler serpantinleşme derecelerine göre sarımsı kahverengiden siyaha kadar değişmektedir.



Fotoğraf 6.11. Çalışma alanında gözlenen bantlı kromit cevher örneği



Fotoğraf 6.12. Çalışma alanında gözlenen bantlı kromit cevher örneği



Fotoğraf 6.13 Çalışma alanında bantlı kromit cevher örneği

6.1.6.3 Saçınımlı kromit cevheri

Saçınımlı cevher tipi genelde masif cevherlerin dış zonlarında bulunmaktadır. Bu cevher tipinde el örneklerinde dahi kromit kristallerinin yoğunluğu %10-15 ve %25-30 arasında değişmektedir. Kristal boyutları masif cevhere oranla daha küçük daneli olup araları olivin kristalleri ile doldurulmuştur. Kromit kristallerinde herhangi bir yönelme tespit edilememiştir. Saçınımlı cevher zonları maksimum 1 metreye kadar kalınlık sunmakta olup yanal kalınlıkları 3-4 metreyi geçmemektedir (fotoğraf 6.14, 6.15).



Fotoğraf 6.14. Çalışma alanından alınan saçınımlı kromit örneği

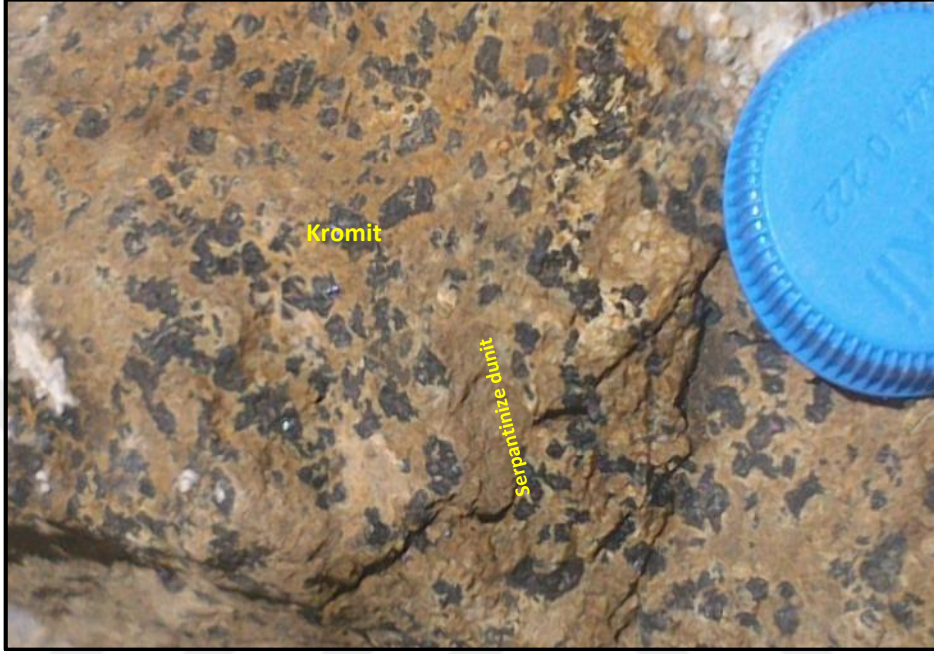


Fotoğraf 6.15. Çalışma alanından alınan saçınımlı kromit örneği.

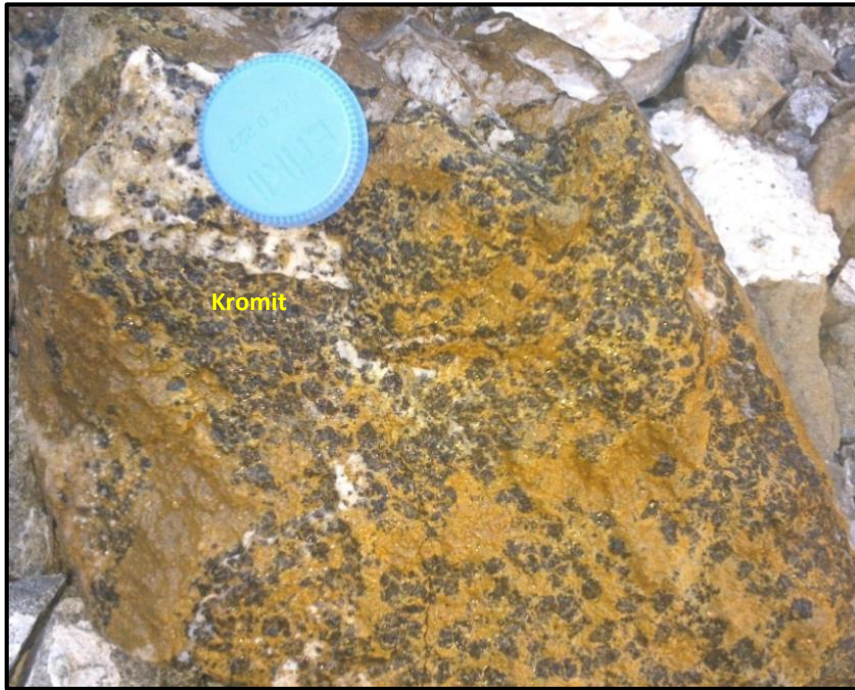
6.1.6.4 Nodüler kromit cevheri

Nodüler kromit cevheri sahada özellikle ofiyolitin Güney kesiminde sıkça rastlanır. Nodüllerin uzun eksenleri 1 cm'den küçük olup ortalama 0.5 cm civarındadır. Nodüller

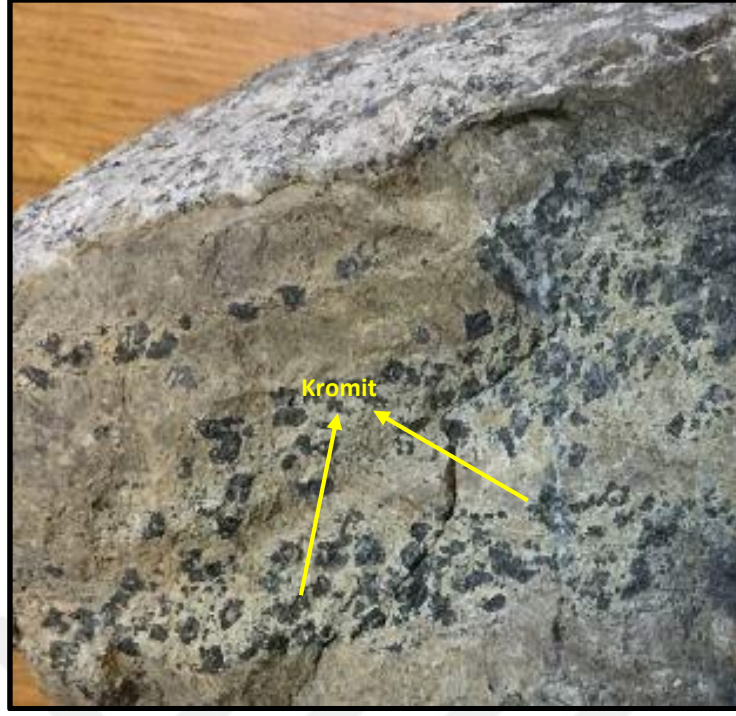
düzensiz yapıda olmasına rağmen uzun eksenleri genel yapıda birbirine paraleldir. Birbirini kesen nodüle rastlanılmamıştır. Nodüller arası sarımsı kahve serpantinize dünitte oluşur (fotoğraf 6.16). Bu özellikleri ile Alpin tip veya podiform kromitlerin tipik özelliklerini yansıtmaktadır.



Fotoğraf 6.16. Çalışma alanında bulunan nodüler cevher örneği (Sarımsı renkte olan kayaç serpantinize dünitte)



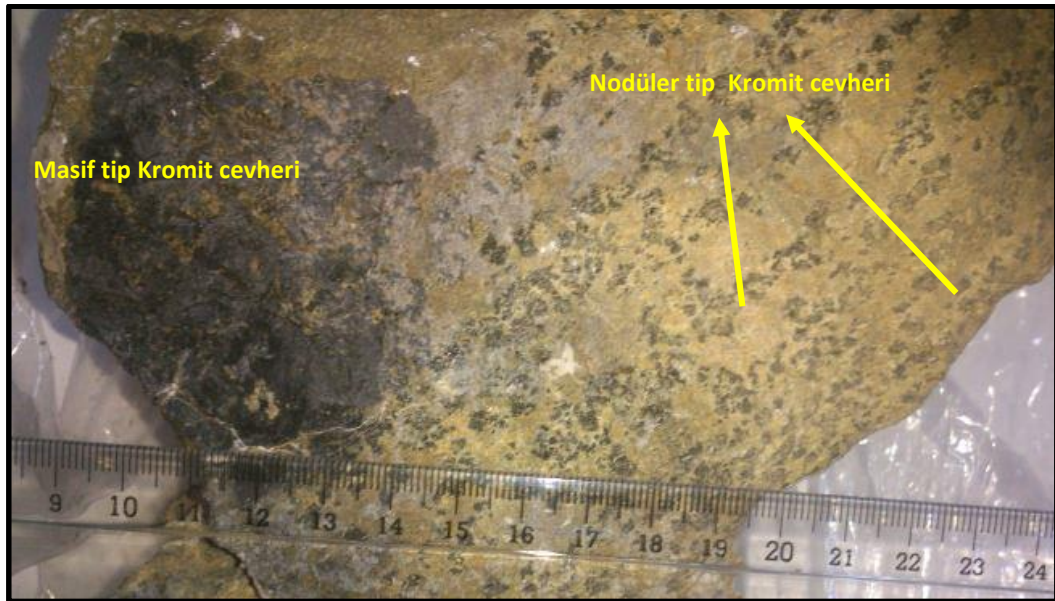
Fotoğraf 6.17. Çalışma alanında bulunan Nodüler kromit cevher örneği



Fotoğraf 6.18. Çalışma alanında bulunan Nodüler kromit cevher örneği

6.1.6.5 Karışık tip kromit cevheri

Masif, nodüler, bantlı ve saçınımlı cevherin en az iki tipin bir araya gelmesi ile karışık tip cevher tipi meydana gelmiştir. Fotoğraf 6.19’ da masif ve nodüler tip kromitin oluşturduğu karışık tip cevher örneği görülmektedir.



Fotoğraf 6.19 Çalışma alanında bulunan karışık tip cevher örneği

6.2 Mineraloji-Petrografi

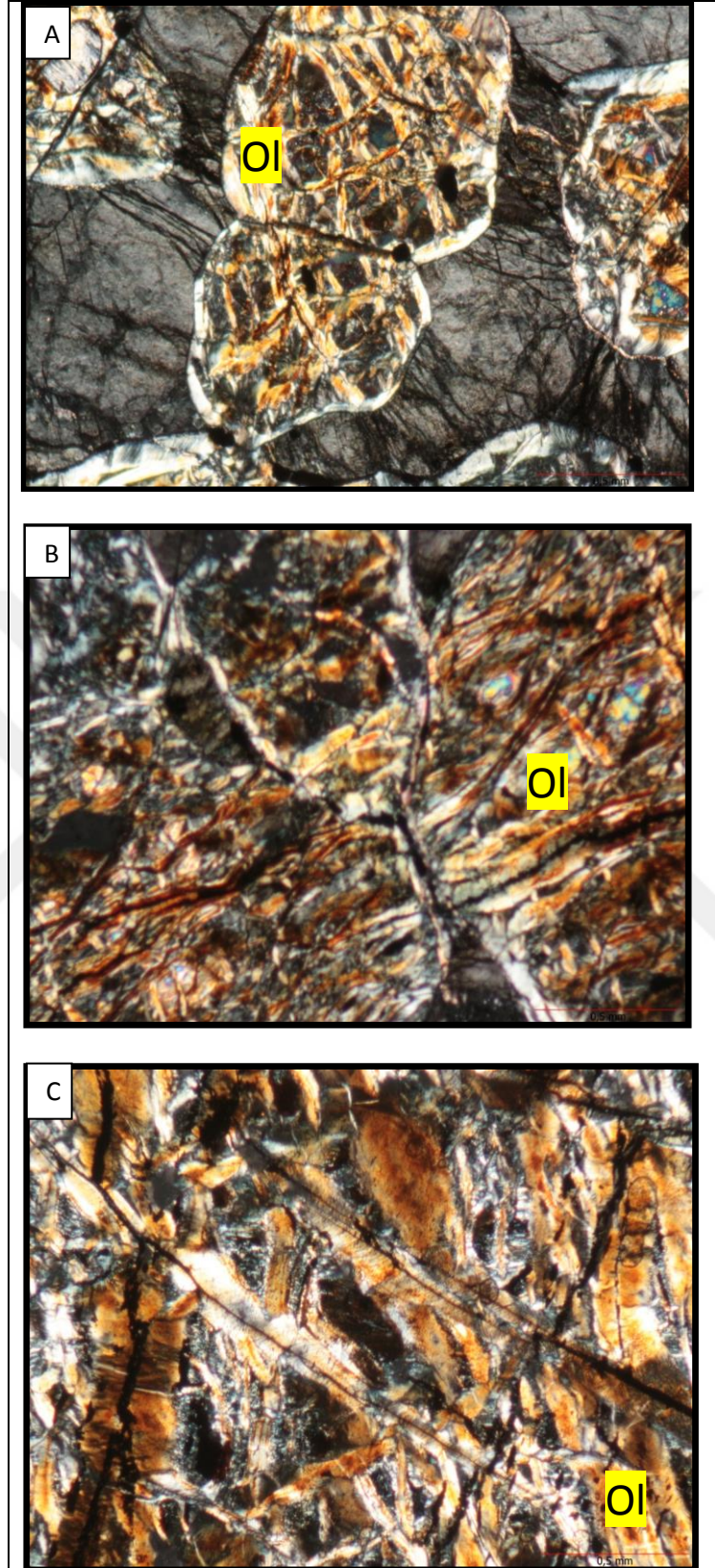
Çalışma alanı içerisinde kayaç ve cevher örneklerinden kesitler yapılmıştır. Kayaç kesitleri ince kesit olup alttan aydınlatmalı polarizan mikroskop ile cevher kesitleri ise parlak kesit olup üstten aydınlatmalı cevher mikroskobu ve SEM cihazı ile mineralojik - petrografik determasyonları yapılmıştır.

6.2.1 Mineralojik – petrografik incelemeler

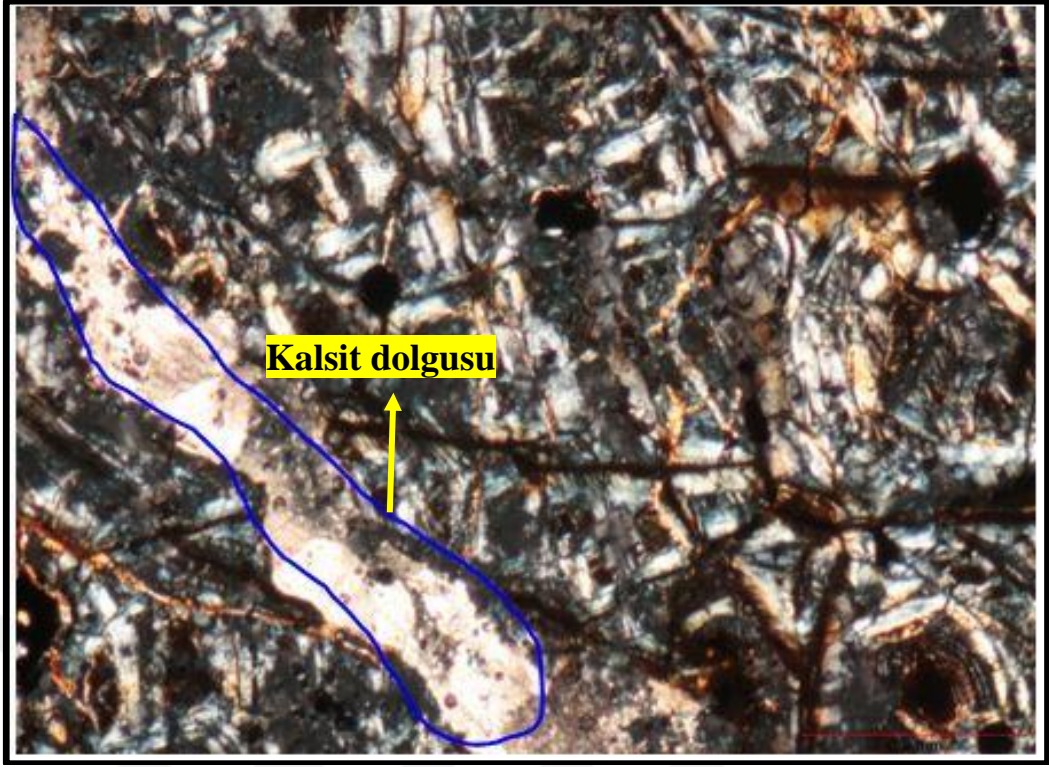
Kromit cevherinin yan kayacı ve içerisinde bulunduğu kayaçlar olan olivinler ve hazburjitler konu edinmiştir. Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki mineralojik-petrografik çalışmalar ortaya konulmuştur.

Kromit cevherinin içerisinde yer alan olivinler öz şekillerini tamamen yitirerek meç dokusu yapısını alarak serpantinleşme sonucu serpantinitlere dönüşmüştür. Her ne kadar kayaç serpantinleşmişse de olivinlerin ilksel kristal boyutları birçok kesitte net olarak izlenebilmektedir. Relikt olivin parçaları nispeten küçük boyutta, yaklaşık 100 µ bazı kesitlerde kendine has karakteristik renklerde izlenebilmektedir (Fotoğraf 6.20 a-b-c).

Ofiyolitin özellikle kireçtaşlarına yakın bölümlerinde alınan örneklerde yer yer damar yapısında kalsit dolguları mevcuttur. Bu kalsit dolguları muhtemelen etraftaki kireçtaşlarının yüzey koşullarında çözünmesi sonucu açığa çıkan kalsiyumun tekrardan CaCO_3 olarak çökmesi sonucu meydana gelmiştir (fotoğraf 6.21). Bu kesitler içerisinde yer yer çok küçük taneli ve genelde öz şekilli yaklaşık 150 – 200 µ boyutunda kromit kristalleri bulunmaktadır.



Fotoğraf 6.20. A-B-C. Olivinlerin tamamına yakını serpantinize olarak, kayaç serpantinite dönüşmüştür. Relikt olarak olivinler çok az izlenmektedir. Olivinler tipik ağsal-meç dokusuna sahiptir (Ol: Olivin)



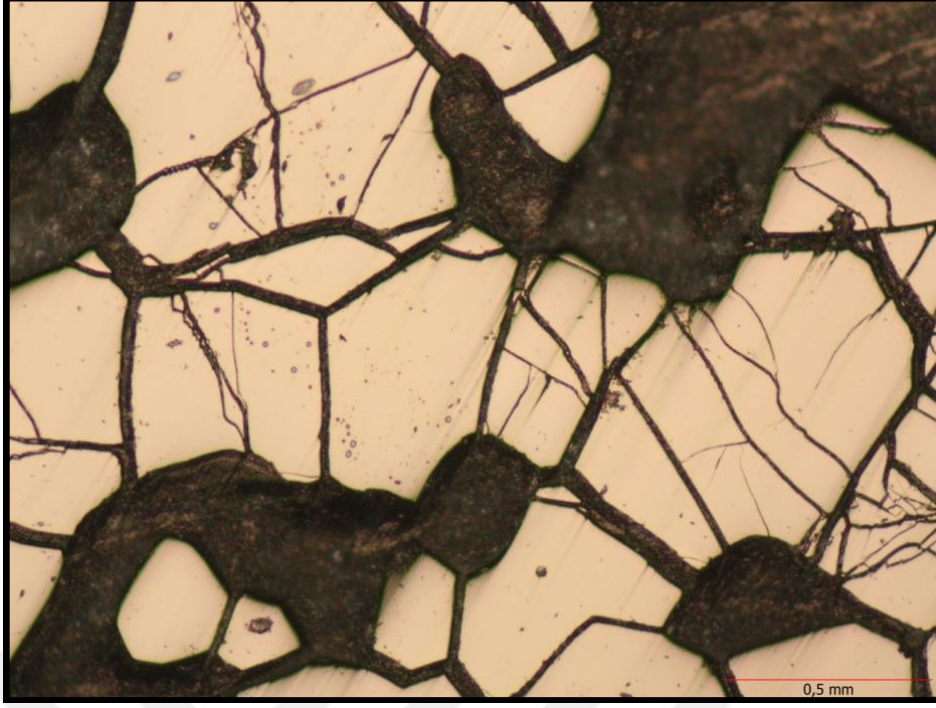
Fotoğraf 6.21. Kromit Cevheri içerisindeki kalsiyumun tekrardan CaCO_3 olarak çökmesi sonucu meydana gelen damar yapılı kalsit dolgusu

6.2.2 Kromit cevheri mikroskop çalışması

6.6.2.1 Cevher mikroskopu çalışmaları

Kromit cevher örneklerin parlak kesit incelenmesi sonucunda mineraloji-petrografi açısından aşağıdaki sonuçlar elde edilmiştir.

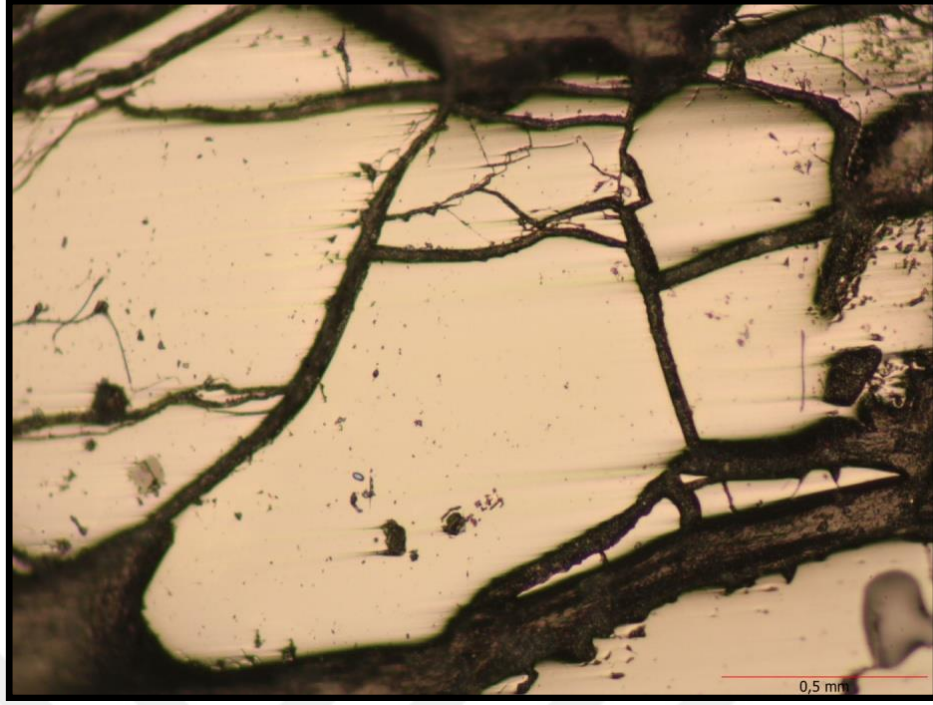
Kromit cevherini oluşturan kromit mineralleri yoğun tektonizma etkisi altında kalarak kristaller parçalara ayrılarak kataklastik bir yapı kazanmıştır (fotoğraf 6.22).



Fotoğraf 6.22. Tektonizma sonucu kromit kristalleri parçalanarak kataklastik bir yapı kazanmıştır

Yapılan mikroskop çalışması sonucunda öz şekilli kromit mineraline rastlanılmamıştır. Genel olarak kristaller 0,5 mm den daha küçük parçalara ayrılmıştır. Kristallerin kırılma düzlemlerinin genel anlamda 2 yönde olduğu gözlenmiştir.

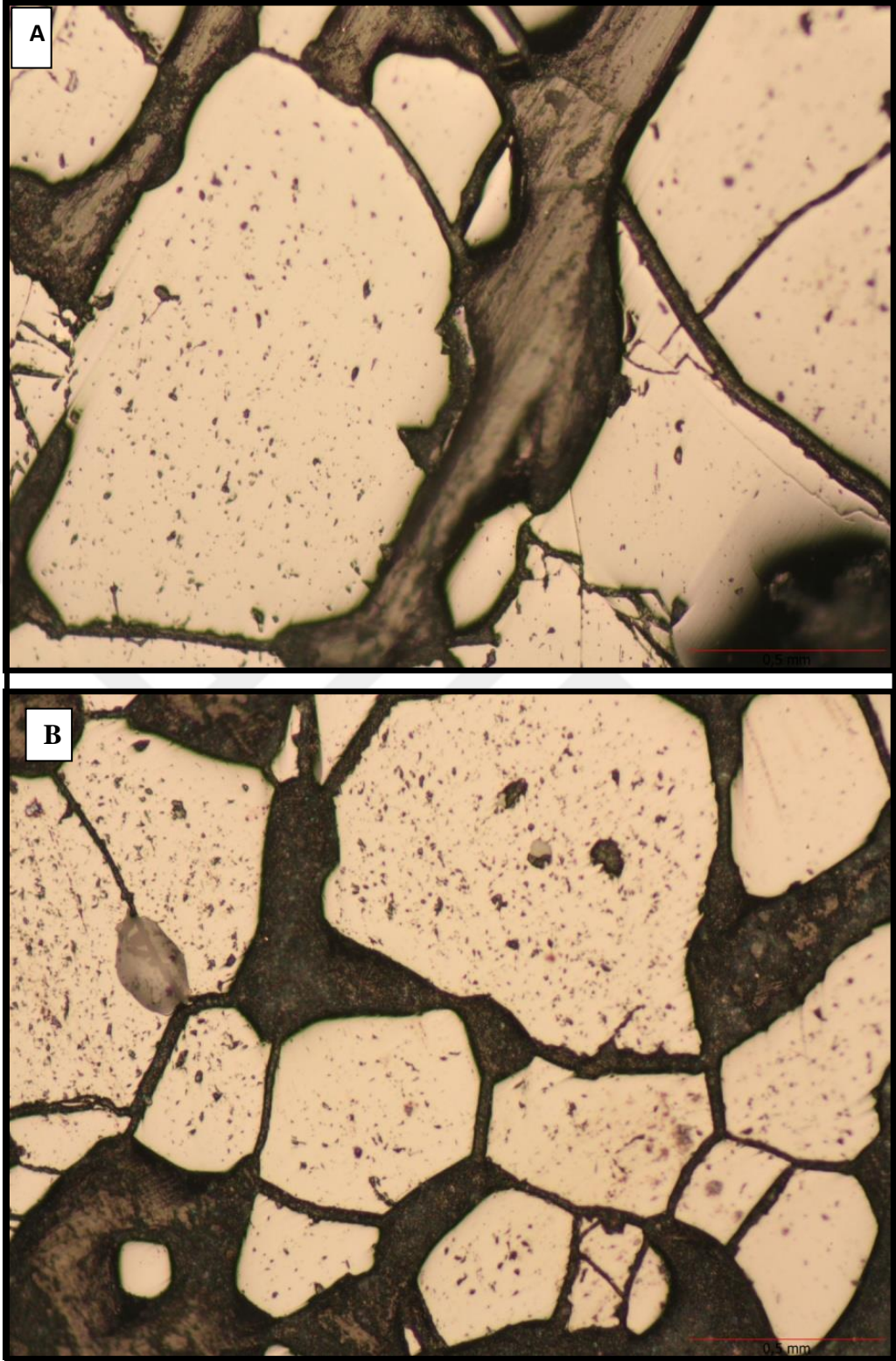
Kırık düzlemleri genel anlamda yaklaşık birbirine dik konumlu olup 75° - 85° açılı konumdadır. Buna göre çalışma alanı içerisindeki kromitlerin içerisinde bulunduğu ofiyolitik kütlelerin okyanus ortasından kara üzerine bindirmesi sırasında 2 yönde ve birbirine yaklaşık dik yönde kuvvetlerin arasında kaldığı söylenebilir (Fotoğraf 6.23).



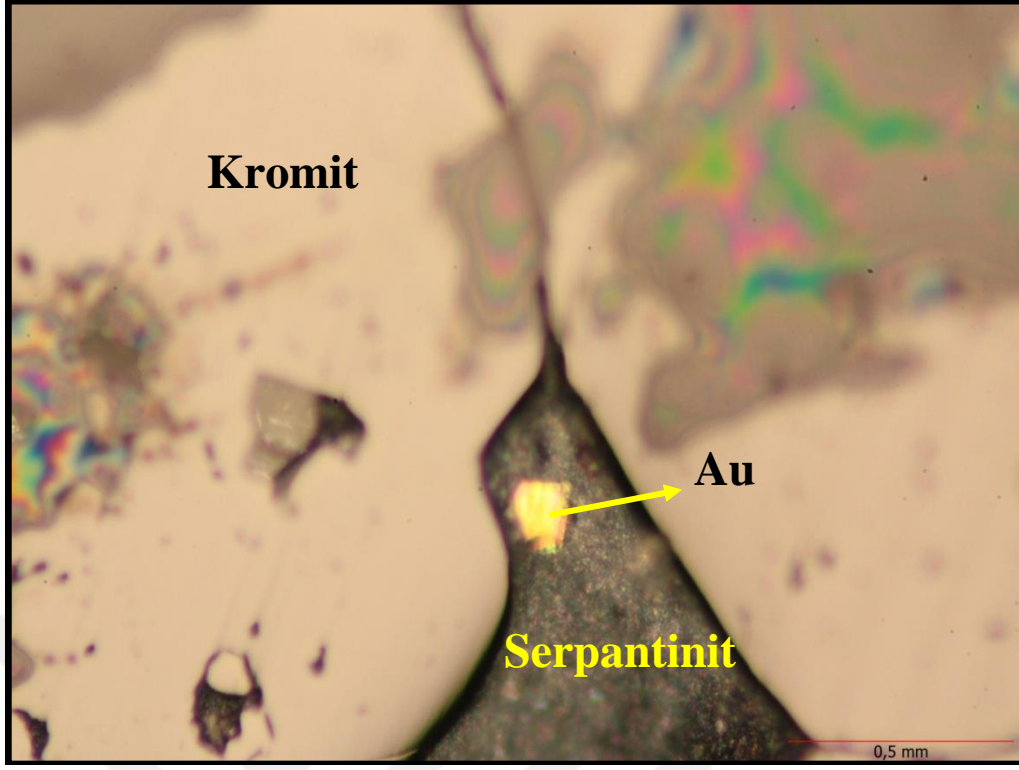
Fotoğraf 6.23. Tektonizma sonucu kromit kristallerinde 2 yönlü gelişen kırık sistemleri

Kromit kristalleri içerisinde boyutları 10-100 μm arasında değişen muhtemelen silikat (olivin?) inklüzyonlar yer almaktadır. Bu inklüzyonlar bazı kristaller içerisinde belli bir yönelim sunarken bazı kristaller içerisinde ise her hangi bir yönelim sunmamaktadır. Yönelim olması bunların katılmasından yüksek basınç altında olduğunu ifade edebilir (fotoğraf 6.24 a-b).

İncelenen kesitlerin tamamında millerit veya diğer nikel minerallerine rastlanılmamıştır. Bir kesitte kromit kristalleri arasını dolduran serpantinler içerisinde nabit Au olabilecek bir kristal mevcuttur (fotoğraf 6.25). Bu kristal 100x100 μm kadar boyutlarında olup yüksek iç yansımaları ve kenarlarında herhangi bir alterasyon görülmemesi nedeniyle Au olduğu tespit edilmiştir. Altın oluşum ortamı bakımından düşünüldüğünde ofiyolitlerin içerisinde olma imkânı bulunmamaktadır. Çalışma alanı kuzeyinde yer alan listvenişmeler bulunmaktadır. Buna göre listvenişlenme sırasında kromit cevherinin kırık ve çatlaklarında listvenitleri oluşturan sıvıların etkilendiği anlaşılmıştır. Au kristalide bu listvenişlemenin ürünüdür.



Fotoğraf 6.24. a-b. kromit kristalleri içinde görülen muhtemelen slikaat yapısında mikron boyutunda inklünizyonlar



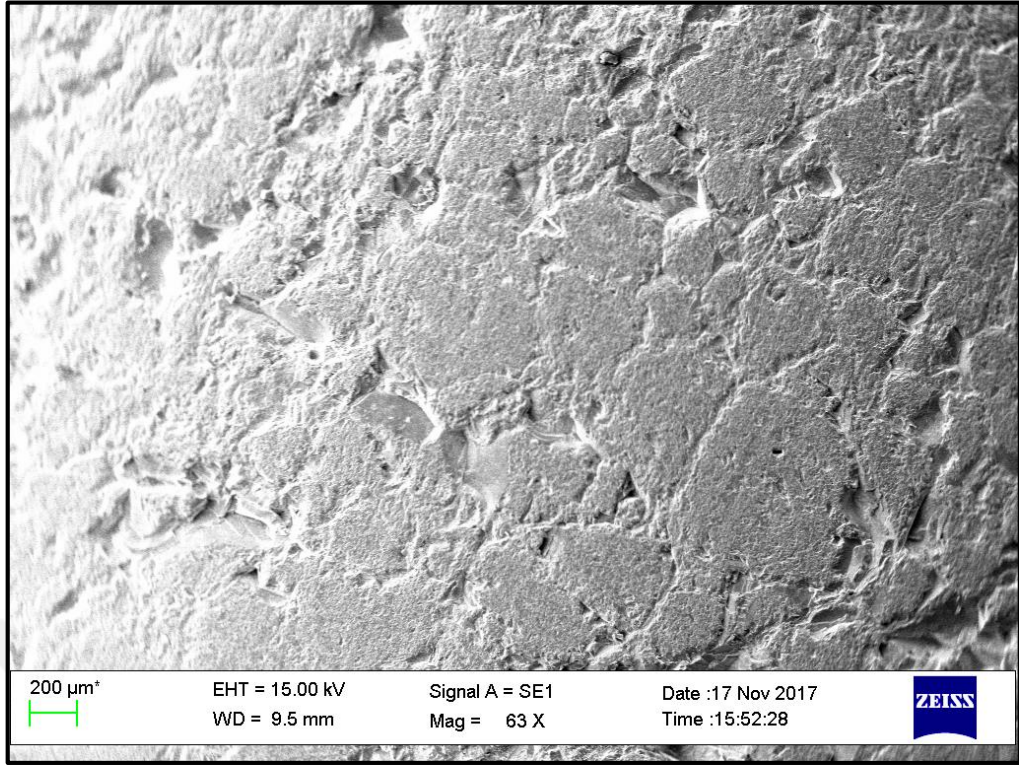
Fotoğraf 6.25. Kromit kristalleri arasında hidrotermal bir getirimle gelmiş nabit altın tanesi

6.2.3 Elektron mikroskop çalışması (SEM)

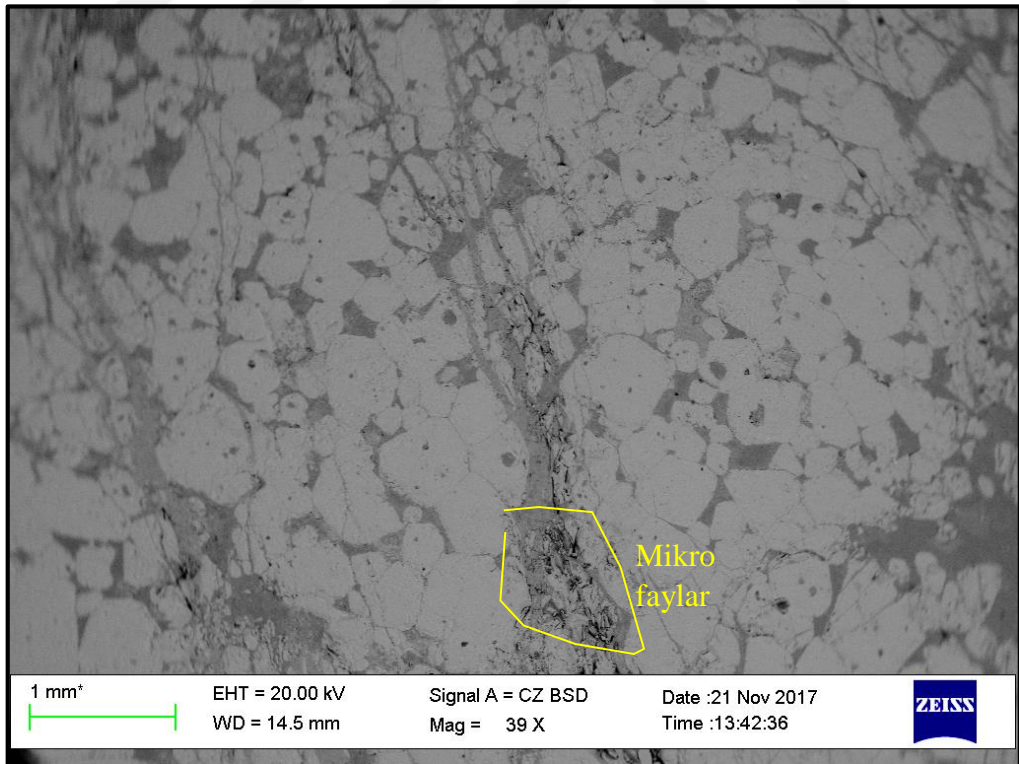
Çalışma alanı içerisinde alınan örneklerin mikro boyutsal özelliklerini ve mikrotektonik yapılarını ortaya çıkarmak için taramalı elektron mikroskop (SEM) çalışması yapılmıştır. Bu çalışmalar sonucunda aşağıdaki veriler elde edilmiştir.

SEM çalışmasında alandan alınan masif cevher örneğinin genel görünümü fotoğraf 6.26’te verilmiştir. Masif cevher örneklerini temsil eden iri boyutlu, ortalaması 0.8-1 mm kristal boyutuna sahip cevherler oluşturmaktadır. Bu cevher tipleri tektonizmadan dolayı kataklazma geçirilerek kataklastik özellik kazanmışlardır. Bu yapının içerisinde mikro faylar (fotoğraf 6.27), çek-ayır (pull-apart) yapıları gelişmiştir (fotoğraf 6.28).

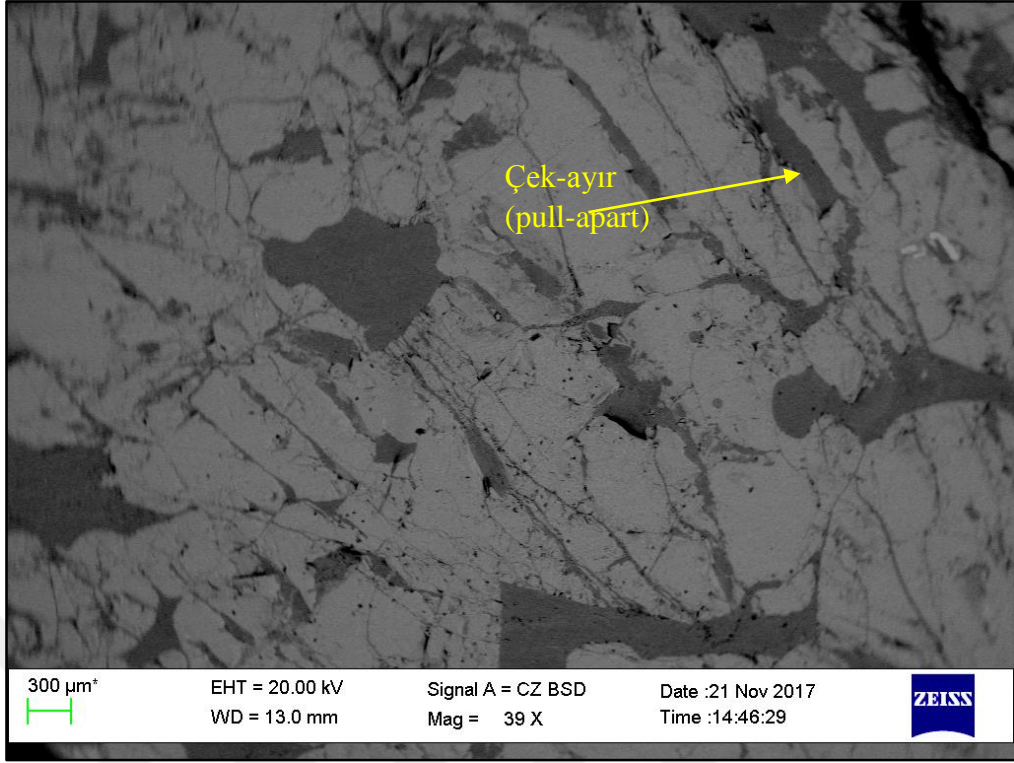
Kristaller kenarları boyunca birbirlerine kenetli konumda olup sıkı paketlenme özelliği göstermektedir. Bu özellikler tüm masif cevher tipleri için karakteristikdir. İncelenen örneklerin tamamında kromit kristalleri içerisinde muhtemelen birincil yapıda inklünizyonlar mevcuttur. Bu inklünizyonlar silikatla gerçekleşmiştir.



Fotoğraf 6.26. Masif cevherin Elektron Mikroskobunda genel görünümü



Fotoğraf 6.27. Kromit cevherinde gözlenen mikro faylar



Fotoğraf 6.28. Kromit cevherinde gözlenen çek-ayır (pull-apart) yapıları

6.3 Jeokimyasal Analizler

Çalışma alanından toplam 10 adet cevher örneğinin içerdiği ana oksit ve iz elementlerinin belirlenmesi için XRF yöntemi ile analizleri yapılmıştır. Analizlerde elde edilen ana oksit değerleri; Cr_2O_3 : %2,47-%44,53, SiO_2 : %5,33-%37,38, Al_2O_3 : %0,55-%8,83, Fe_2O_3 : %10,48-%29,19, TiO_2 :%0,05-%0,29, Na_2O : %0,01-%0,12, MgO : %5,72-%34,08, SO_3 : %0,01-%0,22, CaO : %0,13-%2,58, MnO : %0,12-%0,26'dır. Ana oksitler ile birlikte ateşte kayıp oranları %1,06-%12,34 arasındadır (çizelge 6.3.1).

Çizelge 6.1. Kromit cevheri XRF analizi sonucunda elde edilen ana oksit oranları (%)

	SRK1	SRK2	SRK3	SRK4	SRK5	SRK6	SRK7	SRK8	SRK9	SRK10
Cr ₂ O ₃	35,33	35,23	2,47	27,32	17,34	24,00	17,3	8,34	22,57	44,53
Al ₂ O ₃	8,83	7,91	0,55	5,1	2,72	4,53	3,03	1,91	4,91	5,51
MgO	18,16	19,95	34,08	22,87	27,73	24,47	26,52	32,01	24,86	5,72
Fe ₂ O ₃ (t)	17,41	15,71	10,5	14,08	11,56	14,82	11,44	10,48	14,47	29,19
SiO ₂	15,56	17,37	37,38	23,06	30,46	24,98	31,11	36,69	27,19	5,33
SO ₃	0,22	0,02	0,02	0,02	0,01	0,04	0,14	0,02	0,11	0,01
CaO	0,58	0,23	0,28	1,71	2,58	1,07	1,04	0,13	0,15	1,57
MnO	0,15	nd	0,14	0,13	0,13	0,17	0,12	0,12	0,13	0,26
Na ₂ O	0,09	0,09	0,11	0,09	0,1	0,1	0,09	0,12	0,1	0,01
TiO ₂	0,29	0,22	nd	0,19	0,18	0,22	0,09	0,05	0,22	0,11
Ateşte kayıp	2,47	2,59	12,34	3,78	6,09	4,38	5,37	9,51	4,45	1,06
Toplam	99,09	99,32	97,85	98,35	98,90	98,78	96,25	99,38	99,16	93,30

Örneklerin iz element değerleri ise; Sc: 6,1-94,1ppm, V: 51,4-1020 ppm, Co: 172,1-600,5 ppm, Ni: 121,6-2969,9ppm, Cu:60,07-125,1ppm, Zn: 48,9-195,0ppm, Ga: 10,3-17,8ppm, Ge: 0,2-1,3ppm, Rb: 9,9-12,5ppm, Sr: 51,7-100,9ppm, Y: 0,0-4,1ppm, Zr:4,5-7,5ppm, Nb: 3,5-4,2ppm, Mo: 11,1-14,4ppm, Ba: 32,6-1078,1ppm, Hf: 3,3-11,5ppm, Sb: 0,6-49,9ppm'dir (çizelge 6.2).

Çizelge 6.2 Kromit cevheri XRF analizi sonucunda elde edilen iz element değerlerinin gösterimi (ppm)

Sc	94,1	18,8	14,3	19,2	11,9	22,6	61	6,9	49,1	6,1
V	850	620	51,4	570	411,9	550	415,7	281,1	600	1020
Co	392,3	325,7	240	232,8	200,1	353,7	172,1	245,7	309	600,5
Ni	676,4	1030,5	2969,9	121,6	1496,8	1299,4	2011,7	2489,8	1477	463,6
Cu	125,1	60,7	nd	nd	nd	93,7	nd	nd	126,1	nd
Zn	157,8	129,3	48,9	117,7	119,6	136,7	107,5	77,1	127	195
Ga	17,3	17,6	10,3	16,6	16,7	17,5	15,3	13	17,8	15,7
Ge	nd	nd	1,3	nd	0,9	0,2	0,8	0,8	0,2	0,8
Rb	11,5	11,2	10,9	11,6	11,7	11,2	12,2	11,4	12,5	9,9
Sr	60,4	60,4	59,8	60,3	69,1	68,2	55,7	51,7	56	100,9
Y	0,6	0	4,1	1,5	1,6	1,8	1,8	3,4	1,8	1,7
Zr	4,7	4,5	7,5	5,4	6,2	5,7	5,6	5,8	4,7	5,7
Nb	4,4	3,8	3,5	4	3,4	3,6	3,5	3,6	4,2	4,1
Mo	14,4	12,7	13,4	12,9	13,5	12,5	12,3	11,1	12,9	14
Ba	1078,1	85,1	32,6	112	165,9	120,6	535,2	nd	551,2	45,1
Hf	5,6	7,7	9,3	9,4	8,7	7,3	10,6	11,5	6,8	3,3
Sb	49,9	1,9	1,7	1,6	0,6	6,7	27,2	0,9	23,1	nd

Kromit cevherinin iki ana bileşimi bulunmaktadır. Bunlar kromit (FeCr_2O_4) ve Olivin ($(\text{Fe,Mg})_2\text{SiO}_4$)'dir. Bu iki mineralden kromit minerali için Cr_2O_3 ve olivin için SiO_2 değerleri önemlidir.

Kromit kristali bir spinel olup AB_2O_4 genel formülü ile ifade edilir. Bu formül içinde kromit kristal kafes yapısında A^+ elementi Mg^{+2} , Fe^{+2} , Zn^+ , Co^{+2} , ve Ni^{+2} elementleri B^{+3} elemneti ise Cr^{+3} , Fe^{+3} , Al^{+3} , V^{+3} , Cu^{+3} ve Ti^{+4} element atomları tarafından doldurulur. Olivin mineralinde A^+ değeri ise Mg^{+2} , Fe^{+2} , Zn^+ , Co^{+2} , ve Ni^{+2} elementleri tarafından doldurulur (çizelge 6.3.3).

Çizelge 6.3. Kromit ve olivin minerallerinde ana oksit ve iz element gösterimi

	Kromit		Olivin
Formül	AB ₂ O ₄		A ₂ SiO ₄
Pozisyon	A ⁺²	B ⁺³	A ⁺³
Ana oksit	Mg ²⁺ , Fe ²⁺	Cr ³⁺ , Al ³⁺ , Fe ³⁺	Mg ²⁺ , Fe ²⁺
iz element	Zn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺	V ³⁺ , Ga ³⁺ , Ti ⁴⁺	Zn ²⁺ , Co ²⁺ , Ni ²⁺

6.3.1 Analizler sonucu oluşturulan ikili diyagramlar

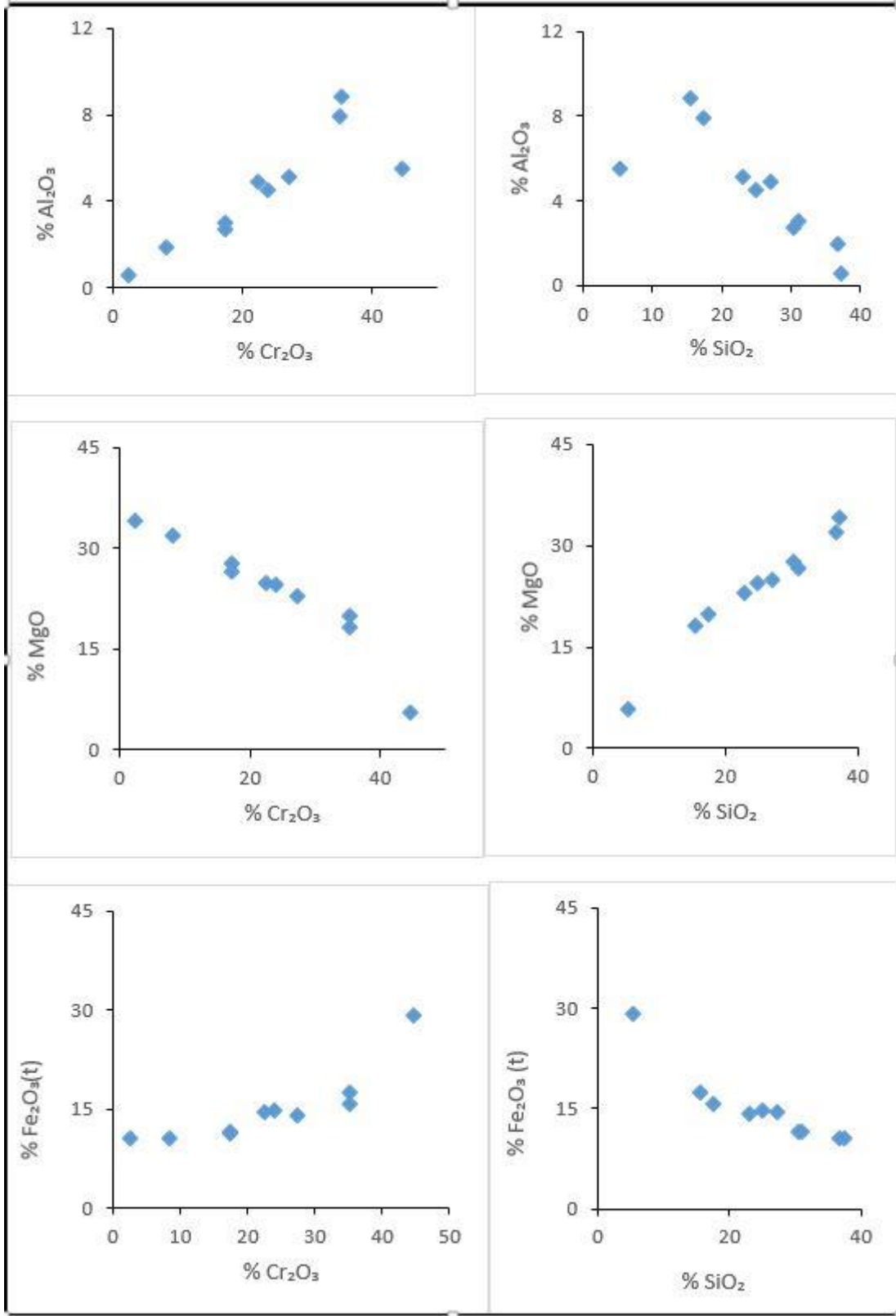
Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları sonucunda. % Cr₂O₃ ile %Al₂O₃, %Fe₂O₃(t) arasında pozitif korelasyon varken % MgO ile negatif korelasyon mevcuttur. % SiO₂ ile % MgO arasında pozitif korelasyon, %Al₂O₃, %Fe₂O₃(t) arasında negatif korelasyon vardır (şekil 6.3.1).

Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile % CaO, %SO₃ ile pozitif korelasyon, % SiO₂ ile negatif korelasyon mevcuttur. % SiO₂ ile % CaO, %SO₃ ile pozitif korelasyon, % Cr₂O₃ ile negatif korelasyon mevcuttur (şekil 6.3.2).

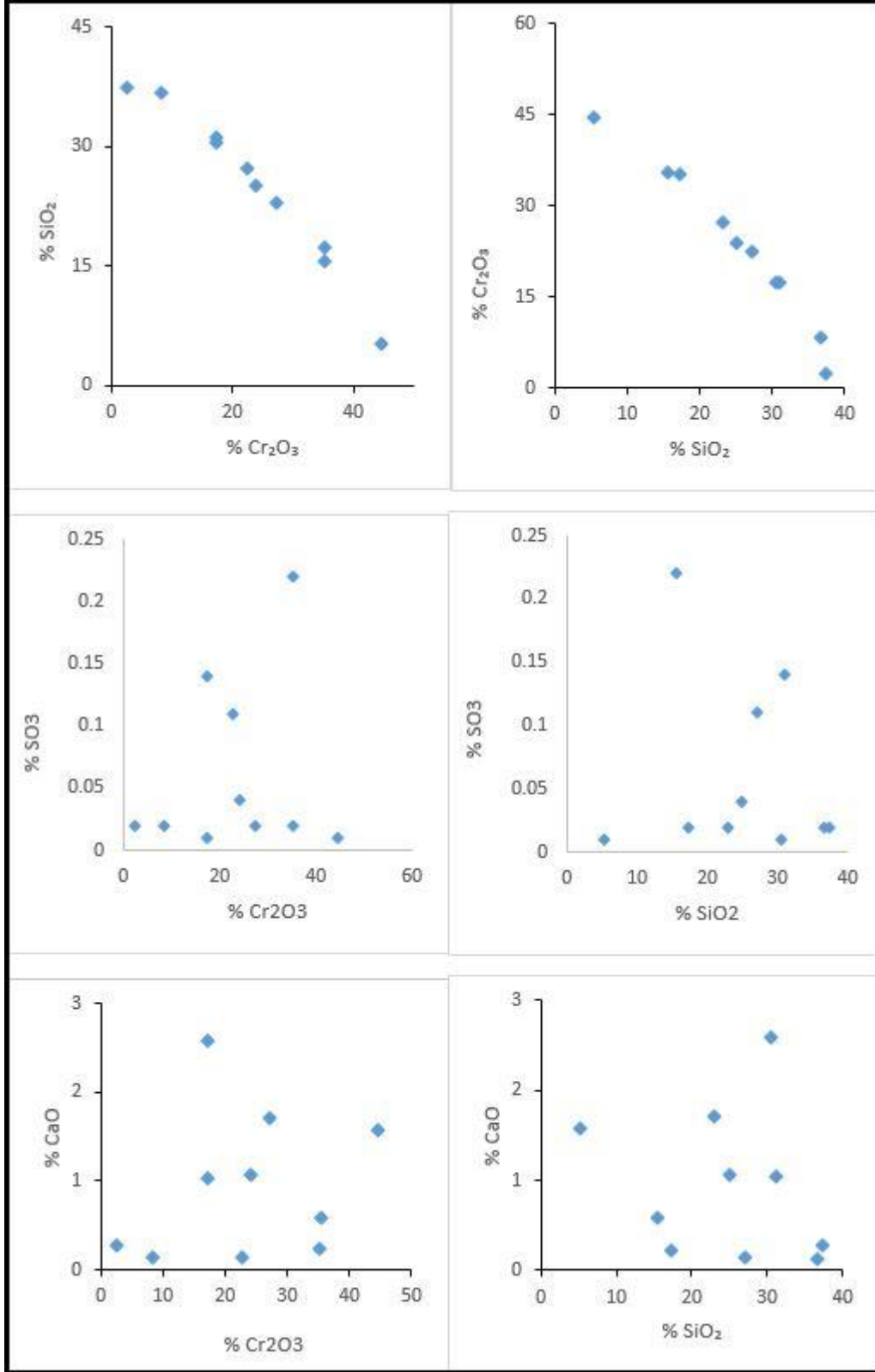
Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile % MnO, % TiO₂ arasında pozitif korelasyon, % Cr₂O₃ ile % Na₂O negatif korelasyon mevcuttur. % SiO₂ ile %Na₂O arasında pozitif, % MnO, % TiO₂ arasında negatif korelasyon mevcuttur (şekil 6.3.3).

Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Sc, V, Co arasında pozitif korelasyon vardır. % SiO₂ ile Sc arasında pozitif, V ve Co arasında negatif korelasyon vardır (şekil 6.3.4).

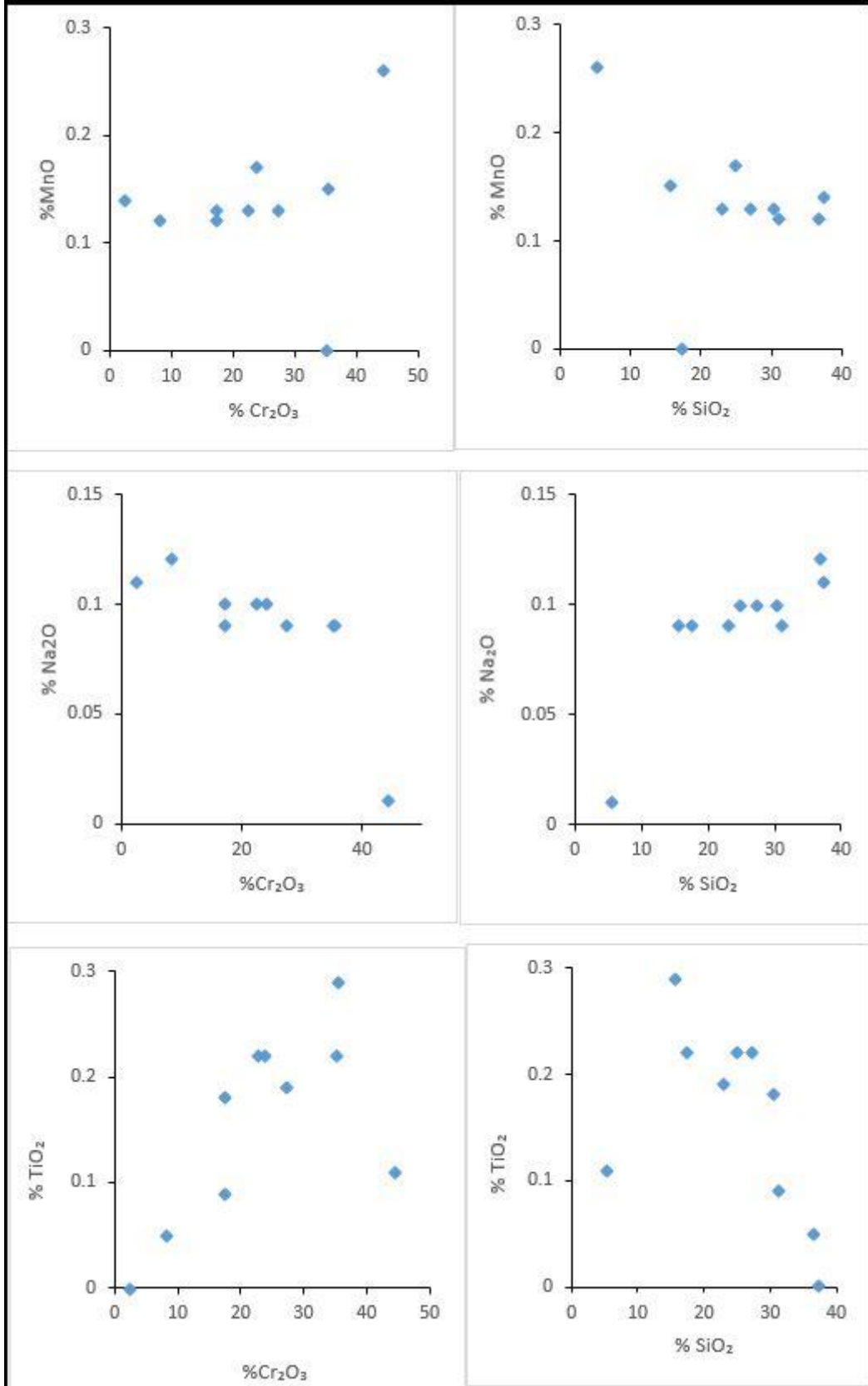
Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Zn arasında pozitif, Ni ve Cu negatif korelasyon vardır. % SiO₂ ile Ni ve Cu ile pozitif, Zn ile negatif korelasyon vardır (şekil 6.3.5).



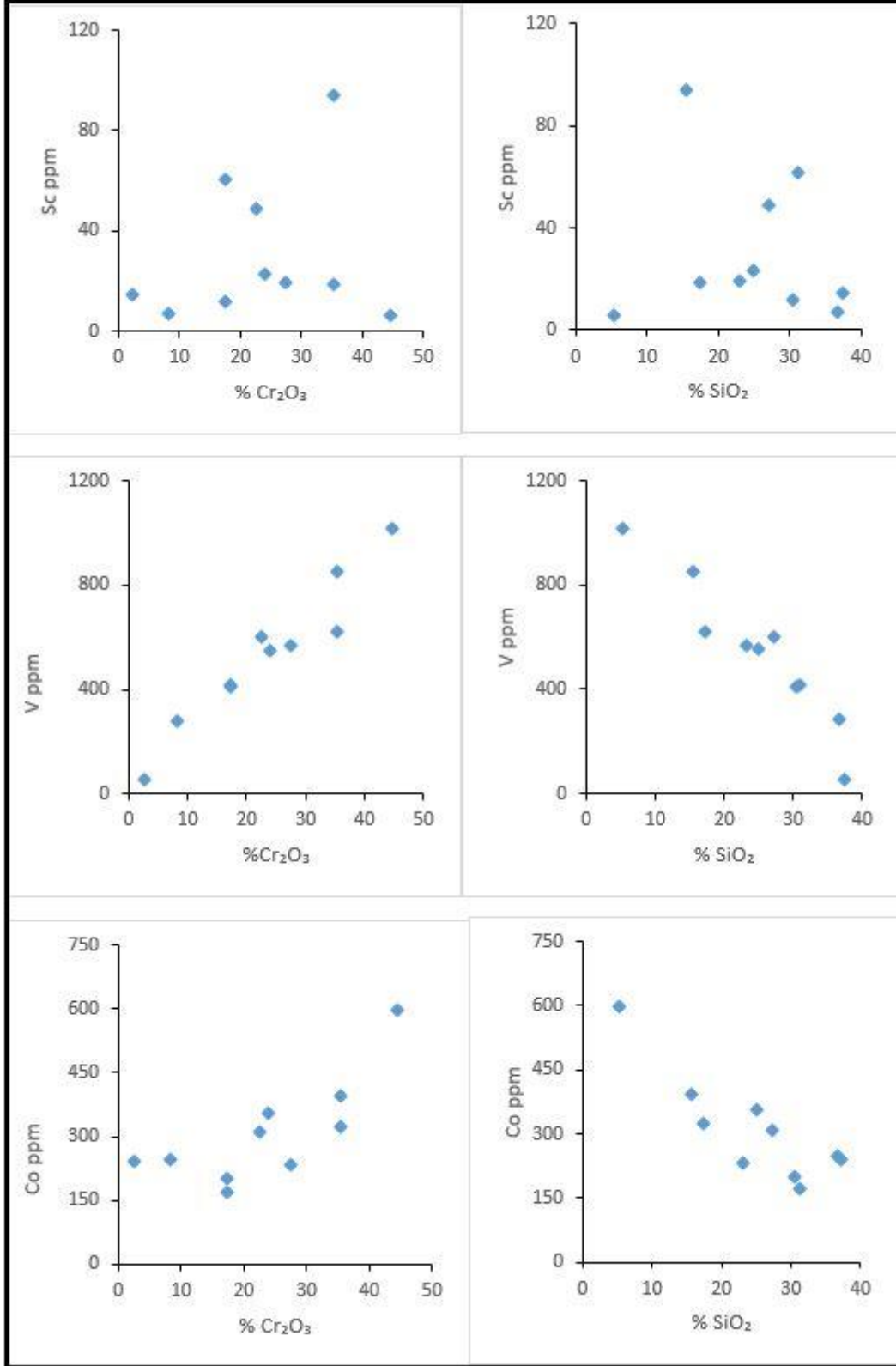
Şekil 6.1. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile % Al₂O₃, % Fe₂O₃(t) arasında pozitif korelasyon varken % MgO ile negatif korelasyon mevcuttur. % SiO₂ ile % MgO arasında pozitif korelasyon, % Al₂O₃, % Fe₂O₃(t) arasında negatif korelasyon vardır



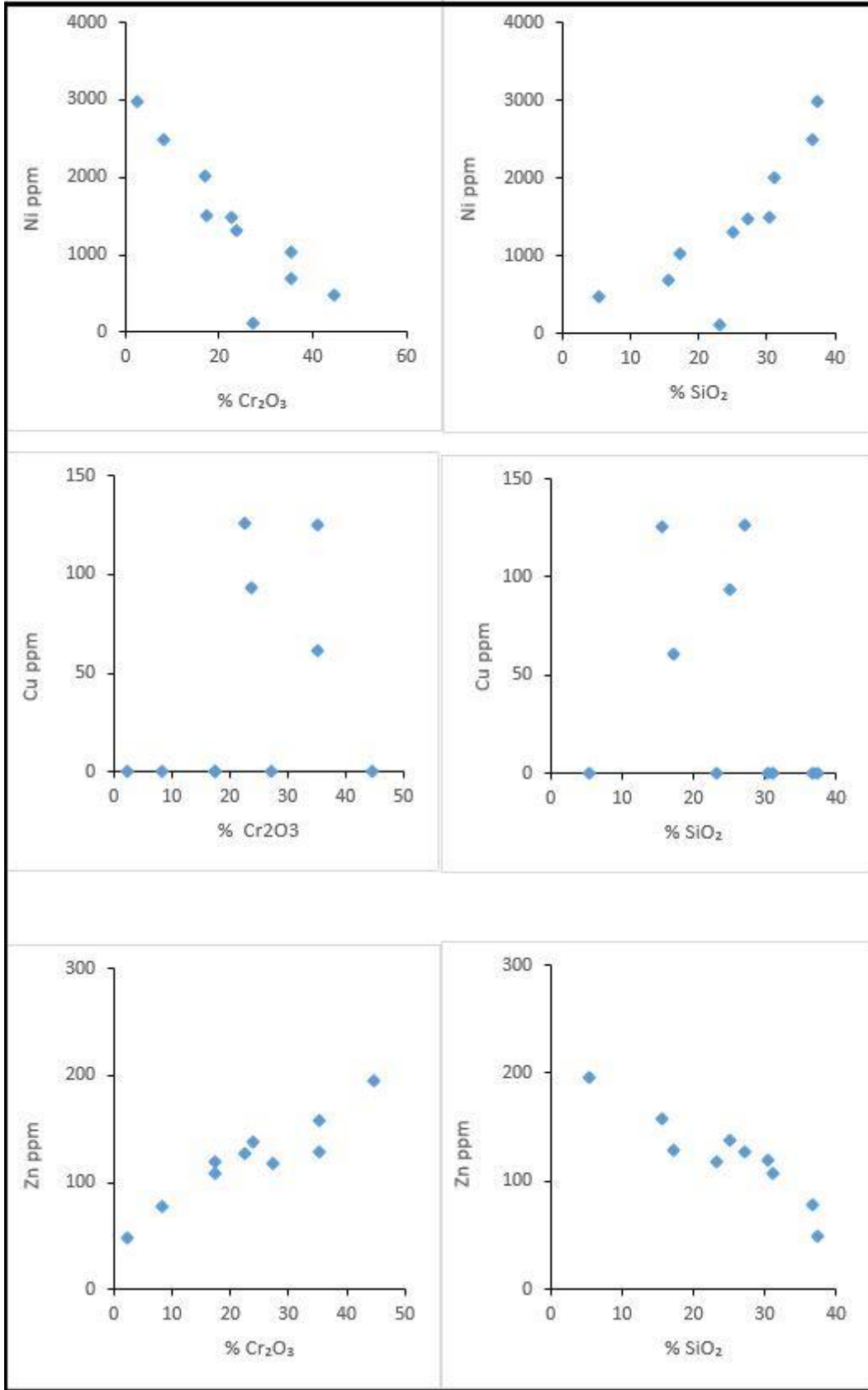
Şekil 6.2. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂ O₃ ve % SiO₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂ O₃ ile % CaO, %SO₃ ile pozitif korelasyon, % SiO₂ ile negatif korelasyon mevcuttur. % SiO₂ ile % CaO, %SO₃ ile pozitif korelasyon, % Cr₂ O₃ ile negatif korelasyon mevcuttur



Şekil 6.3. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile % MnO, % TiO₂ arasında pozitif korelasyon, % Cr₂O₃ ile % Na₂O negatif korelasyon mevcuttur. % SiO₂ ile % Na₂O arasında pozitif, % MnO, % TiO₂ arasında negatif korelasyon mevcuttur



Şekil 6.4. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Sc, V, Co arasında pozitif korelasyon vardır. % SiO₂ ile Sc arasında pozitif, V ve Co arasında negatif korelasyon vardır



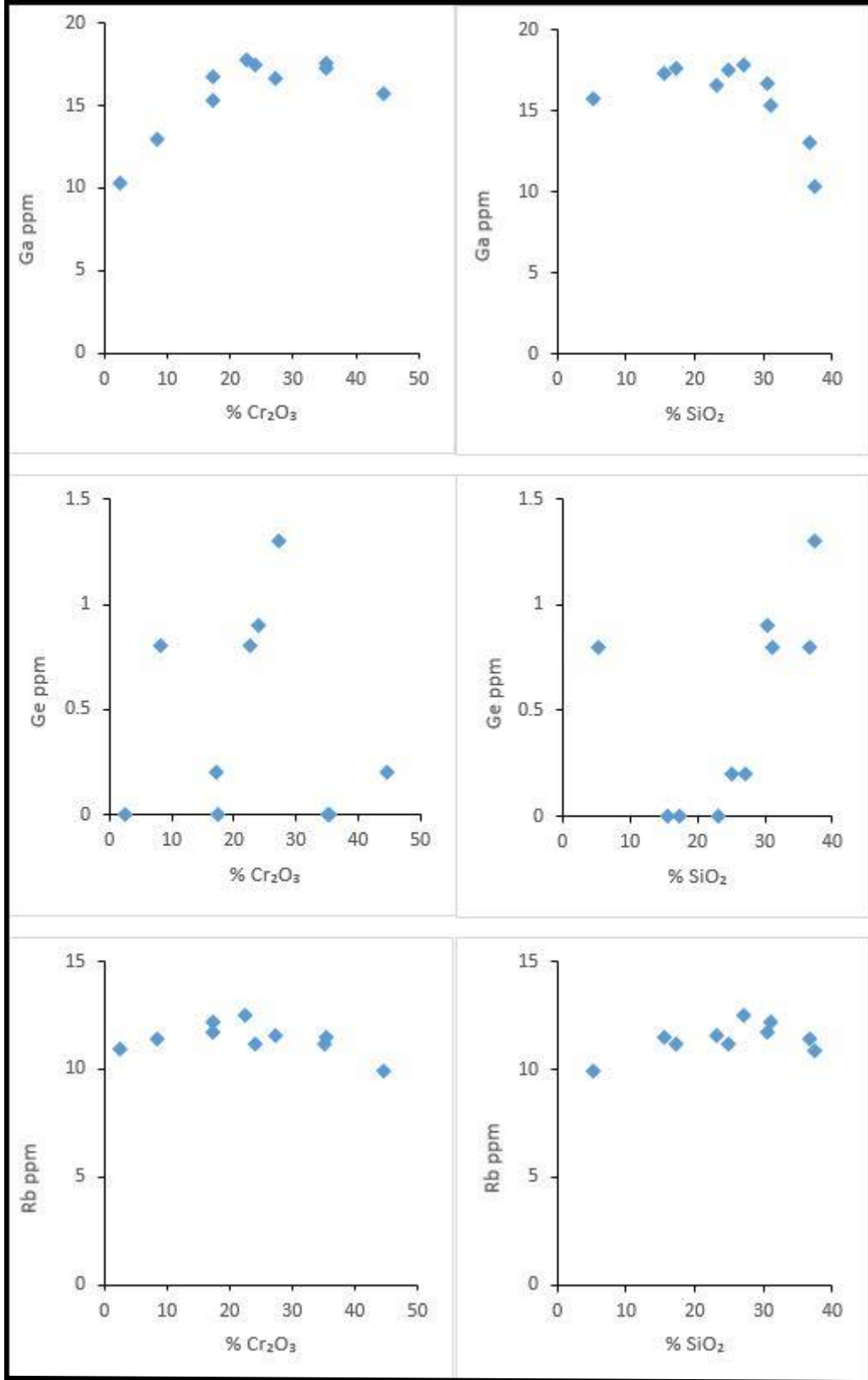
Şekil 6.5. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Zn arasında pozitif, Ni ve Cu negatif korelasyon vardır. % SiO₂ ile Ni ve Cu ile pozitif, Zn ile negatif korelasyon vardır

Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr_2O_3 ve % SiO_2 oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr_2O_3 ile Ga, Ge ve Rb pozitif korelasyon vardır. % SiO_2 ile Ga, Rb ve Ge arasında pozitif korelasyon vardır (şekil 6.6).

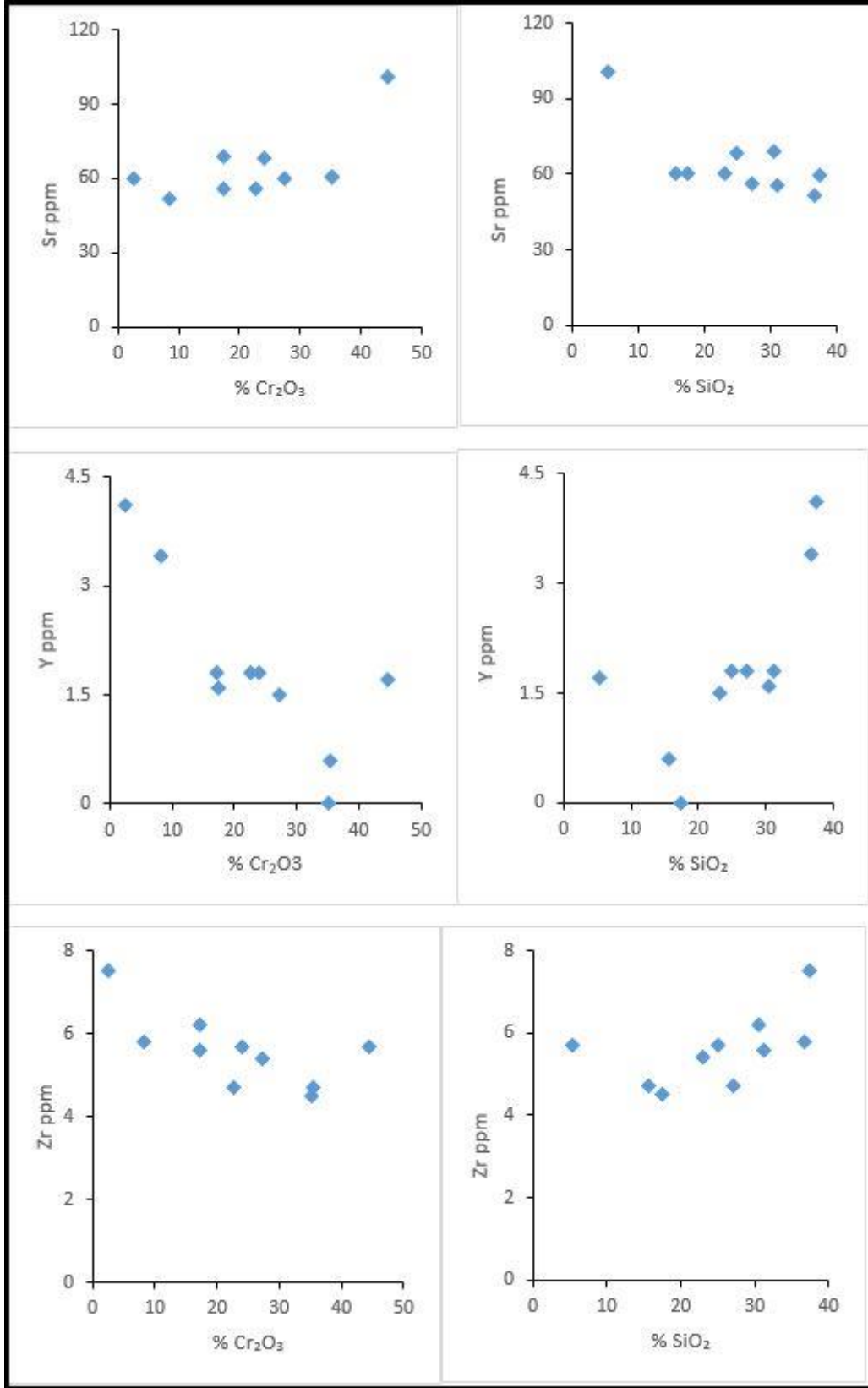
Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr_2O_3 ve % SiO_2 oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr_2O_3 ile Sr pozitif korelasyon, Y ve Zr ile negatif korelasyon vardır. % SiO_2 ile Sr, Zr ve Y arasında pozitif korelasyon vardır (şekil 6.7).

Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr_2O_3 ve % SiO_2 oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr_2O_3 ile Nb ve Mo arasında pozitif korelasyon, Ba ile negatif korelasyon vardır. % SiO_2 ile Nb, Mo arasında pozitif korelasyon, Ba arasında negatif korelasyon vardır (şekil 6.8).

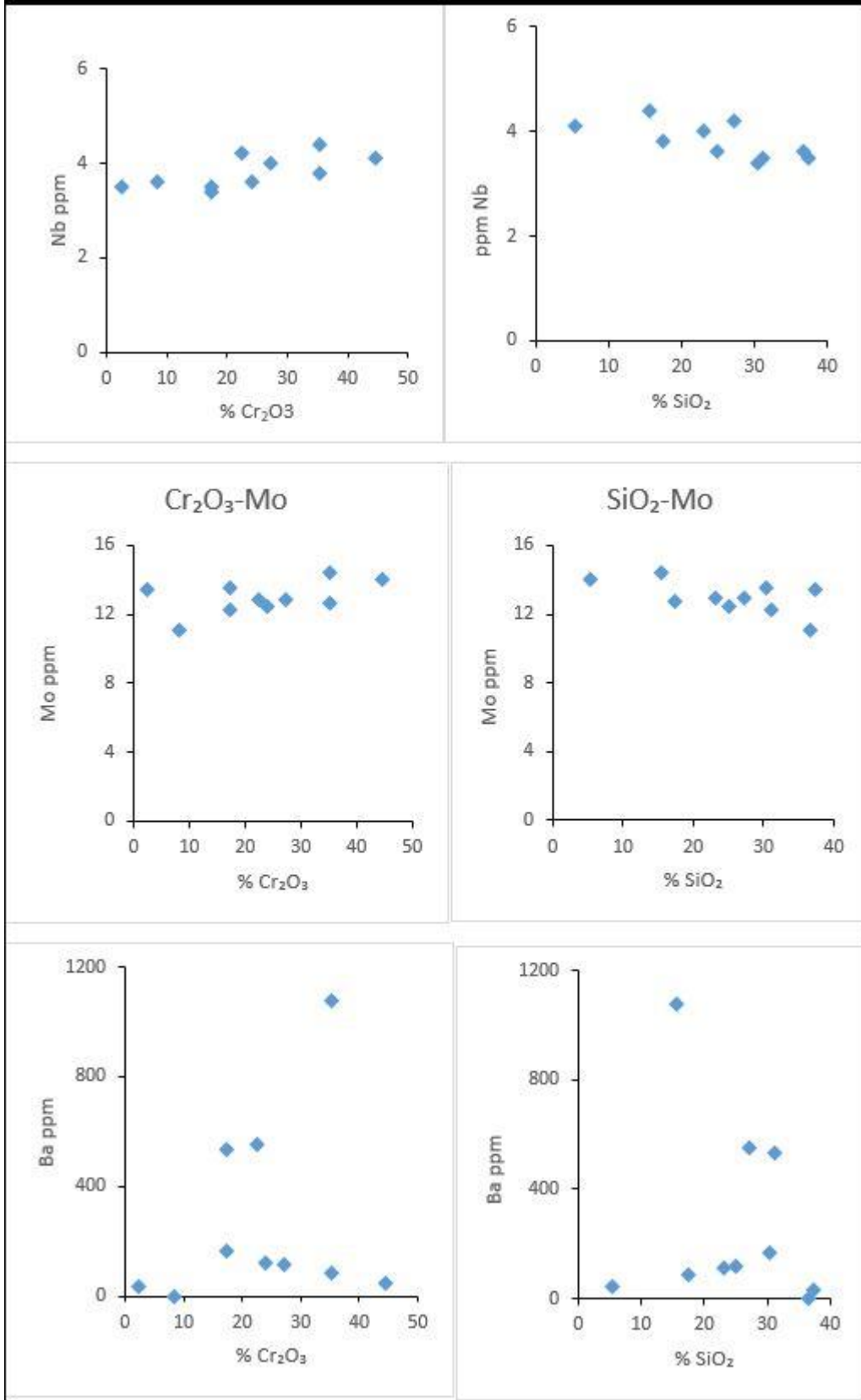
Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr_2O_3 ve % SiO_2 oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr_2O_3 ile Hf ve Sb arasında negatif korelasyon, % SiO_2 ile Hf arasında pozitif korelasyon, Sb ile negatif korelasyon vardır (şekil 6.9).



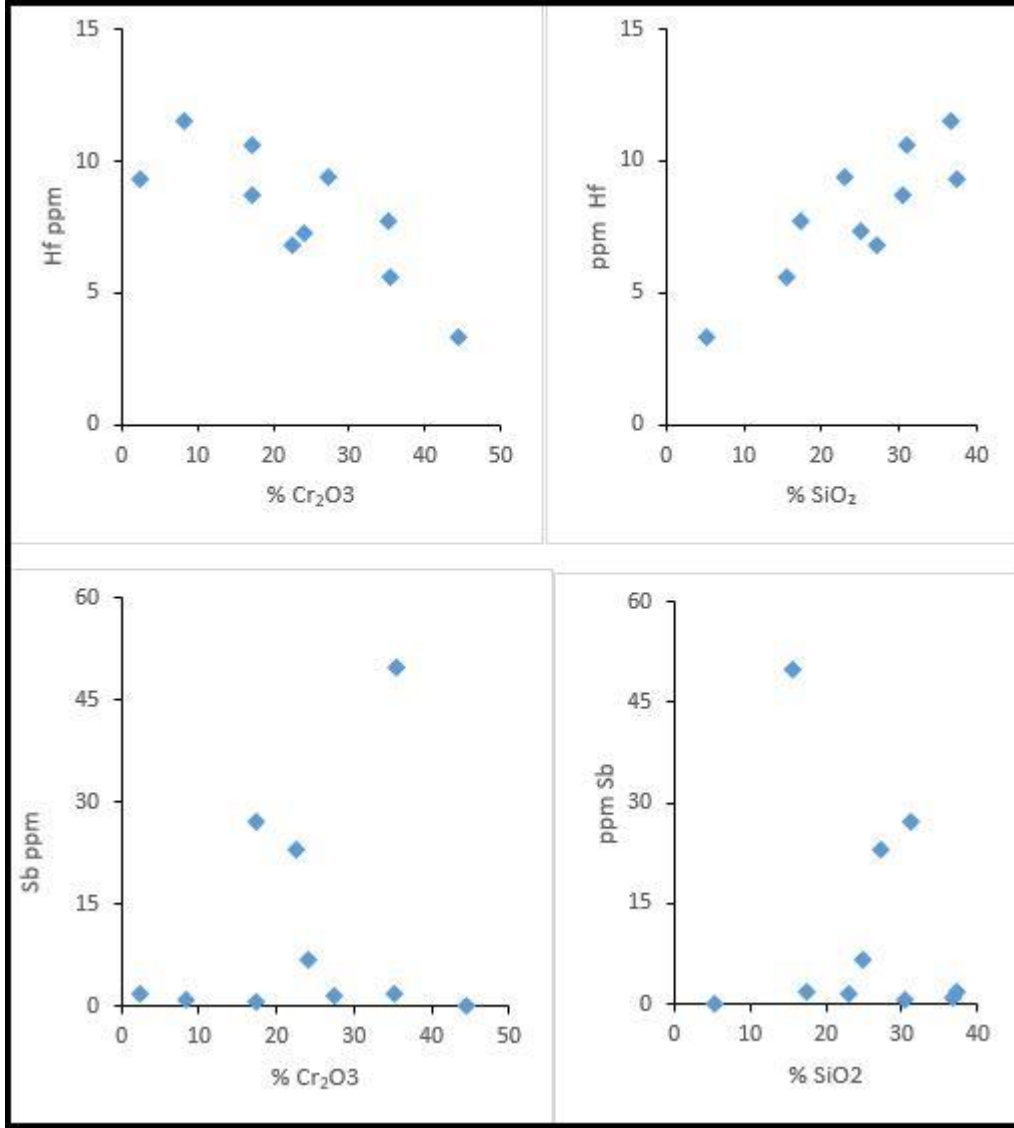
Şekil 6.6. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Ga, Ge ve Rb pozitif korelasyon vardır. % SiO₂ ile Ga, Rb ve Ge pozitif korelasyon vardır



Şekil 6.7. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Sr pozitif korelasyon, Y ve Zr ile negatif korelasyon vardır. % SiO₂ ile Sr, Zr ve Y arasında pozitif korelasyon vardır



Şekil 6.8. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Nb ve Mo arasında pozitif korelasyon, Ba ile negatif korelasyon vardır. % SiO₂ ile Nb ve Mo arasında pozitif korelasyon, Ba arasında negatif korelasyon vardır



Şekil 6.9. Kromit cevherinden yapılan tüm kayaç analiz sonuçlarının % Cr₂O₃ ve % SiO₂ oranlarının iz element (ppm) karşılaştırılma diyagramları. % Cr₂O₃ ile Hf ve Sb arasında negatif korelasyon, % SiO₂ ile Hf arasında pozitif korelasyon, Sb ile negatif korelasyon vardır

BÖLÜM VII

SONUÇLAR

Bu çalışmada Dünderlı (Niğde) kuzeybatısı ofiyolitik kayaçların minerolojik-petrografik ve jeokimyasal incelemeleri yapılarak kromit oluşumları detaylı olarak incelenmiştir. İnceleme alanında ultramafik kayaçlar hazrburjit, dünit, kromit kütleleri ve piroksenit damarları ile temsil edilmektedir.

1. İnceleme alanında yapılan detaylı kromit cevher incelemeleri sonucu masif, bantlı, saçınımlı, nodüler ve karışık cevher tip şeklinde oluşumlar belirlenmiştir.
2. İncelenen alandaki kromit örneklerinin mikroskobik incelemelerinde kromit tanelerinin yarı öz şekilli ve öz şekilsiz olarak ve yer yer kataklazmaya uğramış oldukları izlenmiştir.
3. Çalışma alanındaki listvenişlenme sırasında kromit cevherinin kırık ve çatlaklarında listvenitleri oluşturan sıvıların etkilediği anlaşılmıştır. Au kristalide bu listvenişmenin ürünüdür.
4. Kromitlerin bozuşması ile kristallerin etrafında, kırık ve çatlaklarda manyetitleşmeler tespit edilmiştir.
5. Çalışma alanı içerisindeki krom cevherini oluşturan kromitler boyutsal anlamda, masif cevher örneklerini temsil eden, ortalama 0.8-1 mm kristal boyutuna sahip cevherler oluşturmaktadır.
6. İncelenen cevher örneklerinde mikro faylar, çek-ayır (pull-apart) yapıların geliştiği gözlenmiştir.
7. Analizler sonucunda oluşturulan ikili diyagramlara göre aşağıdaki korelasyonlar tespit edilmiştir.

Ana oksitlerden Cr_2O_3 ile Al_2O_3 , MnO , $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$, TiO_2 , CaO , SO_3 arasında pozitif bir korelasyon mevcuttur. Ana oksitlerden Cr_2O_3 ile Na_2O , SiO_2 , MgO , arasında negatif davranış mevcuttur.

Kromit Cevherlerinin içinde bulunan % Cr_2O_3 oranı ile iz elementlerden Sc, V, Co, Zn, Ga, Ge, Rb, Sr, Nb, Mo, arasında pozitif bir korelasyon vardır. Cevherdeki % Cr_2O_3 oranı ile iz elementlerden Ni, Y, Cu, Zr, Ba, Hf, Sb arasında negatif bir korelasyon vardır.

Ana oksitlerden SiO_2 ile MgO , SO_3 , Na_2O , CaO arasında pozitif bir korelasyon vardır. Ana oksitlerden SiO_2 ile Cr_2O_3 , Al_2O_3 , $\text{Fe}_2\text{O}_3(\text{t})$, TiO_2 , MnO arasında negatif korelasyon vardır.

Cevherin içerisinde bulunan % SiO_2 oranı ile iz elementlerden Ni, Sc, Cu, Ge, Ga, Sr, Y, Zr, Hf, Mo, Nb arasında pozitif bir korelasyon vardır. Cevherin içerisinde bulunan % SiO_2 oranı ile iz elementlerden V, Co, Zn, Rb, Ba, Sb arasında negatif bir korelasyon vardır.

KAYNAKLAR

Abdülselemoğlu, S., “Kayseri – Adana arasındaki Doğu Toroslar bölgesinin jeolojisi hakkında rapor” *MTA Yayınları Derleme Raporu*, No:3262, Ankara, 1962.

Alkazak E., ”Kavlak Tepe (Orhaniye) civarının jeolojisi ve bölgedeki gabroyik kayaçların dokanak ilişkileri”, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, Niğde, 2003.

Araı, S., J. “Uesugı and Ahmed, H. A., Upper Crustal Podiform Chromitite From The Northern Ophiolite As The Stratigraphically Shallowest Chromite In Ophiolite And Its Implication For Cr Concentration”, *Contrib Mineral Petrol.* 47: 145-154, 2004.

Atabey, E., ve Ayhan, A., “Niğde-Ulukışla-Çamardı-Çiftehan yöresinin jeolojisi” *MTA Raporu*, No:8064, Ankara, 1986.

Ayhan, A., Papak, İ., ve Atabey, E., “Gölcük (misli)-derinkuyu-sulucaova civarının jeolojisi”, *MTA Raporu*, No:8345, Ankara, 1986.

Bates, R.L., ve Jackson, J.A., “glossory of geology” 2nd.ed.: Falls Church, Va., *American Geological Institule*, 751p, 1980.

Batum, İ., “Nevşehir güney batısındaki Göllüdağ ve Acıgöl volkanitlerinin jeokimyası ve petrolojisi”, *Yerbilimleri Dergisi*, cilt4, sayı:1-2, 40-75, 1978.

Beyhan, A., “Stratigraphic Qutline and neotectonics of the Sulucaova-Kovalı segment of Ecemiş fault” M.S., *METU*, 109p, 1994.

Beekman P. H., “The Pliocen and Quaternary volkanism in Hasandağı, Melendizdağı region” *MTA*, Bull.66,99-106p, 1966.

Blumental, M., “Niğde ve Adana vilayetleri dahilinde Torosların jeolojisine umumi bir bakış”, *MTA Yayınları*, seri:b, Mecmua No:6, 1941.

Blumental, M., “Yüksek bolkardağlarının kuzey kenar bölgelerinin ve batı uzantılarının jeolojisi”, *MTA Yayını*, Seri: D, No:7, 155 s, 1956.

Bouider, F. And Nicolas, F., “Harzburgite and Lherolite Subtypes In Ophiolitic and Oceanic Environments”, *Earth and Planetary Science Letters*, 76. 84-92, 1985.

Brongart, A., “Classification et Caracteres Minerralogiques Des Roches Homogenes et Heterogenes”, F.G. Levrault edd. Paris.(In: Nicolas, A. 1989., Structures of Ophiolites and Dynamics of Oceanic Lithosphere. Kluwer Academic Publishers. *Dordrecht*. The Netherlands ISBN 0-7923-0255-9), 1827.

Coleman, R. G., “Ophiolites: Ancient Oceanic Lithosphere? Berlin”, *Springer- Verlag*, Berlin, 229p, 1977.

Demirtaşlı, E., Bilgin, A. Z., Erenler, F., Işıklar, S., Sanlı, D. Y., Selim, M., ve Turhan, N., “ Bolkar dağlarının jeolojisi”, *Cumhuriyetin 50. Yılı Kongresi*, 42-57, Ankara, 1973.

Demircioğlu R., “Çamardı (Niğde) Yöresinin Jeolojisi Ve Yapısal Özellikleri”, Yüksek Lisans Tezi, *Niğde Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü*, 1-85s. 2001.

Dickey, J.S., A “Hypotesis of Origine For Podiform Chromit Deposits, Geochim”, *Cosmo, Chim. Acta* 39, 1975.

DPT, “Sekizinci beş yıllık kalkınma planı”, *Madencilik özel ihtisas komisyonu raporu metal madenler alt komisyonu krom çalışma grubu raporu Devlet Planlama Teşkilatı*, Ankara, 2001.

Engin, T., “Ofiyolitler ve Ofiyolitlere Bağlı Maden Yatakları” Magmatik Petrojenez Tübitak Lisans Üstü Yaz Okulu, *TUBİTAK Bilim Adamı Yetiştirme Grubu*, 7-12. Akcakoca-Düzce, 2001.

Fayon, A.K. ve Whitney, D.L., “Interpretation of tectonic versus magmatic processes for resetting apatite fission track ages in the Niğde Massif”, Turkey, *Tectonophysics* Doi 10, 10-16, 2007.

Gautier, P., Bozkurt, E., Hallot, E., Dirik, K., “Pre-Eocene exhumation of the Niğde Massif, Central Anatolia”, Turkey. *Geological Magazine*, 139/5, 559-576, 2002.

Gautier, P., Bosse, V., Hallot, E. and Dirik, K., “Coeval extensional shearing and lateral underflow during Late Cretaceous core complex development in the Niğde Massif, Central Anatolia”, Turkey. *Tectonophysics*, 27, 1-27, 2008.

Grennbaum, D., “The Chromitiferous Rocks of the Troodos Ophiolite Complex, Cyprus”, *Economic Geology and the Bulletin of the Society Of Economic Geologists*, v. 72. No. 7. p.1175-1194, 1972.

Göncüoğlu, M. C., “Geologic des wewlichen Niğde massivs” *Univ.Bonn*, Ph.D thesis, 181, 1977.

Göncüoğlu, M.C., “Niğde masifinde viridin-gnays kökeni”, *TJK Bülteni*, c. 24/1, 445-51, 1981.

Göncüoğlu, M. C., “Niğde masifi paragayslarında zirkon U/Pb yaşları” *TJK Yayınları*, 25,61-66, 1982.

Göncüoğlu, M. C., “Niğde masifi batı yarısının jeolojisi” *MTA Raporu*, No:1858, 1985.

Göncüoğlu, M. C., “Orta Anadolu masifinin güney ucundan jeokronolojik yaş bulguları” *MTA Dergisi*, sayı 105, 111-124, 1986.

Göncüoğlu, M. C., Toprak, G. V., Kuşcu, İ., Erler, A., Olgun, E., “ Orta Anadolu masifi'nin batı bölümü'nün jeolojisi”, 1. Bölüm güney kesimi, *TPOA Raporu*, No:2909, 1991.

Halls, C. ve Zhao, R., Listvenite and related rocks: Perspectives on terminology and mineralogy with reference to an occurrence at Cregganbaun, County Mayo, Republic of Ireland. *Mineralium Deposita*, 30, 303–313, 1995.

Harlow, G.E., and Sorensen, S.S., “Jade (Nephriteandjadeitite) and serpentinite: Measomatic connections”, *International Geology Review*, 47, 113-146, 2005.

Idleman L., Cosca M.A., Heizler M.T., Thomson S.T., Teyssier C., Whitney D.L., “Tectonic burial and exhumation cycles tracked by muscovite and K-feldspar $^{40}\text{Ar}/^{39}\text{Ar}$ thermochronology in a strike-slip fault zone, central Turkey”, *Tectonophysics*, 612–613, 134–146, 2014.

Jakson, E.D. and Thayer, T.P., “Some Criteria-Gabbro Complexes : Internat. Geol. Cong”. 24 th. *Int. Geol. Congr.*, Proc., 2. 280-296, 1972.

Ketin, i., “ Anadolu’nun tektonik birlikleri” *MTA Dergisi*, cilt 54, 1960.

Ketin İ., ve Akarsu, İ., “Ulukışla tersiyer havzasının jeolojik etüdü hakkındaki rapor” *MTA Raporu*, No:339, Ankara, 1965.

Kleyn, Van der P.H., “ Recommendation of exploration for mineralizations in the SW part of the Niğde-Çamardı masif “, *MTA Raporu*, No:4345, 1970.

Mackenzie, I. D., “High Temperature Alpine Type Peridotite From Venezuela”, *Geol.Soc. America Bull.*, V. 71, p. 303-318, 1960.

Okay A. C., “Kayseri, Niğde, Tuzgölü arasındaki bölgenin jeoloji etüdü” *İÜFF Dergisi*, cilt 72, İstanbul, 1954.

Okay A. C., “ Niğde-Çamardı (Maden) ve Ulukışla arasındaki bölgenin jeolojisi, *MTA Raporu*, No: 2381, 1955.

Oktay, F. Y., “ Sedimentary and tectonic history of the Ulukışla area, southern Turkey”, ph.D. Thesis, *University of London*, 1973.

Oygür, V., Güyer, F., Yıldırım, S., “Niğde masifi kuzey kesimi demir projeksiyonu jeolojisi raporu” *MTA Raporu*, No:169, 1985.

Pasquere, G., “Geology of the cenozoic, volcanic area of central Anatolia. Memorie:Roma, *Accademia, nazionale dei, lincei*, 9.53-204, 1968.

Robertson A.H.F., ve Parlak, O., “Türkiye ve Yakın Doğu Akdeniz bölgesindeki kretase yaşlı oluşum ortamı ve yerleşimine genel bakış”, **62. Türkiye Jeoloji Kurultayı MTA**, Ankara, 13-17 Nisan 2009.

Spray, J.G., “Possible Causes and Consequences of Upper Mantle Decoupling and Ophiolite Displacement”, **Geological society special publications**, London, 1984.

Tathavadkar V.D., Antony M.P. and JHA A., “An Investigation of the Mineralogical Properties of Chemical Grade Chromite Minerals” **Scandinavian Journal of Metallurgy**, vol. 33, no. 2, pp. 65-75 (11), 2004.

Tekeli, O., “Toroslarda, Aladağların yapısal evrimi” **TJK Bülteni**, 23, 11-14, 1980.

Thayer, T. P., “Some Critical Differences Between Alpine Type and Startiform Peridotite Gabro Complexes: 21. St. Inter Geol. Congr”, **Copenhagen, Reports.**, 13. 247-259, 1960.

Thayer, T.P., “Principal Features and Origin Of Podiform Chromite Deposits and Some Observations On The Guleman-Soridas District, Turkey”, **Econ. Geol.**, 59. 1497-1524, 1964.

Thayer, T.P., “Gravity Differentiation and Magmatic Replacement Of Podiform Chromite Deposits” **Economic Geology Monograph**, 1969, 4: 132-146, 1969.

Tümüklü A., “ Mazmılı (Pozantı-Karsantı Ofiyolitik Masifi) yöresindeki kromit cevherleşmelerinin jeolojik-metalojenik ve jeokimyasal incelenmesi”, Doktora Tezi, **Çukurova üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü**, Adana, 2005.

Viljoen, M. J., and İleri, S., “The geology and mineralisation of portions of the pozantıdağ (Niğde) massive of South central-Turkey”, johannesburg consol invest co. Ltd. geol. Res. Dept. **Unpubl Report** No:39, 54s, 1974.

Yetiş, C., “Çamardı (Niğde ili) yakın ve uzak dolayının jeolojisi incelenmesi ve ecemiş yarılım kuşağının Maden Boğazı-Kamışlı arasındaki özellikleri” Doktora tezi, **İÜFF**, 164, 1978.

Yetiş, C., ve Demirkol, C., “ Ecemiş fay kuşağının jeotektonik evrimi”, *H.Ü. Yerbilimleri Dergisi*, cilt 11, 1-12, 1984.

Zedef V., “Maden Yatakları Ders Notları”, *Selçuk Üniversitesi Maden Mühendisliği Bölümü*, Konya, 1995.

Zhou, M. F., and Robinson, P. T., “Origin and Tectonic Enviroment of Podiform Chromite Deposits”, *Economic Geology*, 92. 259-262, 1997.

Wolge giorgis, L.. E., “ Petrological and structural characteristics characteristics of the Dikilitaş-Orhaniye area, Niğe region,” M. Sc. Thesisin geological eng dept. *METU*, 142p, Ankara, 1993.

Whitney, D. L., Teyssier, C., Fayon, A. K., Hamilton, M. A., Heizler M., “Tectonic controls on metamorphism, partial melting, and intrusion: Timing and duration of regional metamorphism and magmatism in the Nigde Massif”, Turkey. *Tectonophysics*, 376, 37 – 60, 2003.

Whitney, D.L., Teyssier, C., Heizler, M.T., “Gneiss domes, metamorphic core complexes, and wrench zones: thermal and structural evolution of the Niğe massif central Anatolia” *Tectonics*, 26, 1-23, 2007.

Türkiye kromit yataklarının coğrafik olarak 6 bölgeye ayrılmasını gösteren maden haritası http://www.mta.gov.tr/v3.0/sayfalar/hizmetler/images/b_h/krom.jpg 09.12.2018.

ÖZ GEÇMİŞ

03 Aralık 1987 tarihinde Gülnar'da doğan Serkan BÜLBÜL Antalya Karatay Lisesini tamamladıktan sonra 2007 yılında Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümü kayıt yaptırmak üzere 2011 yılında bu bölümden mezun oldu. Niğde Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği bölümünde 2011 yılında yüksek lisans eğitimine başladı.



