İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURDUR-YEŞİLOVA-TEFENNİ KROMİTLERİNİN AĞIR METAL VE PLATİN GRUBU ELEMENTLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Cihangir AKŞİT

Anabilim Dalı : JEOLOJİ MÜHENDİSLİĞİ

Programı : UYGULAMALI JEOLOJİ

EYLÜL 2007

İSTANBUL TEKNİK ÜNİVERSİTESİ ★ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

BURDUR-YEŞİLOVA-TEFENNİ KROMİTLERİNİN AĞIR METAL VE PLATİN GRUBU ELEMENTLERİNİN ARAŞTIRILMASI

YÜKSEK LİSANS TEZİ
Müh. Cihangir AKŞİT
(505041302)

Tezin Enstitüye Verildiği Tarih : 13 Eylül 2007
Tezin Savunulduğu Tarih : 25 Eylül 2007

Tez Danışmanı :	**Yrd.Doç.Dr. Mustafa KUMRAL (İ.T.Ü.)**
Diğer Jüri Üyeleri	**Prof.Dr. Ali Haydar GÜLTEKİN (İ.T.Ü.)**
	Prof.Dr. Hüseyin ÖZTÜRK (İ.Ü.)

EYLÜL 2007

ÖNSÖZ

İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı, Uygulamalı Jeoloji Programı'nda Yüksek Lisans Tezi olarak hazırladığım bu çalışmada, tüm hayatım boyunca da olduğu gibi maddi manevi hiçbir destekten kaçınmayan ve hoşgörülerine sığındığım başta annem Makbule AKŞİT ve babam Mestan AKŞİT olmak üzere tüm aileme teşekkürlerimi sunmayı bir borç bilirim.

Çalışmamın her aşamasında değerli katkı ve yardımlarını esirgemeyerek yönlendiren sayın hocam Yrd.Doç.Dr. Mustafa KUMRAL'a teşekkürlerimi sunarım. Çalışmam sırasında yardımlarını gördüğüm Maden Yatakları - Jeokimya Anabilim Dalı üyelerinden Yrd.Doç.Dr. Murat BUDAKOĞLU, Ar.Gör. Mehmet MARAL, Ar.Gör. Aykan KEPEKLİ ve Ar.Gör. Demet KIRAN'a teşekkür ederim. Tez yazımı sırasında görüşlerinden faydalandığım Ar.Gör. H.Alim BARAN'a (P.Ü.) teşekkürlerimi sunarım.

Arazi çalışmalarım sırasında beni yalnız bırakmayan ve desteğini esirgemeyen dayım Hasan YILDIRIM, amcam Asım AKŞİT ve yengem Fatma AKŞİT'e teşekkürü bir borç bilirim.

Yardımlarını esirgemeyen arkadaşlarım Cem CAP ve Mert TETİK'e teşekkürlerimi sunarım.

Eylül 2007 Cihangir AKŞİT

İÇİNDEKİLER

KISALTMALAR v
TABLO LİSTESİ vı
ŞEKİL LİSTESİ vıı
ÖZET ıx
SUMMARY x

1. GİRİŞ 1
1.1 Amaç ve Uygulanan Yöntemler 1
1.2 Önceki Çalışmalar 2
1.3 İnceleme Alanlarının Konumu 4
1.4 Coğrafya 5
1.4.1 Morfolojik Durum 5
1.4.2 Akarsular 6
1.4.3 İklim ve Bitki Örtüsü 7
1.4.4 Ulaşım 7
1.4.5 Yerleşim yerleri ve nüfus dağılımları 7
1.5 Genel Jeoloji 7
1.5.1 Batı Anadolu'nun Jeolojisi 7
1.5.1.1 Menderes Masifi 8
1.5.1.2 Batı Toros Napları 9
1.5.1.3 Beydağları Otoktonu 9
1.5.1.4 Antalya Napları 10

2. İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ 12
2.1. Stratigrafi ve Petrografi 12
2.1.1. Yeşilova Ofiyoliti (Geç Jura-Erken Kretase) 14
2.1.1.1 Tektonitler 14
2.1.1.2. Harzburjitler 16
2.1.1.3 Dunitler 19
2.1.1.4 Serpantinitler 21
2.1.2 Mafik Dayklar 23
2.1.2.1 Diyabaz 23
2.1.2.2 Piroksenit 23
2.1.3 Kızılcadağ Ofiyolitli Melanjı (Üst Senoniyen) 23
2.1.3.1 Kireçtaşı Olistolitleri 24
2.1.3.2 Radyolaritler 24
2.1.4 Niyazlar Formasyonu (Pliyo-Kuvaterner) 25
2.1.5 Alüvyon 25
2.2 Yeşiolava Ofiyolitinin Oluşum Yaşı, Yerleşim Yaşı ve Komşu Bölgelerle Deneştirilmesi 25
3. MADEN YATAKLARI 27

3.1 Ofiyolit Kavramı 27
3.2.Kromit Cevheri 24
3.2.1 Kullanım Alanları 30
3.3 Kromitin Oluşumu 32
3.4 Ofiyolitlere Bağlı Kromit Yatakları ve Oluşumu 33
3.5 Podiform Kromitlerin Kimyasal Özellikleri 34
3.6 İnceleme Alanındaki Kromitlerin Kökeni 34
3.7 Yeşilova-Tefenni Kromitleri 38

4. JEOKİMYA 44
4.1. İnceleme Alanındaki Kromitlerin PGE İçerikleri 60
4.1.1. Pd'un Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması 61
4.1.2. Au'nun Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması 63
4.1.3. Pt'nin Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması 65

5. SONUÇLAR VE ÖNERİLER 68

KAYNAKLAR 71

EK A. TÜM KAYAÇ ANALİZ SONUÇLARI 75

EK B. YEŞİLOVA (BURDUR) DOLAYININ JEOLOJİ HARİTASI

ÖZGEÇMİŞ 81

KISALTMALAR

MTA	**:** Maden Tetkik ve Arama
PGE	**:** Platin Grubu Elementleri
GPS	**:** Global Positioning System
G	**:** Galeri
UYGAR	**:** Uygulama ve Araştırma
k	**:** Kromit
ol	**:** Olivin
mt	**:** Manyetit

TABLO LİSTESİ

		Sayfa No
Tablo 4.1	Uygar araştırma merkezi laboratuarlarında yapılan Mikroprop analiz sonuçları ……	49
Tablo 4.2	Analiz sonuçları Au, Pt, Pd ……..	60
Tablo A.1	Als-Chemex laboratuarlarında yapılan kimyasal analiz sonuçları ……....	75

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

Şekil 1.1 : Çalışma alanlarını gösteren yer bulduru haritası ……. 5
Şekil 1.2 : Çalışma alanlarından Niyazlar Bölgesi'ne ait Radar Yolu mevkiinden Salda Gölü görünümü …….. 6
Şekil 1.3 : Batı Toroslar'da görülen yapısal birimler (Ersoy, (1990)'dan alınmıştır.) …… 11
Şekil 2.1 : Genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesit ((Koralay, 2000)'den alınmıştır) ……. 13
Şekil 2.2 : Dunit zonu içerisinde kromit cevheri (Balkır Ocak) …… 14
Şekil 2.3 : Dunitler içinde açılmış olan eski kromit ocaklarına ait galeriler (Balkır Ocak çevresi) …… 15
Şekil 2.4 : Dunitler tarafından çevrelenmiş mercek şeklinde krom cevherleşmesi (Niyazlar Ocak) …… 15
Şekil 2.5 : Harzburjit örneğine ait ince kesidin çift nikolde görünümü (4x10) …… 16
Şekil 2.6 : Serpantin mineralleri arasında opak mineral olarak manyetit (mt) dizilimleri (4x10) …… 17
Şekil 2.7 : Serpantinit örneğinin çift nikolde görünümü (4x10) …….. 17
Şekil 2.8 : Serpantinit örneğinin tek nikolde görünümü (4x10) (mt: manyetit) …….. 18
Şekil 2.9 : Kromit (k) tanelerinin mikroskop altında görünümü …….. 18
Şekil 2.10 : Dunitler içinde özşekilsiz bol kırıklı kromit taneleri (k: kromit, ol: olivin) ……. 19
Şekil 2.11 : Dunitik kılıf içerisinde krom cevherleşmesi …… 19
Şekil 2.12 : Serpantinleşmiş dunit içindeki kromit tanelerinin (k) çift nikolde görünümü (4x10) …… 21
Şekil 2.13 : Serpantinleşmiş dunit içindeki kromit tanelerinin (k) tek nikolde görünümü (4x10) …….. 21
Şekil 2.14 : Serpantinit örneklerine ait ağ dokusu (çift nikol) (4x10) …… 22
Şekil 2.15 : Serpantinit örneklerine ait ağ dokusu (tek nikol) (4x10) …… 22
Şekil 3.1 : Harzburjitik ve Lerzolitik Ofiyolitlerin Genelleştirilmiş Kesitleri (Nicolas,1989). …… 28
Şekil 3.2 : Çalışma alanı da dahil olmak üzere Türkiye'de gözlenen önemli ofiyolitler (Parlak, 1996). …… 29
Şekil 3.3 : Olivin-kuvars-kromit faz diyagramı (Irvine, 1977) ……. 36
Şekil 3.4 : Kromit cevherleşmelerinin kimyası göz önüne alınarak yapılan oluşum ortamı modeli (Zhou ve Robinson, 1997) …….. 37
Şekil 3.5 : Kurtoğlu ocaktan alınan kromit cevherine ait parlak kesit (4x10) 39
Şekil 3.6 : Olivin (ol) tarafından çevrelenmiş kromit (k) taneleri (Balkır Ocak) (4x10) …… 40
Şekil 3.7 : Ayıpençesi Ocağı'nın genel görünümü …….. 40

Şekil 3.8 : Ayıpençesi ocaktan alınan kromit cevherine ait parlak kesit (4x10) (k: kromit, ol: olivin) …… 41
Şekil 3.9 : Gökarık Ocak'ta kromit ve açılmış olan galeri (G) ……. 42
Şekil 3.10 : Gökarık ocağa ait kromit cevherinin parlak kesitteki olivin (ol) ve kromit mineralleri (k) (4x10)…… 42
Şekil 4.1 : Harker Diyagramları …… 45
Şekil 4.2 : Kromit örnekleri için Cr_2O_3-SiO_2 Diyagramı ……. 45
Şekil 4.3 : Kromit örnekleri için Major oksit-MgO diyagramları …… 46
Şekil 4.4 : Yan kayaç örnekleri için harker diyagramları ……. 47
Şekil 4.5 : Yan kayaç örnekleri için Cr_2O_3-SiO_2 grafiği …….. 48
Şekil 4.6 : Mikroprob verileri ile oluşturulan Harker Diyagramları …… 50
Şekil 4.7 : Mikroprob analiz sonuçlarının Major Oksit-MgO grafikleri ile değerlendirilmesi …….. 51
Şekil 4.8 : Mikroprop yapılan kromit örneklerinin FeO+MgO – Cr_2O_3 – Al_2O_3 52
Şekil 4.9 : Tüm kromit ve yan kayaç örneklerinin FeO+MgO – Cr_2O_3 – Al_2O_3 karşılaştırması ……. 52
Şekil 4.10 : Cr/Cr+Al- Mg/Mg+Fe diyagramı (Özpınar ve Bilgin, 1996). 52
Şekil 4.11 : Çalışma Alanı kromitlerinin Türkoğlu-Kömürler-Şerefoğlu, Andızlık Zımparalık kromitleriyle karşılaştırılması …… 53
Şekil 4.12 : Niyazlar ve Tefenni Kromitlerinin Beyağaç-Karaismailler kromitleri ve Andızlık-Zımparalık kromitleri ile karşılaştırılması, (Beyağaç verileri, Özpınar ve Bilgin, (1996), Andızlık verileri, Baran, (2003)) ……. 54
Şekil 4.13 : Çalışma alanı kromitlerinin Ortakale (Tüysüz, 1993)-Antalya (Irvine, 1967) - Kefdağı (Üşümezsoy, 1986) – Andızlık-Zımparalık kromitleri (Baran, 2003) ile karşılaştırılması …… 55
Şekil 4.14 : Çalışma alanındaki kromitlerin Yunanistan'daki bazı kromitlerle karşılaştırılması (Economou, 1999) ……. 56
Şekil 4.15 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin kondritlerle karşılaştırılması 57
Şekil 4.16 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin Okyanus Ada Bazalt diyagramı ile karşılaştırılması ……. 58
Şekil 4.17 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin N Tipi MORB diyagramı ile karşılaştırılması …… 58
Şekil 4.18 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin E Tipi MORB diyagramı ile karşılaştırılması …….. 59
Şekil 4.19 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin Okyanus Kabuğu Kondrit diyagramı ile karşılaştırılması …… 59
Şekil 4.20 : Pd 'un Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması 61
Şekil 4.21 : Platin grubu elementlerinden Palladyum değerlerinin diğer değerlerle karşılaştırılması ……. 62
Şekil 4.22 : Au'nun Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması 63
Şekil 4.23 : Platin grubu elementlerinden Altın değerlerinin diğer değerlerle karşılaştırılması …… 64
Şekil 4.24 : Pt 'nin Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması … 65
Şekil 4.25 : Platin grubu elementlerinden Platinyum değerlerinin diğer değerlerle karşılaştırılması …….. 66

BURDUR-YEŞİLOVA-TEFENNİ KROMİTLERİNİN AĞIR METAL VE PLATİN GRUBU ELEMENTLERİNİN ARAŞTIRILMASI

ÖZET

Çalışma iki ayrı sahada yürütülmüş olup, bunlardan ilki Tefenni (Burdur) ilçe merkezinin kuzeybatısında kalan, Tefenni yaylası ve çevresindeki 12 km.^{2}'lik bir alanı kapsarken, diğer çalışma sahası Niyazlar Köyü (Yeşilova-Burdur) çevresindeki 50 km.^{2}'lik bir alanı kapsar.

İnceleme alanlarında gözlemlenen litolojik birimler yaşlıdan gence doğru Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Yeşilova Ofıyoliti, Üst Senoniyen yaşlı Kızılcadağ Melanjı, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Niyazlar Formasyonu ve Kuvaterner yaşlı alüvyonlardır.

Yeşilova ofıyoliti alttan üste doğru tektonitler. ultramafik ve mafik kümülatlar. izotrop gabrolar, plajiogranitler ve bazaltlardan oluşmuştur. Yeşilova ofiyoliti eksiz dizi karakterli bir ofiyolit topluluğunu temsil etmektedir çünkü levha dayk kompleksi ve yastık lavların görülmemektedir.

Bölgede gözlenen kromit cevherleşmeleri saçınımlı, nodüler masif karakterler göstermektedir. Mercek şekilli düzensiz kütleler halinde de bulunan bu cevherleşmeler podiform tip kromit yatakları grubundandır.

İnceleme alanındaki kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla toplam 30 adet kayaç örneğinin kimyasal analizleri yapılmıştır. Kayaç ve mineral tayinleri amacıyla yan kayaç ve kromit örneklerine ait 9 adet ince kesit, ve kromit örneklerine ait 4 adet parlatılmış ince kesit İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuarlarında polarizan mikroskopuyla incelenmiştir. Kayaç örneklerinin 6 adedinden ince kesitler alınarak İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji Mühendisliği Bölümü'ne bağlı laboratuarlarda mikroprop analizleri yapılmıştır.

Çalışma alanı kromit örneklerinin analiz sonuçlarından faydalanılarak değişik tipte diyagramlar oluşturulmuş, diğer bölgelerdeki kromit örnekleri verileriyle karşılaştırılarak jeokimyasal benzerlikleri saptanmaya çalışılmıştır.

RESEARCH OF HEAVY METAL AND PLATINIUM GROUP ELEMENTS OF BURDUR-YESILOVA-TEFENNI CHROMITES

SUMMARY

The study area covers two different sites located on the northwest of Tefenni (Burdur) district involving Tefenni plateau and environs with an area of 12 km.^{2} and located on Niyazlar Koyu (Yesilova-Burdur) district with an area of 50 km.^{2} .

The lithologic units observed in the study area from old to young are Late Jurassic–Early Creatase aged Yesilova ophiolites, Upper Cenonian aged Kızılcadag melange, Pliyo-Quaternary aged Niyazlar Formation and Quaternary aged alluvions.

Yesilova ophiolite consist of tectonites, ultramafic and mafic cumulates, isotropic gabbros, plagiogranites and basalts from bottom to top. Yesilova ophiolite represents a missing row character ophiolite group because sheeted dike complex and pillow lavas are not seen.

Chromite deposites of the investigation area show disseminated, nodular and massive character. Chromite deposites also observed in irregular shapes such as lens and are members of podiform type chromite deposites.

30 pieces of samples collected from the investigation area are chemically analized due to determine the petrographic character and rock geochemistry. 9 pieces of thin section obtained from chromite ore and lateral rock samples, and 4 pieces of polished thin section obtained from chromite samples are examined with the polarized microscopes in laboratories of Istanbul Technical University, Geology Engineering Department in order to appoint the mineral composition. 6 pieces of thin section obtained from chromite samples are dued to mikroprobe analysis.

Different types of diagrams are formed using the data of chromite analysis and these diagrams are correlated with the diagrams formed using the data of chromite analysis in other investigated areas in order to find geochemical similarity.

1 GİRİŞ

1.1 Amaç ve Uygulanan Yöntemler

Bu çalışma İstanbul Teknik Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji Programı Yüksek Lisans tezi olarak hazırlanmıştır.

Yüksek lisans çalışması 2006 güz yarıyılında başlamıştır. Çalışma arazi, laboratuar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada tamamlanmıştır. Arazi çalışmaları 2006 yaz aylarında gerçekleştirilmiştir. Kış aylarında ise laboratuar çalışmaları tamamlanmıştır.

Çalışma alanlarında birçok farklı krom yatakları bulunmaktadır. Çalışma alanlarından gerek Niyazlar Köyü gerekse Tefenni ilçesi civarında özel sektör tarafından kapatılmış bulunan farklı krom ocakları ticari anlamda iyi bilinmesine rağmen bugüne kadar jeolojik ve jeokimyasal açıdan yeterince incelenmemiştir. Bu çalışma kapsamında hem jeolojik hem de jeokimyasal açıdan incelenmesi amaçlanmıştır.

Çalışma kapsamında bölgenin MTA tarafından hazırlanmış olan 1/25000 ölçekli jeoloji haritasından yararlanılmış ve yapılan gözlemler üzerine eklenmiştir. Arazi çalışması süresince GPS kullanımı gerçekleştirilmiştir.

İnceleme alanındaki kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla toplam 30 adet kayaç örneğinin kimyasal analizleri Als Chemex firmasına ait laboratuarlarda yapılmıştır. Kayaç ve mineral tayinleri amacıyla yan kayaç ve kromit örneklerine ait 9 adet ince kesit, ve kromit örneklerine ait 4 adet parlatılmış ince kesit İstanbul Teknik Üniversitesi Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuarlarında polarizan mikroskopuyla incelenmiştir. Kayaç örneklerinin 6 adedinden ince kesitler alınarak İstanbul Teknik Üniversitesi Metalurji Mühendisliği

Bölümü'ne bağlı UYGAR Araştırma Merkezi Laboratuarları'nda mikroprop analizleri yapılmıştır.

Çalışma alanı kromit örneklerinin analiz sonuçlarından faydalanılarak değişik tipte diyagramlar oluşturulmuş, diğer bölgelerdeki kromit örnekleri verileriyle karşılaştırılarak jeokimyasal benzerlikleri saptanmaya çalışılmıştır.

1.2 Önceki Çalışmalar

Colin (1962), Fethiye-Antalya-Kaş-Finike bölgesinde yaptığı çalışmalarda bölgede Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik yaşlı birimlerin yeraldığını ve bunların herbirinin ayrı bir tektonik üniteyi temsil ettiğini belirtmiştir. Fethiye ve civarında yaygın olarak bulunan ofiyolitik kayaçların, hafif serpantinleşmiş harzburjit ve dünitler ile bunları kesen piroksenit, gabro ve diyorit bileşimli dayklardan meydana geldiğini belirtmiştir. Ayrıca ofıyolitlerin bindirmeli olduğunu, aşırı kırık ve çatlaklı bir yapıda bulunduğunu ifade etmiştir.

Balcı ve diğ. (1974), Burdur (Yeşilova-Tefenni) ve Denizli (Acıpayam) arasında yüzeylenen ofıyolitik kayaçlarda krom, nikel ve kobalt aramaları gerçekleştirmişler ve bunların ekonomikliğini araştırmışlardır. Bu kapsamda bölgede çok sayıda yarma ve arama kuyusu açmışlar, açılan bu yarma ve arama kuyularından alınan örneklerin ekonomik açıdan bir önem taşımadıklarını belirtmişlerdir.

Sarp (1976), Yeşilova ofıyolitinin petrografik ve petrokimyasal özelliklerini incelemiş, Yeşilova ofıyolitinin tektonitler, kümülatlar, bazik volkanikler ve izole dayklardan meydana gelmiş olduğunu belirtmiştir. Çalışmacı Yeşilova ofiyolitine ait kayaçlar üzerinde yapmış olduğu jeokimyasal çalışmalar sonucu ofiyoliti oluşturan kayaçların okyanusal kabuk kökenli olduğunu ortaya koymuştur. Ayrıca Yeşilova ofiyolitinin levha dayk kompleksini içermemesi nedeniyle Penrose konferansındaki ideal ofiyolit dizisine göre "eksik dizi" karakterli olduğunu belirtmiştir.

Poisson (1977), Batı Anadolu'da yüzeylenme veren kayaçları Beydağları otoktonu, Likya napları ve Antalya napları olmak üzere üç farklı birlik altında toplamıştır. Beydağları otoktonunun Jura-Pliyosen yaşlı kayaçlardan oluştuğunu ve otokton karakterli olduğunu, Antalya naplarının Üst Kretase yaşlı sedimanlardan oluştuğunu

ve bunların bölgeye sonradan taşındığını, ofiyolitik kayaçları da içeren Likya naplarının ise Orta Miyosen'de bölgeye yerleştiğini belirtmiştir. Çalışmacı bölgede görülen ve ofiyolitik topluluğa ait kayaç birimleri ile çok çeşitli yabancı bloklar içeren kaotik karmaşığı ilk defa Kızılcadağ Melanjı olarak tanımlamıştır.

Önalan (1979), Elmalı-Kaş (Antalya) arasında kalan bölgede jeolojik harita alımı ve stratigrafi çalışması yapmış, çalışma alanında bulunan kayaç birimlerini allakton ve otokton karakterli olarak tanımlamıştır. Ayrıca çalışma sahasında görülen ofiyolitik kayaçların Üst Kretase-Üst Paleosen yaşında olduklarını ve bunların Elmalı melanjı içerisinde yer alan dağınık bloklardan oluştuklarını belirtmiştir.

Karaman (1987), Yeşilova-Tefenni (Burdur) batısında kalan alanda jeolojik ve petrografik amaçlı çalışmalar yapmıştır. Çalışmacı bölgede yüzeylenme veren ve **Sarp (1976)** tarafından tanımlanan Yeşilova ofiyolitine ait tektonitler, kümülatlar, volkanikler ve bunları kesen mafik bileşimli dayklara ait kayaç numuneleri üzerinde ayrıntılı mikroskopik çalışmalar yaparak mineralojik ve petrografik özelliklerini belirlemiştir.

Özpınar (1987), Denizli-Acıpayam batısında kalan alanın jeolojik, petrografik ve jeokimyasal özelliklerini incelemiştir. Acıpayam batısında kalan alanda geniş yüzeylenme veren ofiyolitik kayaçların baskın olarak harzburjitler, daha az miktarda dünitler ve bunları kesen mafik dayklardan oluştuğunu, "eksik dizi" karakterli olan ofiyolit topluluğunun bölgeye Lütesiyen ve Lütesiyen-Oligosen arası zamanda tektonik olarak yerleştiklerini belirtmiştir.

Özpınar (1997), İğdir Köyü (Yeşilova-Burdur) civarında yüzeylenmiş olan ofiyolitik kayaçlar ve bunlarla ilişkili olan metamorfik kayaçların petrografik özelliklerini incelemiş ve metamorfik kayaçların amfibolit, epidot amfibolit, yeşilşist ve volkanik kayaç ardalanımından meydana geldiğini belirtmiştir. Ayrıca metamorfik kayaçların mineral parajenezini belirleyerek, metamorfık kayaçların ofıyolitik kayaçların üzerlemesi sırasında meydana gelen dinamotermal metamorfızma sonucu oluştuklarını ve metamorfızma sırasındaki sıcaklığın 700–350 °C arasında, basıncın 5-2,5 kbar arasında olduğunu saptamıştır.

Şenel (1997), Batı Toroslarda Acıgöl ve civarının jeolojisi kapsamında yaptığı çalışmada, bölgede bulunan kayaç birimlerini allokton, paraallokton ve neootokton

olarak sınıflamış, allakton konumlu Likya naplarının bölgede Bodrum napı, Marmaris ofıyolit napı, Gülbahar napı ve Domuzdağı naplarından oluştuğunu belirleyerek, bu napları oluşturan kayaç birimlerini tanımlamıştır. Aynca bu napların birbiriyle olan dokanak ilişkilerini ayırtlayarak, bu napların birbirleri ile olan stratigrafi ilişkilerini ortaya koymuştur.

Collins ve Robertson (1998), Güneybatı Türkiye'deki Likya Torosları'nda, Geç Kretase-Geç Miyosen zaman aralığında levha hareketlerinin oluşumlarını incelemişlerdir. Likya Napları'nın yerleşmesinde etkili olan faktörleri saptamaya çalışmışlardır.

Economou ve diğerleri (1999), Pindos bölgesinde yaptığı çalışmada, bölgedeki ofiyolitik seriye ait kromit cevherleşmelerini Batı Anadolu'da gözlenen ofiyolitik seriye ait kromit cevherleşmeleri ile karşılaştırmış ve bu cevherleşmelerin jeokimyasal olarak benzerliklerini ortaya koymuştur.

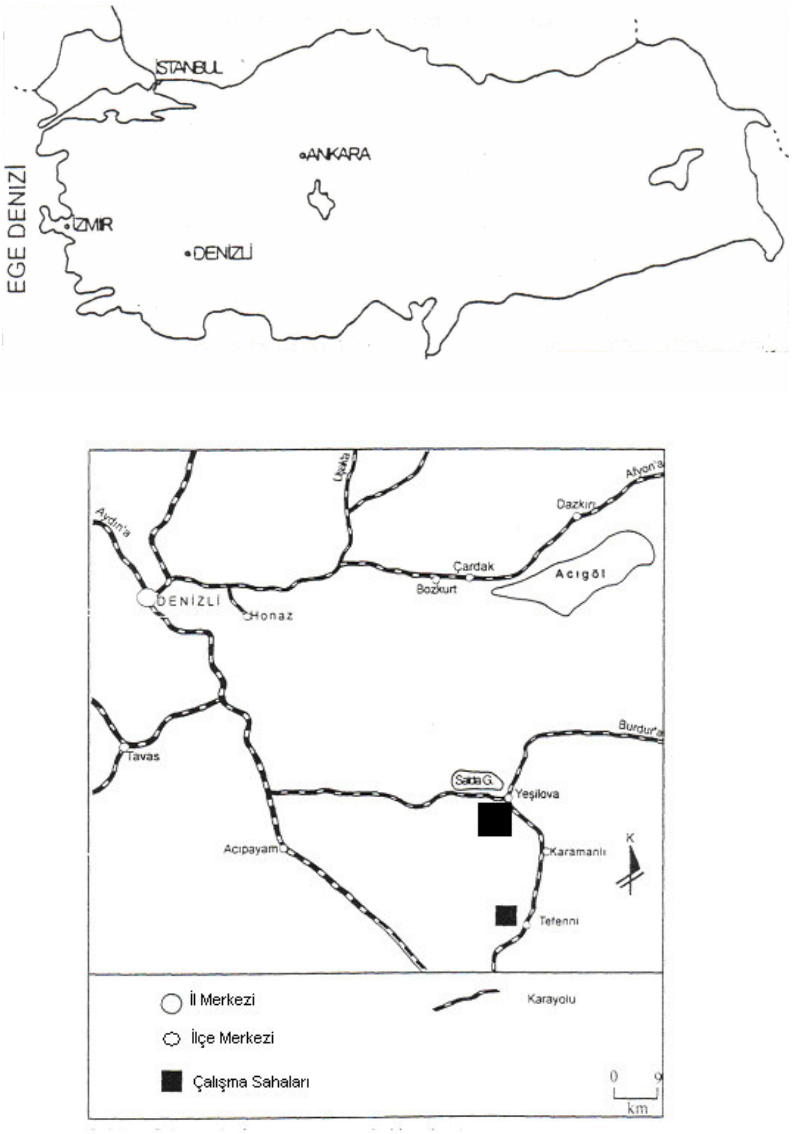
Koralay (2000), Yeşilova ve Tefenni (Burdur) bölgelerini kapsayan çalışmasında Yeşilova ofiyolitini oluşturan ofiyolitik kayaç birimlerinin okyanus tabanı metamorfizmasından etkilenmiş olduklarını belirtmiştir. Bölgedeki tektonitlerin diyabaz ve piroksenit bileşimli dayklar tarafından kesildiklerini belirten çalışmacı, ofiyolitik seri içerisinde gözlemlenen kromit yataklarının harzburjitler içerisinde yer aldığını ve kromit kütlelerinin içerisinde bulundukları peridotitlerle eş oluşumlu olduklarını belirtmiştir.

Baran (2003), Andızlık ve Zımparalık (Fethiye-Muğla) bölgelerini kapsayan çalışmasında tektonitlerde gözlenen hakim litolojinin harzburjit olup, kromit cevherleşmesinin olduğu bölgelerde dunitik seviyeler tespit etmiştir. Tektonitlerde gözlenen serpantinleşmenin, fay yüzeyleri ve dolerit dayklarının yan kayaçla dokanaklarında yaygın olduğunu belirtmiştir.

1.3 İnceleme Alanlarının Konumu

Çalışma iki ayrı sahada yürütülmüş olup, bunlardan ilki Denizli N-23-a3 paftasında Tefenni (Burdur) ilçe merkezinin KB'sında kalan, Tefenni yaylası ve çevresindeki 12 km.^{2}'lik bir alanı kapsarken, diğer çalışma sahası 1/25000 ölçekli Denizli N-23-a2

paftasında Niyazlar Köyü (Yeşilova-Burdur) çevresindeki 50 km.^{2}'lik bir alanı kapsar (Şekil 1.1).



Şekil 1.1 : Çalışma alanlarını gösteren yer bulduru haritası

1.4 Coğrafya

1.4.1 Morfolojik Durum

Niyazlar köyü ve çevresini kapsayan çalışma alanında morfoloji fazla engebeli olmayıp, yükseltiler çalışma sahasının kuzeyinden güneyine doğru gidildikçe

artmaktadır. Çalışma sahasında görülen ve önemli sayılabilecek yükseltiler; Boztepe (l337m), Karadoru tepe (l566m), Çamlık tepe (1442m)' dir.

Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan çalışma sahasında morfoloji oldukça engebeli olup, çalışma alanının kuzeyinden güneyine doğru gidildikçe yükseltilerde azalma görülür. En önemli yükseltiler Kara tepe (l658 m.), Yıldız tepe (l556m.), Manastır tepe (l745m) ve Türkmen tepe (l580m.)'dir.



Şekil 1.2 : Çalışma alanlarından Niyazlar Bölgesi'ne ait Radar Yolu mevkiinden Salda Gölü görünümü

1.4.2 Akarsular

Niyazlar köyü ve çevresini kapsayan çalışma alanında görülen akarsular yaz kış sürekli su taşıyan Değirmen Dere, Kebriz Dere' dir.

Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan diğer çalışma sahasında görülen akarsular derin vadiler boyunca akmakta olup, bunlar Ecel Dere, Erbey Dere, Deliömer Dere, Karapınar Dere, Sorkun Dere ve Çatalpınar Dere'dir. Ayrıca çalışma alanlarında çok miktarda mevsimlik kuru dere mevcuttur.

1.4.3 İklim ve Bitki Örtüsü

Çalışma alanlarında Akdeniz ikliminin etkisi görülür. Niyazlar köyü civarında tarım için elverişli düzlükler mevcut olup, yöre halkı tarafından ihtiyaçlarını karşılayacak oranda tarım bitkileri yetiştirilmektedir. Çalışma sahasının güneyindeki alanlar ise engebeli ve ormanlıktır.

Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan çalışma alanında, Tefenni yaylası dışında tarım için elverişli düzlükler yoktur. Çalışma alanının kuzeyinde çam ve köknar türü ağaçlardan oluşan geniş ormanlık alanlar mevcuttur.

Her iki çalışma sahasında da daha önceki yıllarda işletilen pek çok krom ocağı mevcuttur. Dolayısıyla yöre halkının büyük bir kısmı bu maden işletmelerinden emekli olup, gelir durumları iyidir. Ayrıca yörede az miktarda büyük ve küçükbaş hayvancılık yapılmaktadır.

1.4.4 Ulaşım

Çalışma alanları ulaşım yönünden oldukça sorunsuzdur. İlçe ve köy merkezlerine kadar asfalt yollar mevcut olup, çalışma sahalarının her tarafına stabilize orman yollarıyla ulaşılabilir.

1.4.5 Yerleşim yerleri ve nüfus dağılımları

Niyazlar köyü ve çevresini kapsayan çalışma alanında en önemli yerleşim birimi Niyazlar köyüdür. Yeşilova ilçesine 5 km. mesafesi olan yerleşim biriminin nüfusu fazla olmamakla birlikte genç nüfus yoktur.

Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan çalışma sahasına en yakın yerleşim yeri Tefenni ilçesidir.

1.5 Genel Jeoloji

1.5.1 Batı Anadolu'nun Jeolojisi

Güneybatı Anadolu'da yer alan çalışma alanında naplı ve ekaylı yapılar egemendir. Bölgenin bu naplı yapısı benzer kaya birimlerine ait litoloji tanımlamalarında

farklılıkların doğmasına sebep olmaktadır. Güneybatı Anadolu'da yer alan yapısal birimler kuzeyden güneye doğru kabaca Menderes masifi. Batı Toros napları, Beydağları otoktonu ve Antalya napları gibi adlar altında toplanabilir (Şekil 1.3).

1.5.1.1 Menderes Masifi

Gediz, Küçük ve Büyük Menderes nehirlerinin drenaj alanı içerisinde yeralan Menderes masifi Batı Anadolu'da oldukça geniş bir alan kaplar **(Ketin,1983)**. Menderes masifi, uzun ekseni KD doğrultulu olan ve yaklaşık 300 km uzanan elips biçimli bir metamorfık topluluktur. Menderes masifi kuzeyden İzmir-Ankara ofıyolitik sütur zonu ile sınırlanırken, güney sınırında Kale-Tavas molas havzası çökelleri, Menderes masifi ile Toros karbonat platformunun ilişkisini örter **(Yılmaz ve Diğ.,1999)**.

Menderes masifinde iki farklı stratigrafık düzey ayırdedilir. Bunlardan birisi ileri derecede metamorfizma geçirmiş, gözlü gnays, migmatit, amfîbolit ve çeşitli şistler ile kökeni eklojit olan kayalardan oluşan bir çekirdek seviyesi; diğeri ise bu çekirdeği örten kuvarsit, mikaşist, fıllat, mermer ve rekristalize kireçtaşlarından oluşan bir örtü seviyesidir **(Yılmaz ve Diğ., 1999)**.

Menderes masifinin çekirdek seviyesinin Pan Afrikan temeline ait yaşlı bir kristalen kütle olduğu ve yaşının 0,8-2 milyar yıl arasında değiştiği farklı araştırmacılar tarafından belirtilmektedir. Masifi oluşturan örtü kayaları yaşlan birimlerin tanım ve ayırımından kaynaklanan farklılıklar vardır. Bazı araştırmacılar örtü kayalarında Kambriyen' den Eosen' e kadar olan bir istifin varlığını kabul ederken, diğer bazı araştırmacılar ise Üst Karbonifer'den Üst Kretase-Eosen' e kadar olan bir istiften söz ederler **(Yılmaz ve Diğ., 1999)**.

Menderes masifi'nin ana metamorfizması yüksek-orta basınç barroviyen tipi bir metamorfızmadır. Bu metamorfızma, masifin kuzey kesimlerinde amfibolit fasiyesinin üst sınınna kadar ulaşmıştır. Almandin-amfibolit fasiyesi metamorfızması yerel olarak anateksik granitlerin oluşmasına neden olmuştur. Masifin örtü seviyesinde görülen metamorfızma yeşilşist fasiyesinde kalmıştır **(Yılmaz ve Diğ., 1999)**.

1.5.1.2 Batı Toros Napları

Menderes masifi ve Beydağları otoktonu arasındaki bölgede görülen Batı Toros napları farklı ortam ve yaş aralığında çökelmiş, daha sonra meydana gelen tektonik hareketler sonucu bugünkü yerlerine getirilmiş kayaç birliklerinden oluşmuştur. Bölgede çalışmalar yapan araştırmacılar tarafından Likya, Teke Toroslar ya da Elmalı napları gibi değişik adlar verilen Batı Toros napları iki faklı tektonik üniteden oluşur:

Alt Tektonik Dilim: Beydağları otoktonu ile diğer allokton konumlu kayaçlar arasında yer alır. Elmalı Grubu ve Yavuz Formasyonu alt tektonik dilimin önemli birimleridir. Elmalı Grubu kiltaşı, silttaşı, kumtaşı, şeyi ve konglomeradan oluşur. Batı Toros naplarının en güney kesiminde görülürler. Alt ve üst dokanakları tektoniktir. Yavuz Formasyonu ince orta tabakalı, bej, krem ve yer yer kırmızımsı renkli kiltaşı,silttaşı, mikritik kireçtaşı, killi kireçtaşı, kumlu kireçtaşı ardalanmasından oluşur. Elmalı Grubu ile birlikte Batı Toros naplarının tabanını oluşturur **(Ersoy, 1990)**.

Üst Tektonik Dilim: Batı Toros naplarına ait en yaşlı kaya birimlerini içerir. Dilimin tabanında Karbonifer-Orta Triyas yaşlı gre ve kuvarsit ara katklı pelitik ve biyoklastik karbonat kayaçlarından oluşan Karadağ Serisi görülür. Karadağ Serisi Permiyen yaşlı yer yer yastık lav içeren psammitik arkozlardan oluşan Tekedere Serisi tarafından tektonik olarak üzerlenir **(Ersoy, 1990)**.

Bunların haricinde Batı Toros napları içerisinde görülen en önemli birim ofiyolitlerdir. Ofıyolitler Batı Toros naplarının en üst kesimini oluştururlar ve bölgedeki konumlan hala tartışmalıdır **(Ersoy, 1990)**.

1.5.1.3 Beydağları Otoktonu

Woodcock ve Robertson (1977) tarafından "Beydağları zonu", **Yılmaz ve diğ., (1981)** tarafından "Beydağları masifi" olarak adlandırılan Beydağları otoktonu güneybatı Anadolu' da en güneydeki kuşak olup, göreceli otoktondur. Bu kuşak duraylı bir karbonat platformu özelliği taşır. Bir başka deyişle bir ön ülke olup, doğuya doğru Orta Toroslar boyunca napların önünde ve gerisinde yüzeylenir. Beydağları otoktonunun en altında olasılı Üst Triyas'tan başlayan neritik karbonatlar yer alırken, otoktonun en üst seviyesinin yaşı hakkında çeşitli araştırmacılar tarafından değişik yaş aralıkları

verilmektedir. Komprehansif bir karbonat serisinden oluşan ve yer yer farklı özellik gösteren Beydağları otoktonu genellikle neritik fasiyes'te gelişmiş olup, Üst Kretase sonundaki tektonik hareketler sonucu yanal yönde fasiyes değişikliklerine uğramıştır **(Ersoy, 1990)**.

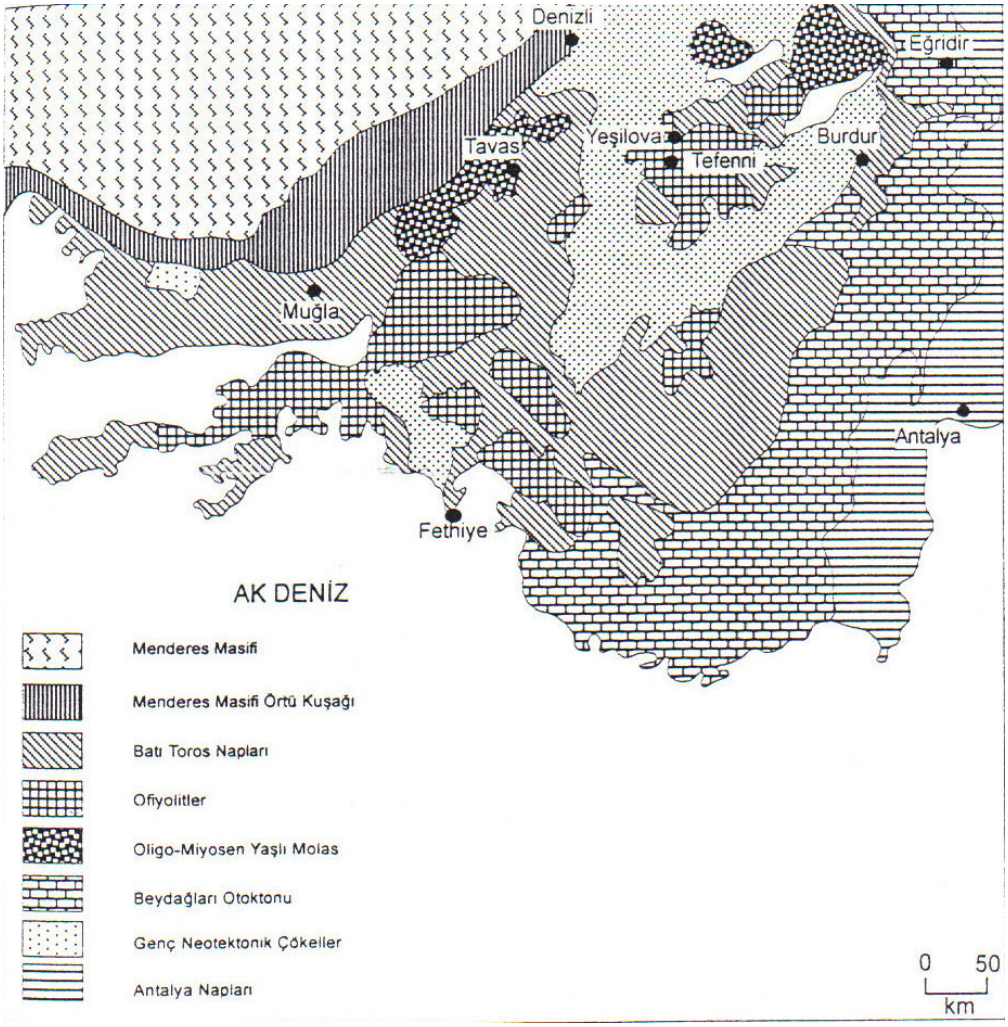
1.5.1.4 Antalya Napları

Antalya napları ismini en iyi yüzeylenme verdiği Antalya ilinden almaktadır. **Brunn ve diğ. (1971)** tarafından Antalya napları üç farklı birliğe ayrılmıştır.

Çataltepe birimi; Anatalya nap sisteminin temelini oluşturan birim. Triyas yaşlı killi kireçtaşı, kumtaşı ile Jura-Kretase yaşlı radyolarit arakatkılı neritik karbonatlardan oluşur.

Alakırçay-Ispartaçay birimi; Üst Triyas yaşlı çörtlü kireçtaşı, bitkili kumtaşı. radyolarit, kireçtaşı ara katkılı bazik denizaltı volkanitleri ve ofiyolitik kayaçlarla beraber Üst Kretase yaşlı kırıntılı kayaçlardan oluşur.

Tahtalıdağ birimi; Antalya naplarının üst seviyesini oluşturan birim. Kambriyen-Kretase zaman aralığında çökelmiş şelf türü karbonat ve kırıntılı kayaçlardan oluşmuştur.



Şekil 1.3 : Batı Toroslar'da görülen yapısal birimler (**Ersoy, (1990)**'dan alınmıştır.)

2 İNCELEME ALANININ JEOLOJİSİ

2.1 Stratigrafi ve Petrografi

İnceleme alanlarında, daha önceki araştırmacıların yaptıkları çalışmalara göre birimler allokton olarak bölgeye yerleşmişlerdir. Buna göre Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Yeşilova ofıyoliti **(Sarp,1976)**, **(Özpınar,1987)**, Üst Senoniyen yaşlı Kızılcadağ Ofiyolitli Melanjı **(Poisson, 1977)**, neootokton özellik gösteren Pliyo-Kuvaterner yaşlı Niyazlar Formasyonu **(Poisson, 1977)** alanda gözlenen allokton birimlerdir.

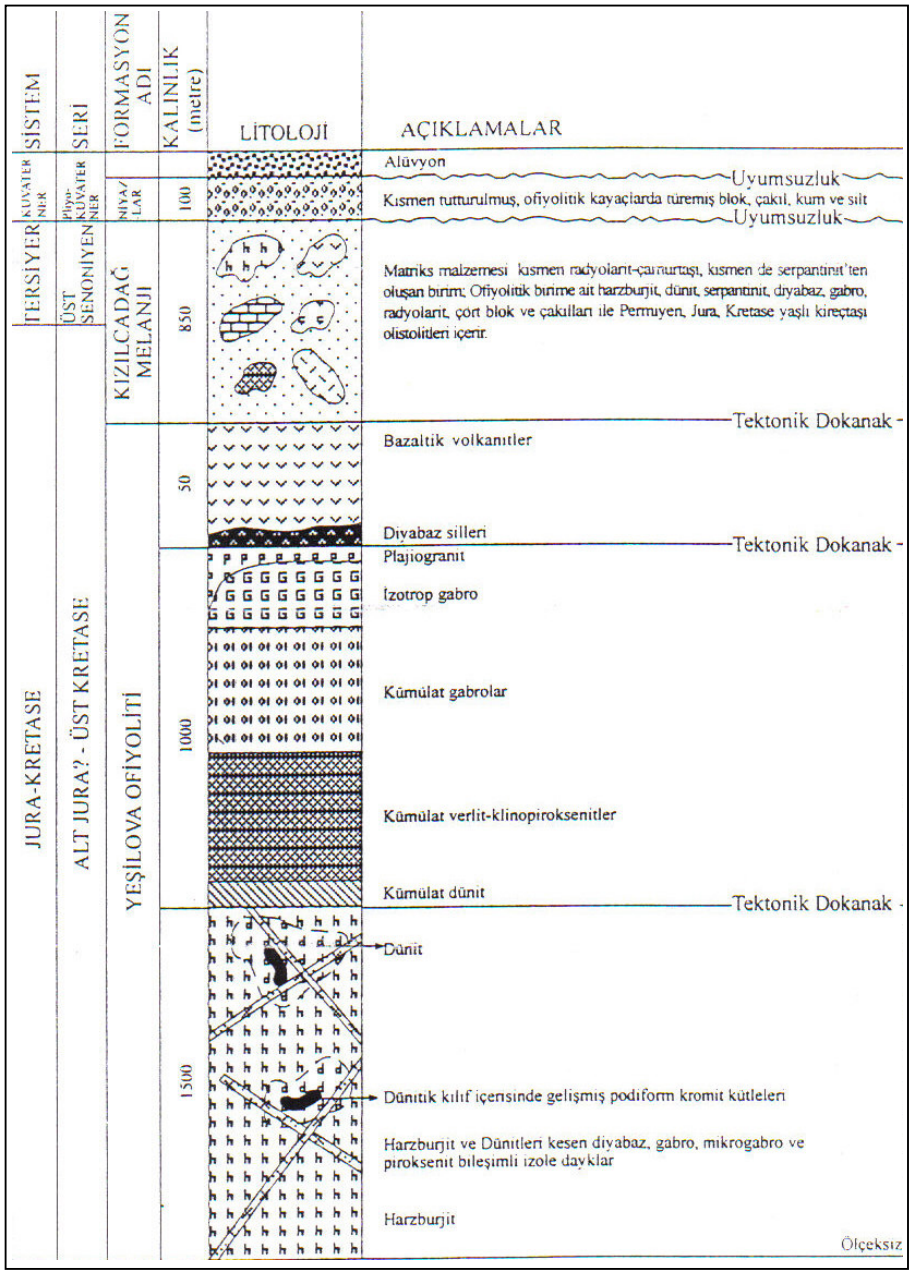
Alanın büyük bir kısmını kaplayan ofıyolitik kayaçlar **(Sarp, 1976)** tarafından Yeşilova ofıyoliti olarak adlandırılmıştır. Yeşilova ofiyoliti tabanında yaygın olarak harzburjit, daha az yaygın dünit ve kromitler bulunur. Kromit cevherleşmeleri dünitik zonlarda görülür. Harzburjit ve dünitler, dolerit (diyabaz) ve piroksenit bileşimli izole dayklar tarafından kesilmektedir **(Koralay, 2000)**.

Tektonitler üzerine okyanusal kabuğu temsil eden kaya grupları gelir. Okyanusal kabuk kayaçları alttan üste doğru ultramafik ve mafik kümülat kayaları ile temsil edilir. Bunlar kümülat dünitler, verlit-klinopiroksenitler ve kümülat gabrolardır. Kümülat gabroların üzerine izotrop gabrolar gelir. İzotrop gabrolar üzerinde ise çok dar bir alanda yayılım gösteren plajiogranit introzyonu bulunur. İstifin en üstünde ise bazik volkanitler yeralır ve alanda tektonitlerle ultramafik kümülatlar arasında oldukça kalın olan, şisti yapıda serpantinitlerden oluşan bir zon bulunur **(Koralay, 2000)**.

İnceleme alanlarındaki ofiyolitik seride levha dayk kompleksi ve yastık lavlar yer almamaktadır. O nedenle inceleme alanlarındaki ofiyolitik seri eksik dizi karakterli bir ofiyolit topluluğunu temsil etmektedir.

Yeşilova ofiyoliti üzerine yataya yakın bir tektonik dokanakla, ofiyolitik kayaç parçaları, kireçtaşı olistolitleri içeren, matriksi radyolarit, çamurtaşı, serpantinit ve ofiyolitik kayaç parçacıklarından oluşan Üst Senoniyen yaşlı Kızılcadağ Ofiyolitli Melanjı gelir. Kızılcadağ Ofiyolitli Melanjı üzerinde açısal uyumsuzlukla Pliyo-Kuvaterner yaşlı, ofiyolit çakılları ve kumları içeren karasal karakterli Niyazlar Formasyonu yer alır (**Poisson,1977**), **(Özpınar ve diğ., 1996**).

Araziye ait stratigrafik kesit Şekil 2.1'de gösterilmiştir.



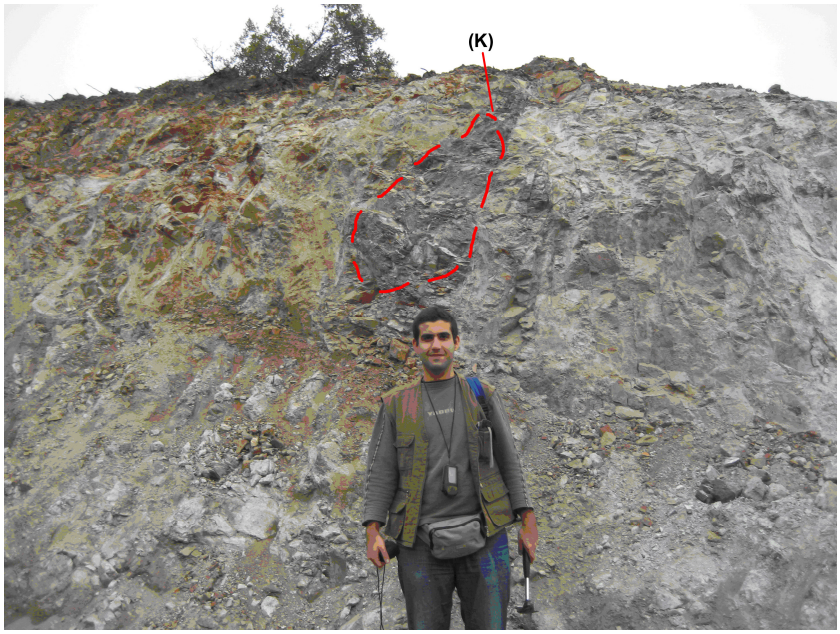
Şekil 2.1 : Genelleştirilmiş stratigrafik kolon kesit ((**Koralay, 2000)**'den alınmıştır)

2.1.1 Yeşilova Ofiyoliti (Geç Jura-Erken Kretase)

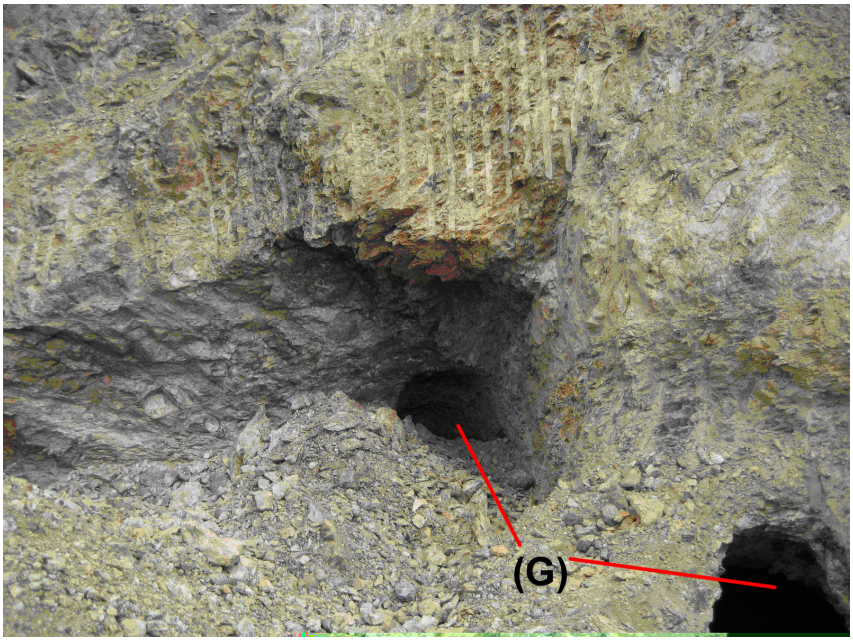
2.1.1.1 Tektonitler

İnceleme alanlarında yüzeylenen ofiyolitik kayaçların büyük bir kesimini oluşturan tektonitler, başlıca; harzburjit, dünit, ve bunları kesen mafik dayklar ile temsil edilmektedir.

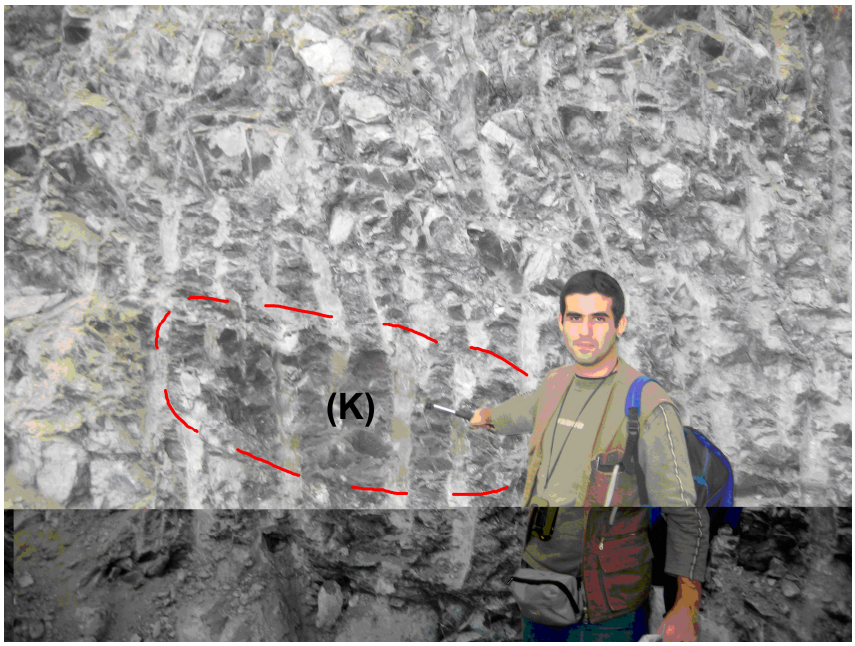
İnceleme alanlarındaki tektonitlerde harzburjitler daha fazla olarak bulunur. Dünitler tektonitler içerisinde bant ve mercekler şeklinde yeralır. Harzburjit ve dünitler arasındaki dokanak sınırı geçişlidir. Dünitlerin daha çok kromit yatakları çevresinde yer aldıkları görülür.



Şekil 2.2 : Dunit zonu içerisinde kromit cevheri (Balkır Ocak)



Şekil 2.3 : Dunitler içinde açılmış olan eski kromit ocaklarına ait galeriler (Balkır Ocak çevresi)



Şekil 2.4 : Dunitler tarafından çevrelenmiş mercek şeklinde krom cevherleşmesi (Niyazlar Ocak)

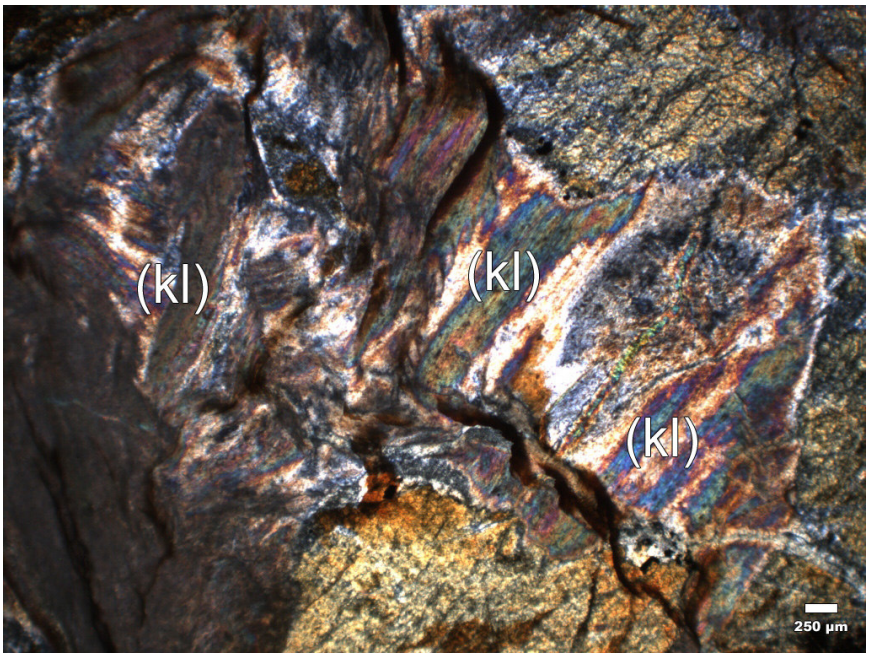
Tektonitlerin taban ilişkisi bilinmemektedir. Ancak inceleme alanları dışında İğdir Köyü (Yeşilova-Burdur) doğusunda Yeşilova ofiyolitinin tabanında metamorfik tektonik dilim yer alır **(Özpınar ve diğ., 1996)**.

Tektonitlerin taban ilişkisi bilinmediğinden kalınlığı hakkında bir tahmin yapılamamaktadır. Ancak **Karaman, (1987)**'ye göre tektonitlerin bölgedeki kalınlığı yaklaşık 1500 m. olarak belirtilmiştir.

2.1.1.2 Harzburjitler

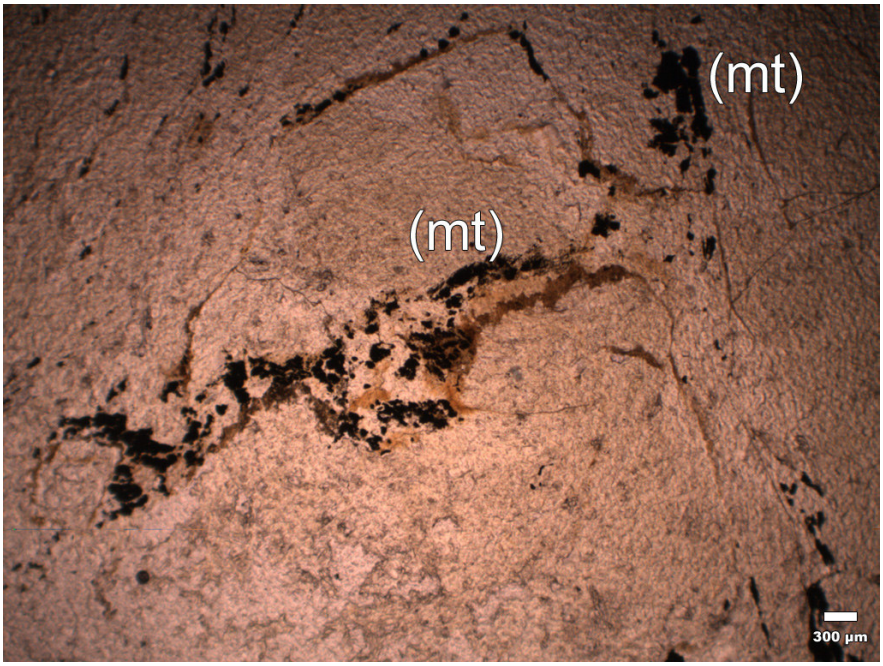
Harzburjitler, Niyazlar köyü ve çevresini kapsayan çalışma alanında Karadoru tepenin batısı ile Niyazlar köyünün kuzeydoğusunda görülürken, Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan diğer çalışma alanında Yıldız tepe batısı, Manastır tepe kuzeyi, Erbey yaylası ve İkiz tepe civarında yüzeylenirler. Harzburjitler arazide kırmızımsı, sarımsı kahverengi görünümdedir. Taze kırık yüzeyleri açık yeşil-yeşil tonlarında olup, serpantinleşmiş örnekleri koyu yeşil-siyah renklerde görülürler. Serpantinleşme tektonik hatlar boyunca yaygın olarak görülür.

Harzburjitlerin incekesit incelemelerinde (Şekil 2.5) bastitleşmiş Ortopiroksen'e rastlanılmıştır. Olivinler tanımlanamamıştır; bunun nedeninin demir oksitler ve/veya karbonatlaşmadan kaynaklandığı düşünülmektedir. Yoğun klorit mineralleri (muhtemelen Klinoklor) görülmektedir. Manyetit (çatlaklarda serpantinler ile birlikte) bulunmaktadır. Kesitte yarı öz şekilli kromitlere ve yoğun demiroksit oluşumlarına rastlanılmıştır.

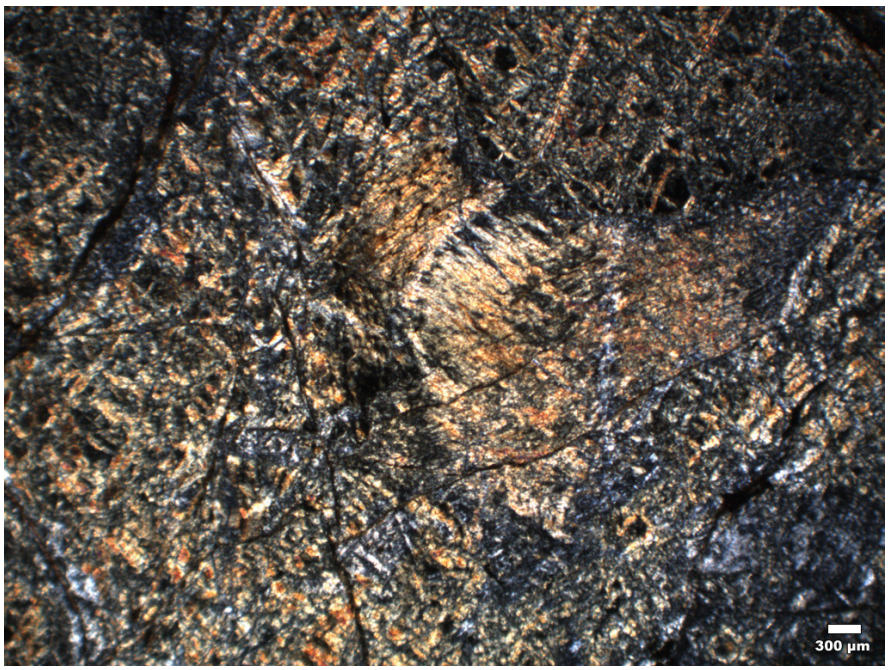


Şekil 2.5 : Harzburjit örneğine ait ince kesidin çift nikolde görünümü (4x10)

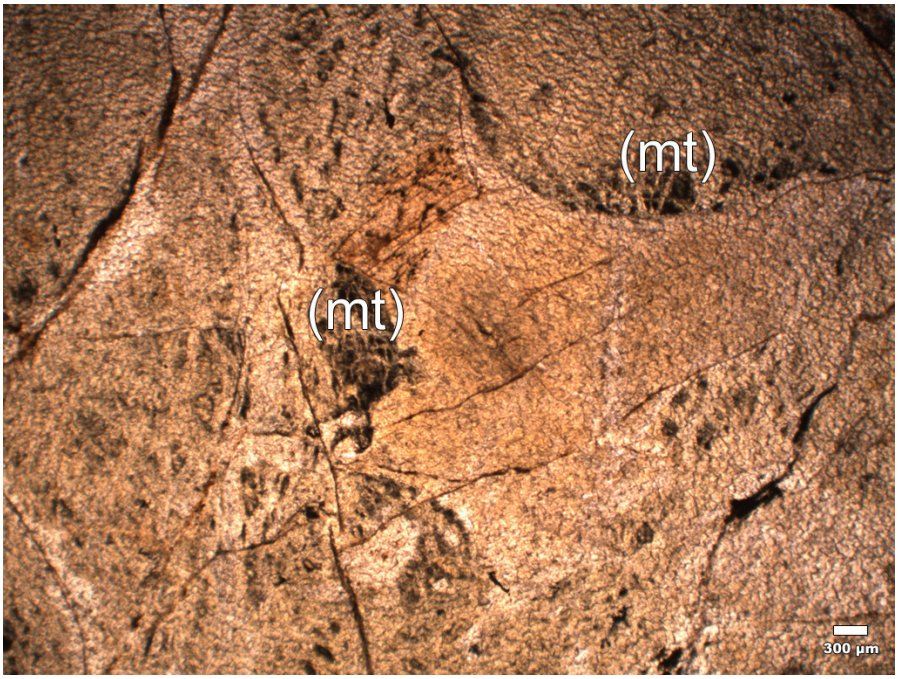
Serpantin mineralleri, lifli yapıda olup, olivin minerallerinin bozuşması sonucu oluşmuşlardır. Serpantin minerallerinin lifleri arasında küçük benekler şeklinde opak mineral dizilimleri (elek dokusu) görülür.



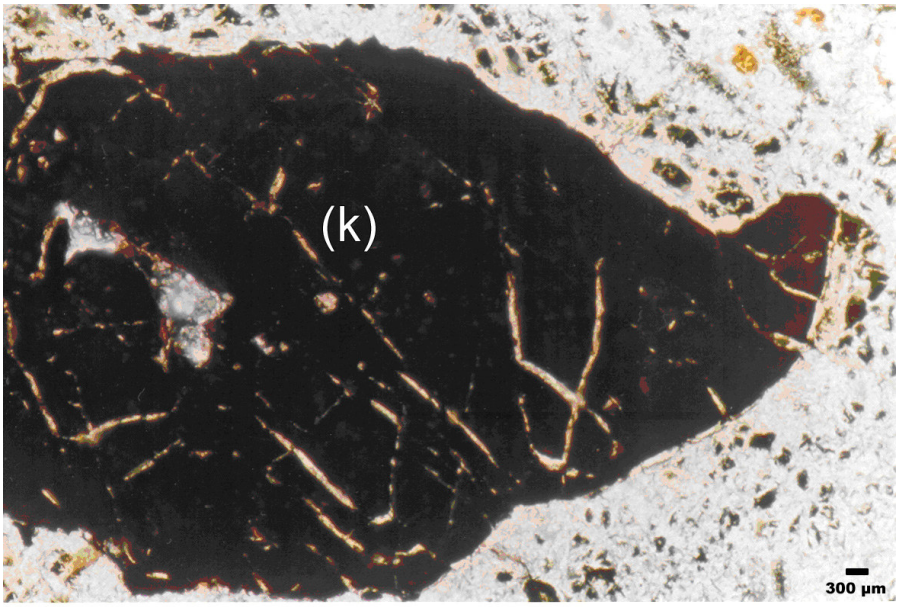
Şekil 2.6 : Serpantin mineralleri arasında opak mineral olarak manyetit (mt) dizilimleri (4x10)



Şekil 2.7 : Serpantinit örneğinin çift nikolde görünümü (4x10)

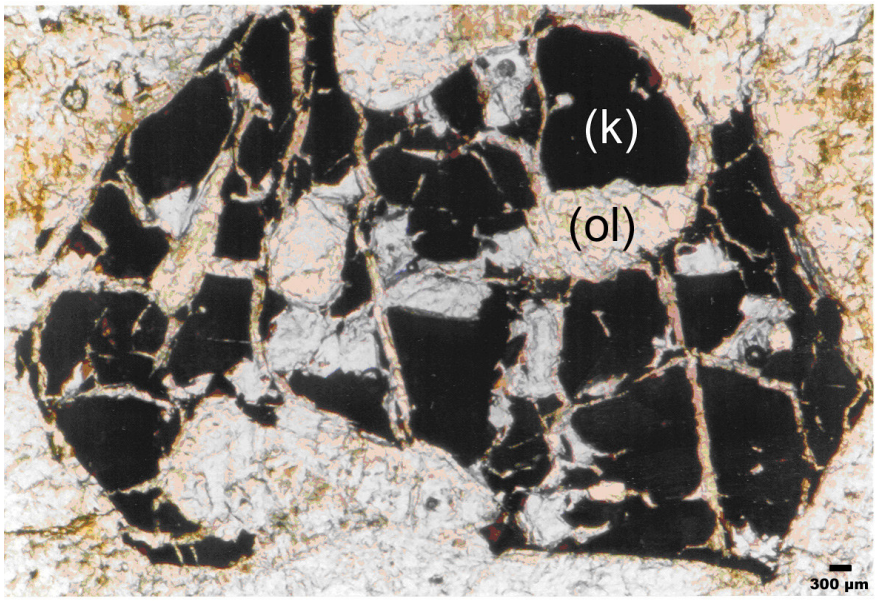


Şekil 2.8 : Serpantinit örneğinin tek nikolde görünümü (4x10) (mt: manyetit)



Şekil 2.9 : Kromit (k) tanelerinin mikroskop altında görünümü

Kromit, kırmızımsı kahverenkli olup, kısmen özşekilli veya yuvarlak kristaller halinde görülür. Bol kırıklı bir yapısı vardır ve hemen hemen her kesitte rastlanılmıştır.



Şekil 2.10 : Dunitler içinde özşekilsiz bol kırıklı kromit taneleri (k: kromit, ol: olivin)

2.1.1.3 Dunitler

İnceleme alanlarından Niyazlar Köyü civarında Boztepe ve batısında, Niyazlar köyü güneyinde yaygın olarak görülürken, Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan diğer çalışma alanında Manastır derede ve Kara tepenin batısında sınırlı mostra verirler.



Şekil 2.11 : Dunitik kılıf içerisinde krom cevherleşmesi

Harzburjitler içerisinde bant ve/veya merceğimsi şekilde görülürler ve harzburjitlerle olan sınırları keskin değildir. Harzburjitlere göre daha yumuşak bir topografya sunan dunitler arazide sarımsı kırmızımsı renkte olup, taze kırık yüzeyleri açık yeşil-sarımsı yeşil renktedir. Kolay kırılırlar ve küresel ayrışma yaygın olarak görülür.

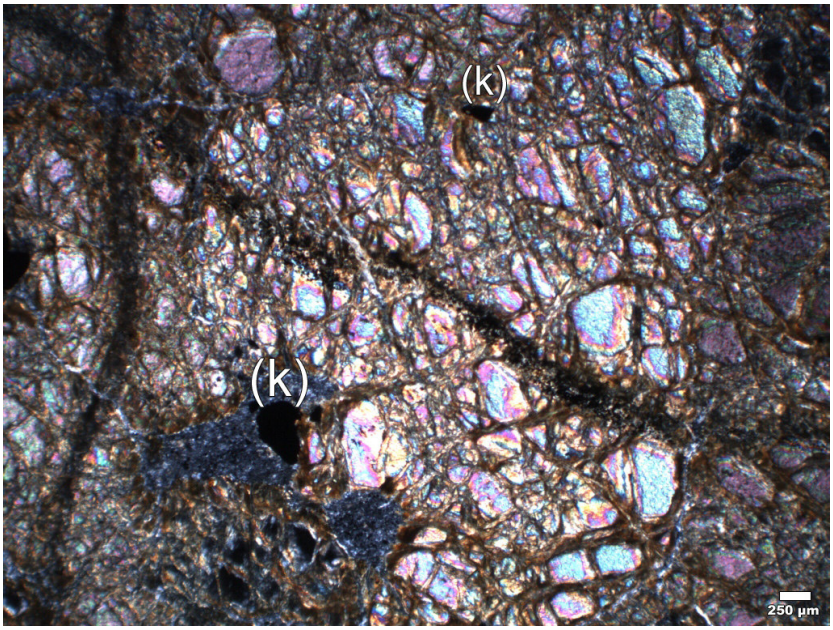
Mikroskop incelemeleri sonucu dunitlerde serpantinleşmenin yaygın olduğu ve buna bağlı olarak tipik ağ dokusunun geliştiği belirlenmiştir. Dunitlerde saptanan mineraller; olivin+ serpantin mineralleri + kromit + manyetit' tir.

Olivin tek nikolde yüksek röliyefi, dilinim göstermemesi ile kolaylıkla tanınır. Büyük bir kısmı serpantinleşmiş olup, kenar kesimlerinde küçük, siyah renkli opak mineral dizilimleri görülür.

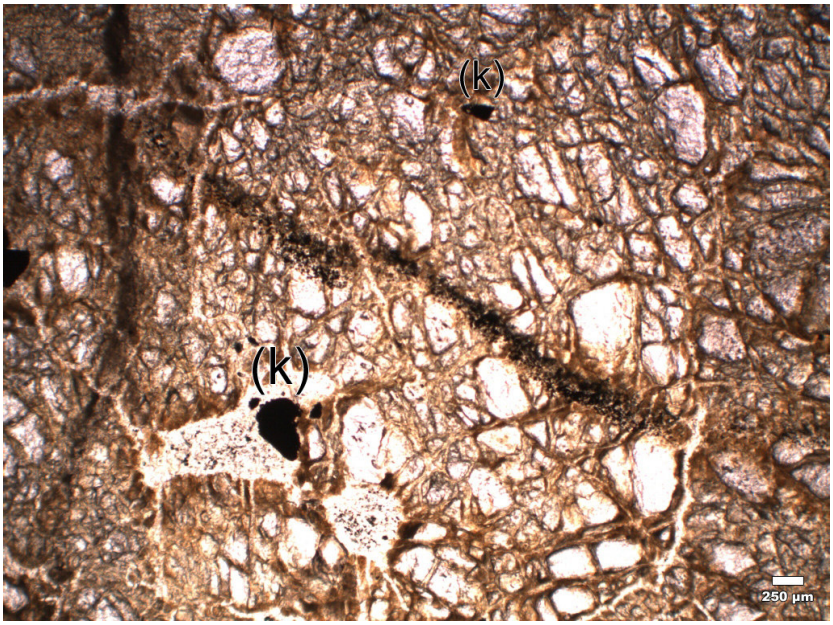
Serpantin mineralleri, lifli yapıda olup, küçük iğnemsi kristaller halinde görülürler. Çift nikolde dalgalı sönme gösterirler.

Kromit, incelenen tüm örneklerde kısmen özşekilli veya yuvarlak kristaller halinde ve bol kırıklı yapıda görülür. Kırmızımsı, kahverengimsi veya siyah renklidir (Şekil 2.12 ve Şekil 2.13)

Manyetit, serpantin minerallerinin lifleri arasına yerleşmiş, küçük siyah renkli benekler şeklinde görülür.



Şekil 2.12 : Serpantinleşmiş dunit içindeki kromit tanelerinin (k) çift nikolde görünümü (4x10)



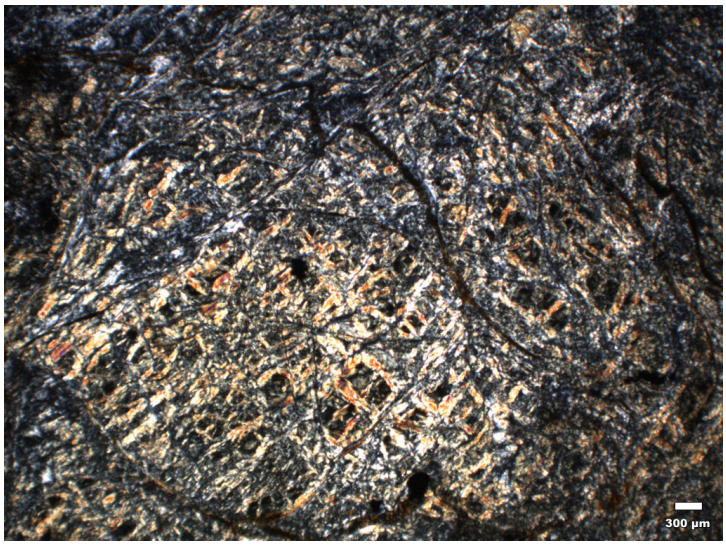
Şekil 2.13 : Serpantinleşmiş dunit içindeki kromit tanelerinin (k) tek nikolde görünümü (4x10)

2.1.1.4 Serpantinitler

Çalışma alanlarında görülen serpantinitler, genellikle tektonit-kümülat dokanağında. tektonik hatlar boyunca veya harzburjit ve dünitleri kesen damar kayaçlarının kenar

kesimlerinde görülmektedir. Arazide açık yeşil, koyu yeşil, yeşilimsi siyah veya siyah renklerde görülen serpantinitler, birimlerin dokanaklarında ezilmeden dolayı yapraksı görünüm kazanmışlardır. Güneş ışığında parlak bir görünüm sunan serpantinitler ele kaygan bir his verirler.

Çalışma sahalarından toplanan serpantinit örnekleri tipik ağ dokusuna (Şekil 2.1.13-Şekil 2.1.14) sahip olup, serpantin mineralleri krizotil + kromit + klorit ± kalıntı piroksen + manyetit minerallerinden oluşmuşlardır.



Şekil 2.14 : Serpantinit örneklerine ait ağ dokusu (çift nikol) (4x10)



Şekil 2.15 : Serpantinit örneklerine ait ağ dokusu (tek nikol) (4x10)

2.1.2 Mafik Dayklar

Çalışma alanlarında görülen mafık dayklar tektonitik harzburjit ve dünitleri kesmektedirler. Genellikle diyabaz, piroksenit bileşimli olan mafik dayklar çevre kayaçlara göre daha sert bir morfoloji gösterirler.

2.1.2.1 Diyabaz

Diyabaz bileşimli dayklar Niyazlar köyü ve çevresini kapsayan çalışma alanında Boztepe ve çevresinde yoğunlaşırken, Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan çalışma alanında Kara tepe ve çevresinde yaygın olarak görülmektedir.

Daykların genişlikleri 1-3 m. arasındadır. ve zaman zaman 70 m.'ye varan uzunlukta izlenmektedir. Kristalleri çıplak gözle görmek çoğu zaman imkansızdır.

Mikroskopik incelemelerde daykların mineralojik olarak plajioklas (labrador) + piroksen + klorit + manyetit + olivin+ epidot + ilmenit + demir oksit'ten meydana gelmiş oldukları tespit edilmiştir.

Olivin, çoğunlukla serpantinleşmiş olup, küçük düzensiz kristaller halinde birkaç kesitte küçük kristaller halinde görülmüştür.

2.1.2.2 Piroksenit

Diyabaz bileşimli dayklara göre daha az yaygın ve daha küçük boyutlu olarak bulunurlar. Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan çalışma alanında Kara tepenin doğusunda fazlaca belirlenmiştir. Dayklar cm. ölçeğinde olup haritalanabilecek büyüklüğe sahip değillerdir. Tamamen piroksen kristallerinden meydana gelen dayklarda piroksenler iri kristallidir.

2.1.3 Kızılcadağ Ofiyolitli Melanjı (Üst Senoniyen)

Melanj terimi ilk defa 1919 yılında Greenly tarafından İskoçya'nın Anglesey adasında yüzeylenen Prekambriyen yaşlı Mona karışığı için kullanılmıştır.

İlk defa **(Poisson, 1977)** tarafından tanımlanan Kızılcadağ ofiyolitli melanjı inceleme alanlarından Tefenni yaylası ve çevresini kapsayan alanda Tefenni yaylası, Türkmen

tepe ve çevresinde görülür. Arazide radyolarit, çört ve kırmızı renkli kireçtaşlarının baskın olduğu yerlerde kırmızımsı kahverengi, bordo renklerde görülürken, serpantinitler, bazik ve ultrabazik kayaçların baskın olduğu yerlerde açıkkoyu yeşil ve yeşilimsi gri renklerde görülür. Melanj içerisinde çeşitli boyutta kireçtaşı, harzburjit, serpantinit, radyolarit, gabro, diyabaz ve volkanik kayaç çakılları görülür .

Kızılcadağ ofiyolitli melanjının matriksini Yeşilova ofiyolitine ait mafık ve ultramafık kayaçların ezilmesiyle oluşmuş kırıntılar ve serpantinitler ile kırmızı renkli kireçtaşları, radyolaritler ve çörtler oluşturmaktadır.

Kızılcadağ ofiyolitli melanjının altında yatay veya yataya yakın bir tektonik dokanakla Yeşilova ofiyoliti bulunur. Üst dokanağı ise çalışma alanında gözlenmez. Ancak Üst Triyas-Jura-Kretase yaşlı kireçtaşları tarafından üzerlendiği daha önceki çalışmacılar tarafından belirtilmektedir **(Özpınar ve Kılıç, 1996)**. Kızılcadağ ofiyolitli melanjının oluşum yaşı Üst Senoniyen'dir **(Sarp, 1976)**, **(Bilgin ve diğ., 1990)**. Kızılcadağ ofiyolitli melanjı kireçtaşı napının Yeşilova ofiyoliti üzerine yerleşimi sırasında oluşmuştur. Kızılcadağ ofiyolitli melanjının inceleme alanına yerleşimi Üst Senoniyen-Monsiyen arası bir dönemde olmuştur **(Bilgin ve diğ., 1990)**. Çalışma alanında üst dokanağı görülmeyen Kızılcadağ ofıyolitli melanjının kalınlığı **(Karaman, 1987)** tarafından yaklaşık 850 m. olarak belirlenmiştir.

2.1.3.1 Kireçtaşı Olistolitleri

Türkmen tepe, Bitlice tepe, Erbey yaylası ve Bezirgan pınarı güneyinde büyük olistolitler şeklinde görülen kireçtaşı blokları beyazımsı gri, pembemsi gri renkli olup, bol çatlaklı ve tabakalı yapıda görülürler. Tabaka kalınlıklan 1-10 cm olup çatlaklar ikincil kalsit dolguludur. Birim içerisinde yer yer küçük ölçekli kıvrımlanmalar, faylanmalar görülmektedir. Türkmen tepe de görülen kireçtaşı olistoliti çörtlü seviyeler içermekte olup, çörtlü seviyeler 1-5 cm kalınlığında oldukça kırıklı yapıda ve hafif pembemsi renklerde görülür.

2.1.3.2 Radyolaritler

İnceleme alanında bloklar şeklinde radyolaritler görülmüştür. Kırmızımsı, kahverengimsi renkte görülen birimler bol çatlaklı ve kırıklı bir yapıda olup, kolay kırılmalarına rağmen serttirler.

2.1.4 Niyazlar Formasyonu (Pliyo-Kuvaterner)

Niyazlar köyü ve çevresini kapsayan çalışma alanında Niyazlar köyünün kuzey ve kuzeybatısındaki düzlüklerde görülen birim **Poisson (1977)** tarafından adlandırılmıştır. Çakıl, kum ve silt boyutu malzemelerden meydana gelmiştir. Birim içerisinde görülen çakıllar ofiyolitik kökenli olup, gene ofiyolitik kökenli olan kumlu ve killi malzemeler tarafından tutturulmuşlardır. Yeşilova ofiyoliti üzerine açısal uyumsuzlukla gelen birim Pliyo-Kuvaterner yaşlıdır **(Poisson, 1977)**. Ortalama kalınlığı 100 m. civarındadır.

2.1.5 Alüvyon

Çalışma alanlarındaki tüm dere yataklarında görülürler. Kum, çakıl ve killerden oluşan alüvyonlarda elemanların büyük çoğunluğu ofiyolitik kayaç parçalarından oluşur.

2.2 Yeşilova Ofiyolitinin Oluşum Yaşı, Yerleşim Yaşı ve Komşu Bölgelerle Deneştirilmesi

Çalışma alanlarında daha önceki yıllarda çalışma yapan **(Sarp, 1976)** tarafından ortoamfibolitlerde saptanan 93,5 milyon yıllık yaş, metamorfızma yaşı olup, metamorfizmaya uğramış gabro ve diyabaz dayklarının kristallenme sonrasındaki yaşını belirtmektedir. Buna göre ofiyolitik serinin oluşum yaşı Alt Kretase (Apsiyen)' den önce olması gerekmektedir. Ofiyolit oluşumunun uzun süre devam edeceği gözönüne alındığında Yeşilova ofiyolitinin oluşum yaşının Geç Jura-Erken Kretase olduğu düşünülmektedir **(Özpınar, 1987)**.

Batı Toroslarda görülen ofiyolit toplulukları günümüzdeki yerlerine yerleşimi **Ketin (1984)**' e göre dört safhada gerçekleşmiştir. Buna göre bu safhalar sırasıyla Kretase sonu ve Senoniyen safhası (Isparta büklümünün iç kesimi ve Antalya Körfezi batısı), Lütesiyen safhası (Beyşehir-Hoyran napları ile Hadim napları bu dönemde yerleşmişlerdir), Orta Miyosen safhası: Langiyen-Tortoniyen arası (Likya naplarının bir kesimi bu dönemde bindirmiştir) ve son olarak Miyosen-Aksu safhasıdır. (Antalya naplarının bir kesimi bu dönemde sürüklenmişlerdir) **(Özpınar,1987)**.

İncelenen alan ve yakın çevresinde görülen ofiyolitlerin yerleşimi üzerine farklı görüşler bulunmaktadır. Örneğin Honaz ofiyolitinin bugünkü yerine yerleşme yaşı **Okay (1989)**'a göre Geç Kretase, **Ercan ve diğ., (1983)**'e göre Eosen'dir. Acıpayam ofiyoliti bugünkü yerine Geç Kretase-Lütesiyen arası bir dönemde **(Özpınar, 1987)**, Kale ofiyoliti Orta Eosen **(Özpınar, 1995)**' de, Yeşilova ofiyoliti bugünkü yerine Lütesiyen öncesi bir dönemde yerleşmiştir **(Sarp, 1976)**, **(Bilgin ve diğ., 1990)**, **(Özpınar ve Kılıç, 1996)**. Bölgede üst üste gelmiş tektonik dilimlerin üzerine açısal uyumsuzlukla Monsiyen- Tanesiyen yaşlı Mamatlar Formasyonu gelmektedir **(Bilgin ve diğ., 1990)**. Buna göre Yeşilova ofiyolitinin bölgeye Üst Senoniyen-Erken Paleosen öncesi bir dönemde yerleşmiş olması gerekmektedir.

3 MADEN YATAKLARI

3.1 Ofiyolit Kavramı

Üst mantonun okyanusal kabuk parçaları olarak düşünülen ofiyolitler, mafik ve ultramafik kayaçların özel bir topluluğudur. İdeal bir ofiyolit birliği en alttan başlamak üzere aşağıda verilen birimlerden oluşmaktadır (Şekil 3.1).

• Ultramafik kompleks: Değişen oranlarda metamorfik ve tektonik dokulu harzburjit, lerzolit ve dünitten oluşmaktadır.

• Ultramafik ve Mafik Kümülatlar**:** Genel olarak altlarındaki ultramafik kompleksten daha az deforme olmuş gabroyik bileşimli kümülatlardan oluşmaktadır. Bu kompleks içerisinde yer yer peridotit ve piroksenit kümülatlarına da rastlanmaktadır.

• İzotropik Gabro

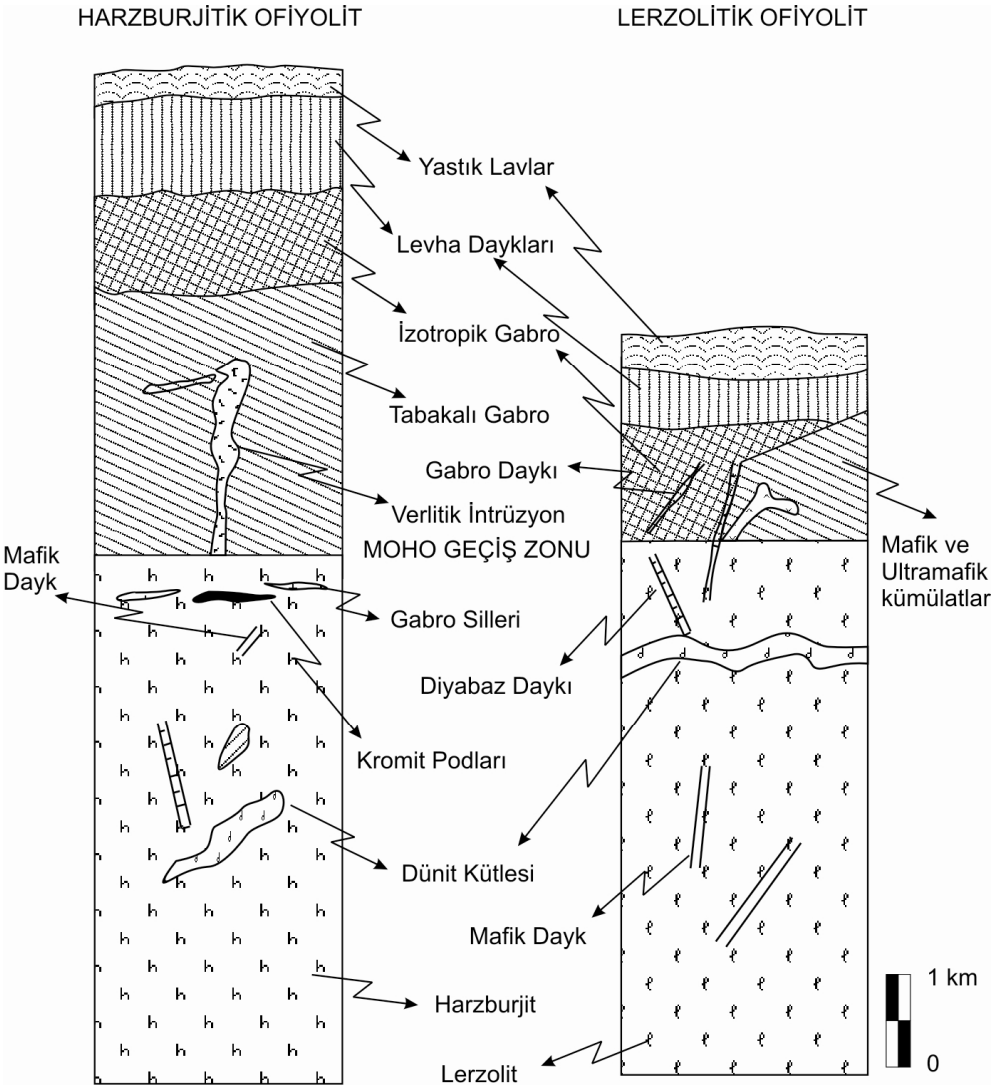
• Levha dayk kompleksi: Altlarındaki gabroyik kompleksle tedrici geçişler gösteren, esas olarak diyabaz bileşimli dayklardan oluşmaktadır.

• Bazik volkanik kompleks: yastık lav şekilli bazik volkanik kayaçlardan oluşmaktadır.

• Sedimanter kayaçlar: derin deniz ortamında çökelmiş birimlerden oluşmaktadır.

Bu birimler Kıbrıs Troodos masifi ve Kanada Bay of lslands kompleksinde eksiksiz olarak görülmektedir. Ofiyolit komplekslerin büyük bir çoğunluğu ultramafik kayaçlardan oluşmaktadır. Beş ana ofıyolit kompleksin ortalaması % 63 ultramafik kayaç içermektedir **(Coleman, 1977)**. Bu ultramafik kayaçlar **(Dickey, 1975)** tarafından dokusal olarak kümülat ve tektonitler olmak üzere iki kısma ayrılmışlardır.

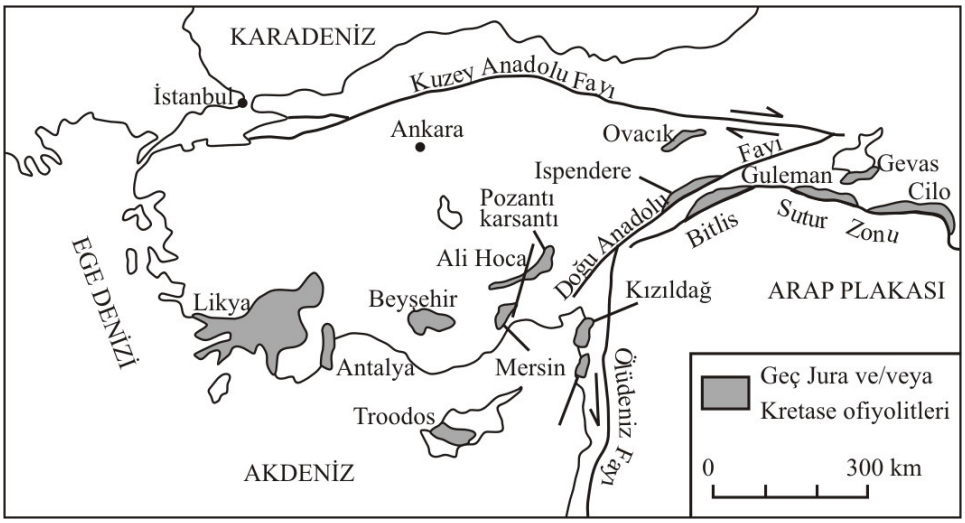
Kümülatlar genel olarak dünit, verlit ve piroksenitlerden oluşmaktadırlar ve yukarıda da bahsedildiği gibi gabroyik kümülatlarla beraber bulunmaktadırlar.



Şekil 3.1 : Harzburjitik ve Lerzolitik Ofiyolitlerin Genelleştirilmiş Kesitleri **(Nicolas,1989)**.

Tektonitler ise esas olarak dünit ve harzburjitlerden, tali olarak da lerzolit ve piroksenitlerden oluşmaktadırlar. Dokusal ve kimyasal olarak çok geniş alanlarda bile önemli bir değişim göstermeyen bu tektonit karakterli birimler önceki yazarlarc"deforme olmuş kümülatlar" **(Thayer, 1960)**, "tüketilmiş kalıntı manto" **(Ringwood, 1958)**, **(Dickey, 1975)**, "metamorfik peridotit" **(Coleman, 1977)**,

"tektonize olmuş peridotit" **(Koralay, 2000)** gibi değişik adlar altında tanımlanmışlardır.



Şekil 3.2 : Çalışma alanı da dahil olmak üzere Türkiye'de gözlenen önemli ofiyolitler **(Parlak, 1996)**.

Bu birimler stratiform intrüzyonların aksine belirli bir zaman süresince oluşmuş olmayıp, aynı zaman sürecinde rezervuarın değişik yerlerinde ve değişik sıcaklık - basınç koşullarında kristalleşmişlerdir **(Greenbaum, 1972)**. Okyanus ortası sırtları ve/veya ada yayı gerisi basenlerde oluşan bu ofiyolitler okyanusal kabuğun parçaları olarak taşınmakta ve levha çarpışmaları ile kıta kabuğu üzerine yerleşmektedirler. Ülkemizde gözlenen önemli ofiyolit birlikleri genellikle Geç Jura-Erken Kretase yaşlı olup değişik çalışmalara konu olan bir eksen boyunca gözlenirler **(Parlak, 1996)**. (Şekil 3.2).

Ofıyolitlere bağlı peridotit komplekslerin büyük bir çoğunluğunun yan kayaçlarla olan dokanakları tektonik olup herhangi bir tepkime zonu bulunmamaktadır. Bu nedenle de **Irvine, (1967)** ve daha önceki yazarlarca, peridoditin intrüzyon sırasında soğuk olduğu şeklinde yorumlanmıştır.

3.2 Kromit Cevheri

Yer kabuğunun doğal bileşenlerinden biri olan krom; metalürji, kimya ve refrakter sanayinin temel elementlerinden biridir.

Krom metalinin ekonomik olarak üretilebildiği tek mineral ise kromittir. Kromit, mineralojik olarak spinel grubuna ait bir mineral olup, kübik sistemde kristallenir. Teorik formülü $FeCr_2O_4$ olmakla birlikte, doğada bulunan kromit mineralinin formülü $(Mg,Fe)\ (Cr,Al,Fe)_2O_4$ olarak verilmektedir.

Kromit mineralinin bazı fiziksel özellikleri şöyledir:

Özgül ağırlığı : 4.1 - 4.9 g/cm^3
Sertliği : 5.5
Rengi : Parlak siyah
Çizgi rengi : Kahverengi
Genelde manyetik özellik taşımaz.

Kromit minerali ve krom yatakları kökensel olarak ilişkili oldukları ultrabazik kayaçlar içinde bulunurlar. Ultrabazik kayacın (dunit, serpantinit) oluşturduğu hamura (gang) gömülü kromit kristalleri krom cevherini oluşturmaktadır. Ultrabazik hamur malzemesi içinde kromit kristallerinin ve/veya tanelerinin bulunuş yoğunluğu, sergiledikleri doku ve yapı özellikleri krom cevherinin masif, saçılmış (dissemine), nodüllü, orbiküler, bantlı, masif bantlı ve dissemine bantlı gibi nitelendirilmelerini sağlar. Mg, Cr, Fe, Al elementleri kromit mineralini oluşturan elementler olmakla birlikte, gang minerallerinden kaynaklanan silis de krom cevheri analizlerinin ayrılmaz bir parçasıdır.

Krom cevherinin kimyasal bileşimi cevherin sanayideki kullanım alanlarını belirlemektedir. Kimyasal analizlerde SiO_2, Cr_2O, Al_2O_3 % miktarları ve Cr/Fe oranı çok belirleyici olmaktadır. Kromit mineralinin teorik Cr_2O_3 içeriği % 68'dir.

3.2.1 Kullanım Alanları

Metalurjik olarak krom cevherinin en önemli kullanım alanı paslanmaz çelik yapımında kullanılan ferro-krom imalidir. Refrakter alanda ise çok geniş kullanıma sahip olan krom cevheri, kimya endüstrisinde; renk maddesi, deri tabaklama işleminde ve kuru pil imalinde kullanılır. Sınırlı miktarda da döküm sanayinde kullanılmaktadır. Krom cevherinin kimyasal bileşimi cevherin sanayideki kullanım alanlarını belirlemektedir. Metalurji sanayinde krom; ferrokrom, ferro-siliko-krom, krom bileşikleri, ekzotermik krom katkıları, diğer krom alaşımları ve krom metali

şeklinde tüketilir. Son yıllarda metalurji sanayinde kullanılan kromun (krom demir alaşımları ve krom metalinin) yaklaşık % 95'i ferrokrom şeklindedir. Ferrokromun %90'ı başlıca paslanmaz ve ısıya dirençli çelik yapımında kullanılmaktadır. Paslanmaz çelikler %12-40 arasında krom içerir. Krom, çeliğe başlıca yüksek karbonlu ferrokrom şeklinde ilave edilir. Bu özelliği nedeniyle krom, savunma, sanayinin vazgeçilmez hammaddelerinden biridir ve bu açıdan stratejik öneme sahiptir. Konvansiyonel silahların üretimi dışında; Otomotiv, gemi, denizaltı ve uçak sanayi gibi birçok sektörlerde krom alaşımlı çelikler yaygın olarak kullanılmaktadır. Aşağıdaki tabloda kimyasal bileşenlerin oranlarına göre krom cevherinin kullanım alanları verilmiştir

Dünya krom cevheri tüketiminin %79'u metalurji, %13'ü kimya, %9'u refrakter sanayilerinde kullanılmaktadır. Sanayideki kullanım alanları kimyasal bileşim ve fiziksel özelliklerine göre sınırlı olmakla beraber, teknolojideki gelişmeler kimyasal bileşim ve fiziksel özelliklerden kaynaklanan sınırlamaları daha esnek hale getirmiştir.

MTA Genel Müdürlüğü, Maden Etüt ve Arama Dairesi bünyesinde, 145 krom yatağında yapılan çalışmalar sonucu, gerek kendisinin derlediği veriler ve gerekse işletmeci kuruluşlardan derlenen verilerin değerlendirilmesi sonucu %20 den daha fazla Cr_2O_3 içerikli krom rezervi yaklaşık 26 milyon ton olarak verilmektedir. Krom rezervleriyle ilgili bilgilerin yetersizliğine karşın bugüne kadar, dünya krom pazarlarında olumlu gelişmelerin olduğu dönemlerde Türkiye krom madencileri artan talebi karşılamada sıkıntı çekmemişlerdir. Öte yandan, Aladağ (Adana) yöresinde MTA'nın, daha sonra da Etibank'ın arama çalışmaları sonucunda %5.60 Cr_2O_3 tenörlü 198.100.000 ton düşük tenörlü krom cevheri rezervi ortaya konmuştur. Arama çalışmalarının, Etibank'ın ruhsat sahasının dışına taşırılması durumunda, bu rezerv rakamının daha da artabileceği ve 400.000.000 tona ulaşabileceği düşünülmektedir.

Ülkemizin krom üretimi açısından en önemli bölgesi Guleman (Elazığ)'dır. Batı-Doğu Kef, Sori, Tepebaşı, Uzundamar, gibi önemli ocaklardan parça ve konsantre cevher elde edilmektedir. Üretim yönünden ikinci öncelikli bölge Erzincan- Kopdağ yöresidir. Büyük Ezan (Kopdağ) krom yatağından 1981-1993 yılları arasında ortalama 300 bin ton/yıl cevher üretilmiştir. Bununla birlikte, Eskişehir-Kavak

Kromları (Çamaşırlık Ocakları) ile Bursa- Orhaneli ve Harmancık yörelerinden de önemli miktarlarda üretimler söz konusudur.

3.3 Kromitin Oluşumu

Thayer (1946), feldispatlı peridotitlerin Mg bakımından zengin kromitler, bol piroksen seviyeli kromitlerin Fe bakımından zengin kromitler, gabrolar tarafından eşlik edilen kromitlerin ise, spinellerce zengin normal kromitleri oluşturduğunu belirtmiştir.

Ayrıca Thayer dokusal yönden yaptığı araştırmalarda, kromit taneleri arasındaki diyopsit ve enstatit kristallerine, olivin kristalleri çevresinde yer alan feldispat kristallerine, feldispat seviyeleri ile ardışımlı yer alabilen kromit seviyelerine dikkat çekmiştir. **Thayer (1956)**, kromit oluşumunda kristal çökmesi yanında kromit konsantrasyonunun önemini vurgulamıştır.

Smith (1958), Bay of Island kompleksindeki (Newfauntland) kromit yataklarının gabro dokanaklarına yakın kesimlerde bulunmalarına değinerek spinellerin mafık ve ultramafik magmalar arasındaki reaksiyonlarla oluşabileceğini değinmiştir. Kromit yatakları, geç magmatik bir evrede oluşmaktadır. Oluşan kırık sistemlerinde magma kanalları meydana gelmekte ve bu zonlara krom difüzyonu sonucunda kromit yatakları oluşmaktadır.

Wager ve Deer (1939), kromit taneleri ve kromit taneleri arasındaki dokusal özellikleri ele aldığı çalışmasında ilksel kristalleşmeye işaret etmiştir. **Hess (1959)**, Stillwater kompleksinde yaptığı çalışmalarda kristalin çökmesi ve taneler arasına sıvı yerleşmesi sonucu oluşan dokusal özelliklerden bahsetmiştir. **Irvine (1967)**, Magmatik sistemdeki krom ve piroksen arasındaki ilişkili bir reaksiyonun oluştuğunu belirtmişlerdir.

Henderson, (1975), Rhum intrüzyonunda yaptığı çalışmalarda önerdiği modelde kromit oluşumu kesirli reaksiyon ile değil de yan kayaçta oluşan cepler veya çatlaklar arasındaki eriyik ile kromit arasındaki reaksiyonlarla meydana geldiğini belirtmiştir. Bu tür bir reaksiyon Cr/Al oranının da çok az bir değişimin oluşmasını sağlarken kromitin Fe içeriği yönüyle zenginleşmesini yardım etmektedir.

3.4 Ofiyolitlere Bağlı Kromit Yatakları ve Oluşumu

Kromitler; gerek tektonitler içinde ve gerekse de kümülat peridotitler içinde aksesuar mineral olarak oluşabilirler. İlk kez **Thayer (1964)** stratiform intrüzyonlardaki kromit oluşumları ile ofiyolitik komplekslerdeki kromit oluşumlarının farklı karakterde olduğunu belirtmiş ve ofiyolit komplekslerdeki kromit oluşumlarını "Podiform Kromitler" olarak adlandırmıştır.

Podiform kromit oluşumları harzburjit ve piroksenitlerden ziyade dünitler içinde bulunurlar. Bunların düzenli bir dağılımı yoktur. Dünitik bir kılıf içinde sarılı olarak bulunurlar. İçinde yer aldıkları dünitik kılıfla kromit kütlelerinin boyutları arasında herhangi bir sistematik ilişki kurulamamıştır. Bunlar kuvvetli bir metamorfık yapı sunarlar. Kıvrımlanma ve sıkışma nedeniyle kontrol edilmiş tabüler veya kalem şekilli kütlelerden oluşurlar **(Özpınar, 1996)**.

Kromitler, masif bir yapıdan saçınımlı bir yapıya kadar değişen yapısal özellikler sunarlar. Kromit taneleri metamorfık deformasyonlara bağlı olarak bir lineasyon sunarlar. Stratiform komplekslerdekine benzer dereceli katmanlanma göstermelerine karşın çok değişik deformasyon yapıları sunarlar. Bunlar çoğunlukla küçük boyutlu olarak bulunurlar. Filipinlerde Coto kromit yatakları gibi büyük kütleler de oluşturabilirler. Kromit kütlelerindeki silikat kromit oranı masif kütlelerde %100 olabilir. Dissemine kromit yataklarında ise bu oran %1-2'ye inebilir **(Özpınar,1996)**.

Klinopiroksenler, piroksenit damarlarında veya yan kayaç içinde aksesuar mineral olarak oluşmasına rağmen, klinopiroksenleri esas mineral olarak bulunduran verlit ve lerzolitler içinde veya gabrolar içinde podiform kromit yatakları bulunmaz **(Dickey, 1975)**.

Podiform kromit yataklarındaki silikat matriks çok çeşitlilik sunmaktadır. En yaygın olarak bulunan olivin ve serpantindir. Küba'daki kromit kütlelerinde, kromit taneleri arasındaki matriksin traktolit olduğu belirlenmiştir. Oregon'daki Celebration kromit yatağında matriks klinopiroksendir. Matriks amfibol minerallerinden de oluşabilir **(Dickey, 1975)**. Podiform kromitlerle Stratiform kromitleri ayıran en belirgin özellik podiform kromitlerin nodüler dokulu cevher içermeleridir. Nodüllerin çapları 3 cm kadar olabilir. Kromit nodüllerin Fe, Mg, Cr, Al içerikleri açısından, merkezi

kısımlarında kenar kısımlarına doğru önemli bir değişimin olmadığı belirtilmektedir **(Dickey, 1975)**. Ancak serpantinleşme nedeniyle nodüllerin kenarlarında bir miktar Fe bakımından zenginleşme meydana gelmektedir. Nodüller her zaman masif yapıda olmazlar. Bazen seyrek kromit tanelerinden meydana gelebilirler. Ayrıca nodüller, bantlı yapıda da olabilecekleri gıbi merkezi kesimleri silikat minerallerinden kenar kesimleri kromit tanelerinden oluşan anti nodüler dokulu da olabilmektedirler. Kromit yataklarında kromit çökelimini belirten yapısal özellikler bir çok kromit yatağında izlenebilir **(Özpınar, 1996**).

3.5 Podiform Kromitlerin Kimyasal Özellikleri

Podiform kromitlerin kimyasal bileşimleri çok değişkendir. Stratiform kromitlerin kimyasal bileşimi ise diferansiyasyon esnasındaki durumları ile direkt ilişkilidir. Diferansiyasyon derecesi ile birlikte Stratiform kromitlerin Fe içerikleri artmaya başlar. Buna karşın Cr_2O_3 içeriklerinde bir azalma meydana gelir. Podiform kromitlerde ise Fe içeriği hemen hemen daima sabit kalmaktadır (%16). Cr_2O_3 ve Al_2O_3 arasında ise resiprok bir ilişki bulunmaktadır. Bu ilişkiden dolayı **Thayer (1970)** tarafından podiform kromit kütleleri; "Yüksek kromlu podiform kromitleri" ve "Yüksek alüminyumlu podiform kromitleri" olarak ikiye ayrılmıştır. Yüksek alüminyumlu kromitler, yüksek kromlu kromitlerle karşılaştırıldığında daha fazla basınç altında oluşmuş olmaları gerekmektedir.

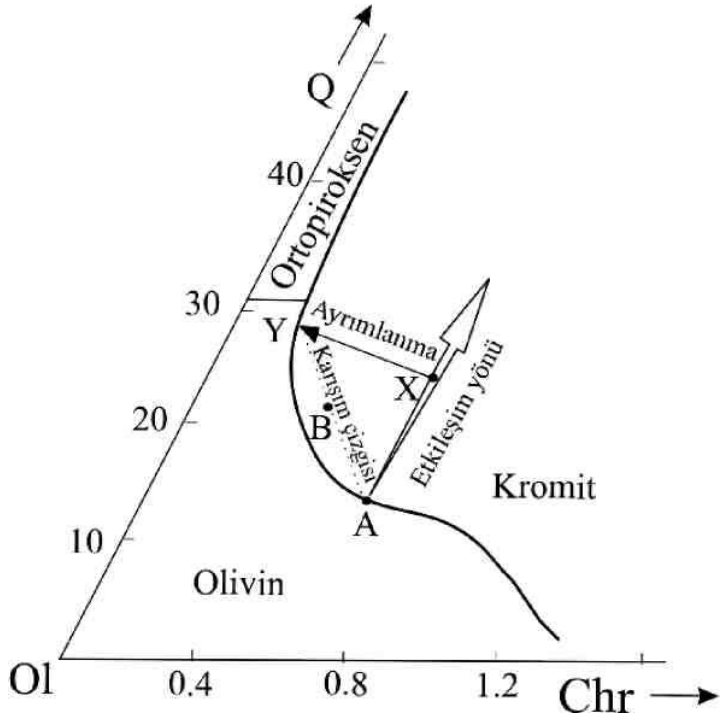
Cr-AI -Fe^{+3} üçgen diyagramında Cr/Al oranları podiform kromitlerde daha geniş bir alanda yayılım gösterirken, stratiform kromitlerde daha dar bir alanda dağılım göstermektedir **(Dickey, 1975)**.

3.6 İnceleme Alanındaki Kromitlerin Kökeni

Kromit yataklarından alınan el örneklerinde kromit taneleri ve gang mineralleri olan serpantin mineralleri kolaylıkla ayırt edilebilmektedir. Yan kayaçtan kromit oluşuklarına doğru yan kayaç-cevher ilişkisi irdelenecek olursa, değişik dokularda krom tanelerini görmek mümkündür.

Bölgedeki kromit yataklannın çoğunda kromit oluşum teorisini yansıtan bu doku geçişleri gözlenebilmektedir. Masif kromitten katmansı kromite, katmansı kromitten benekli kromite, benekli kromitten saçınımlı kromite doğru bir geçiş gösteren cevher dokusu kromit oluşumunu destekler yapılardandır. **Irvine (1977)**'ye ait olan olivin-kuvars-kromit faz diyagramı (Şekil 3.3) ve bazı araştırmacılar **(Zhou vd., 1994)**, **(Zhou ve Robinson, 1997)** tarafından da desteklenen; lerzolit içerisine sokulum yapan bir magma ve magma odasındaki gelişebilecek olaylar zinciri göz önüne alınırsa, sokulan magma Bowen'in reaksiyon serisine göre önce klinopiroksenleri çözmesi sonucu bazik bileşimde olan magmaya silis eklenimi gerçekleşecektir.

Zhou vd., (1994) ve **Zhou ve Robinson, (1997)** tarafından ortaya atılan bir yoruma göre Alpin Tip kromitlerin kökenlerini belirlemek için eriyik- kayaç modeli benimsenmiş ve bu modele göre başlangıçta mafik bileşime sahip bir magma ile yan kayaç arasındaki etkileşimin Bowen'in reaksiyonel serisinde belirtildiği gibi ilk olarak lerzolit türü kayaçta bulunan klinoproksenler erimeye başlayacak , daha sonra magmaya silis eklenimi gerçekleşecek ve bu olay olivin bileşimindeki magmayı olivin oluşum alanından kromit oluşum alanına çekecektir. Yeterli miktarda reaksiyon meydana gelmesi bağlı olarak saçınımlıdan benekliye, benekliden katmansı ve masif kromite geçiş yapan genelikle mercek, pod şekilli düzensiz kütleler halinde podiform kromit yatakları oluşacaklarıdır. Kromit oluşumundan sonra geriye kalan magmanın bileşimi genelikle dunit oluşturacak bileşimde olduğundan podiform kromit kütleleri kalan magmanın miktarına bağlı olarak değişik kalınlıklarda dunitik kılıf tarafından sarılmış durumdadırlar (Şekil 3.3).



Şekil 3.3 : Olivin-kuvars-kromit faz diyagramı **(Irvine, 1977)**

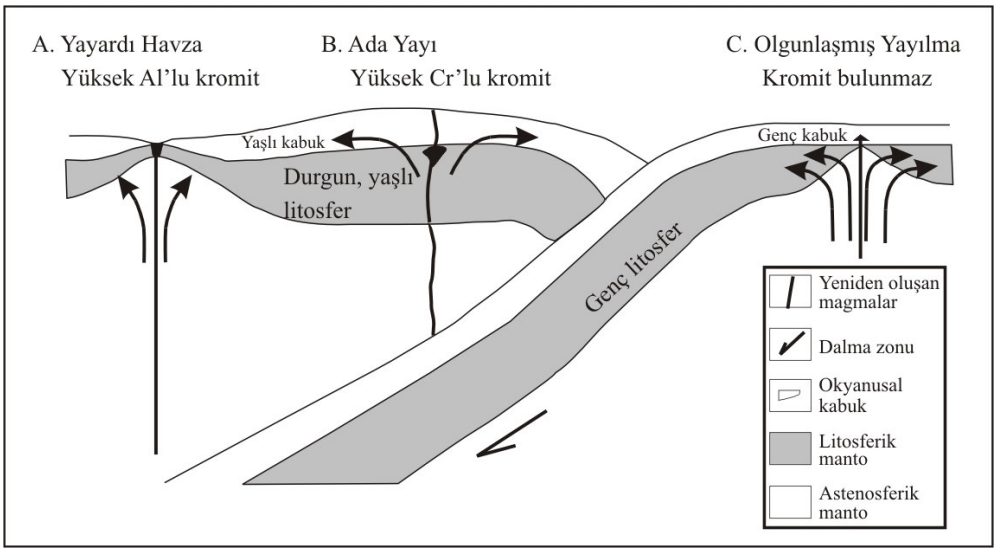
Meydana gelen kayaç-eriyik etkileşimi sonucu kromit kütlelerinden yan kayaca doğru dunitten harzburjite, harzburjitten lerzolite doğru gelişen bir dizilim meydana gelmektedir. Sokulum yapan magmanın bileşimi ile yan kayaç bileşimi denge halinde olduğunda yan kayaç bileşiminde kuvvetli bir değişim olmayacaktır. Bu durumda kromit oluşmayacaktır çünkü magmanın bileşimi fazla değişmemiştir.

Yan kayacın genç kabuk olduğu ve kabuk kalınlığının da az olduğu durumlarda yan kayaç ile magma bileşimi aynı olabilir. Bu da jeotektonik olarak okyanus ortası sırt bölgesini işaret etmektedir.

Yüksek Cr'lu kromitlerin oluşumunda ada yayları altında yaşlı litosferik mantonun kalın parçası içerisine sokulan refrakter eriyiğin yan kayaçla reaksiyonu etkili olurken, yüksek Al'lu kromitler olgunlaşmamış yayılma merkezlerinde (yay ardı havza bölgesi) daha düşük refrakter eriyiklerle tepkimeye giren yaşlı litosferik mantonun incelmesiyle oluşur (Şekil 3.4).

Olgunlaşmış yayılma sırtlarında kromit oluşması beklenmez çünkü eriyik ile tüketilmiş peridotitler denge halindedir ve yaşlı litosferik manto yoktur. Piroksenit

daykları yüksek Cr'lu kromitlerle birlikte bulunur ve yüksek Mg'lu magmadan dolayı yüksek basınç kristalizasyonu gösterirler **(Casey v.d., 1983)**, **(Elthon, 1989)**.



Şekil 3.4 : Kromit cevherleşmelerinin kimyası göz önüne alınarak yapılan oluşum ortamı modeli **(Zhou ve Robinson, 1997)**

Yukarıda anlatılan bilgiler ışığında inceleme alanındaki kromit cevherleşmelerinin oluşumu aşağıda verilmiştir.

Çalışma alanındaki kromitlerin jeokimyasal incelemesinde yüksek Cr içerikli oldukları bununda yüksek basınç altında oluştuğunun bir göstergesi olduğu görülmüştür. Yüksek Cr lu olanlar adayayları altında yaşlı bir litosferik mantonun ve buna sokulum yapan eriyiklerin varlığını göstermektedir (Şekil 4.10).

Economou vd. (1999) tarafından yapılmış olan çalışmada Yunanistan kromitleri ile olan Crx100/Cr+Al – Mgx100/ Mg+Fe karşılaştırmasında Yunanistan kromitlerine göre Mgx100/ Mg+Fe nin daha düşük olduğu gözlenmiştir (Şekil 4.14). Ayrıca Şekil 4.12'de Beyağaç-Karaismailler kromitleri ve Andızlık-Zımparalık kromitleri ile (Beyağaç verileri, **Özpınar ve Bilgin, (1996)**, Andızlık verileri, **Baran, (2003)**) ve Şekil 4.13'de Ortakale **(Tüysüz, 1993)**-Antalya **(Irvine, 1967)** - Kefdağı **(Üşümezsoy, 1986)** – Andızlık-Zımparalık kromitleri **(Baran, 2003)** ile karşılaştırılmasında görüldüğü gibi Niyazlar ve Tefenni Kromitlerinin bu kromitlerle göre farklılıklar gösterdiği ve Alpin tipe uygunluğu yanında bantlı ve merceğimsi yapı özelliği de gösterdiği belirlenmiştir.

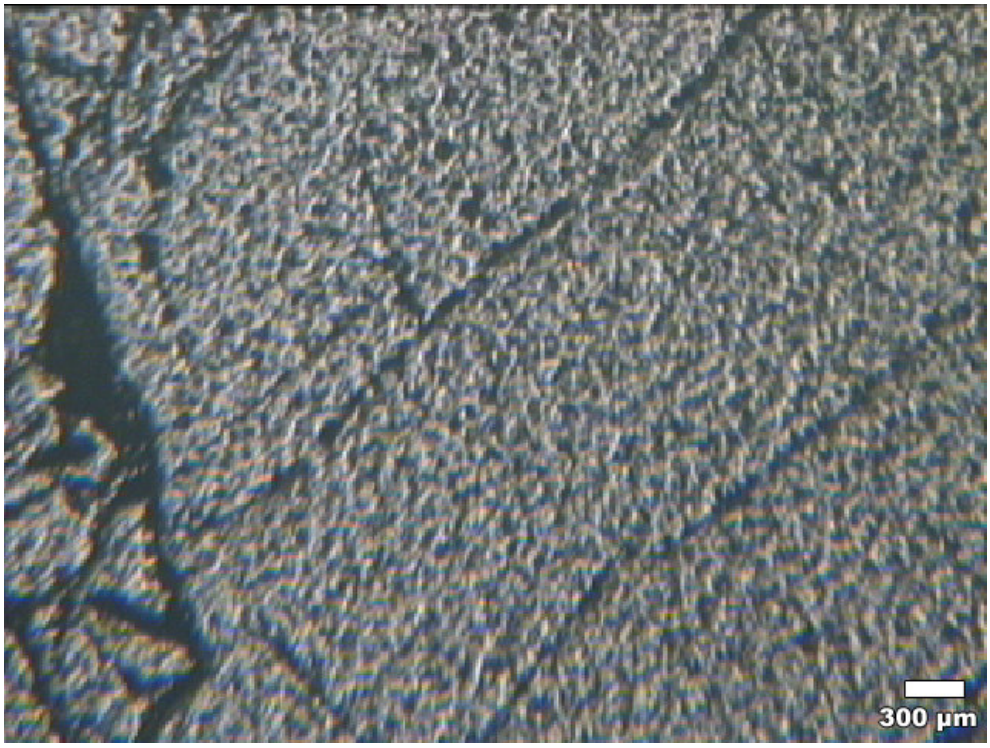
3.7 Yeşilova-Tefenni Kromitleri

İnceleme alanında 12'si Niyazlar bölgesine 3'ü Tefenni bölgesinde olmak üzere toplam 15 kromit cevherleşmesi yer almaktadır. Niyazlar bölgesinde bulunan kromitlerin büyük çoğunluğu işletilmekte olup işletme tenörü yaklaşık %20-25 civarındadır. Bölgedeki kromitler ülkemiz genelinde de yaygın olan podiform tip yataklardır. Genellikle mercek, pod gibi düzensiz şekillerde bulunmakta ve belirli bir yönde devamlılık gözlenmemektedir. Kromit kütleleri çoğunlukla işletilmiş olmasına rağmen geri kalanlar üzerinde yapılan araştırmada kütlelerin dunitik kılıf içinde oldukları gözlenmiştir. Cevher yan kayaç ilişkisi çoğunlukla belirginidir. Bu geçişler yer yer tektonik kontrollü olarak görülmektedir. Niyazlar bölgesinde yer alan kromitler genellikle bantlı merceğimsi yapıda olup bu merceklerin ortalama boyutları 10 cm ile 5 m arasına değişmekte, kalınlıkları ise yer yer 1 metreye ulaşmaktadır.

Kurtoğlu Ocak

Ayıpençesi deresi güneyinde bulunmaktadır. Cevherin genişliği ortalama 3-4 m, uzunluğu 8-10 m. civarındadır. Bantlı olarak uzandığı gözlenen cevher büyük çoğunlukla işletilmiştir. Ocak civarında birkaç ayrı mostra daha tespit edilmiş olup, bunlar da yine merceğimsi ve bantlı şekillerde olup boyutları 5-6 cm arası değişmektedir. Kızıloluk mevkiinin 1 km doğusunda yaklaşık uzunluğu 10 m., genişliği 3 m. olan krom bulunmaktadır. Yine galeri olarak işletilen cevherin çoğu alınmıştır. Dissemine görünümlü kromitin mostra kalınlığı 25-50 cm arasındadır.

Kromit cevheri üzerinde yapılan parlatılmış ince kesit incelemelerinde kesitte kromitlerin özşekilsiz olarak görüldüğü ve az bir oranda olivin içerdiği gözlenmiştir (Şekil 3.5).

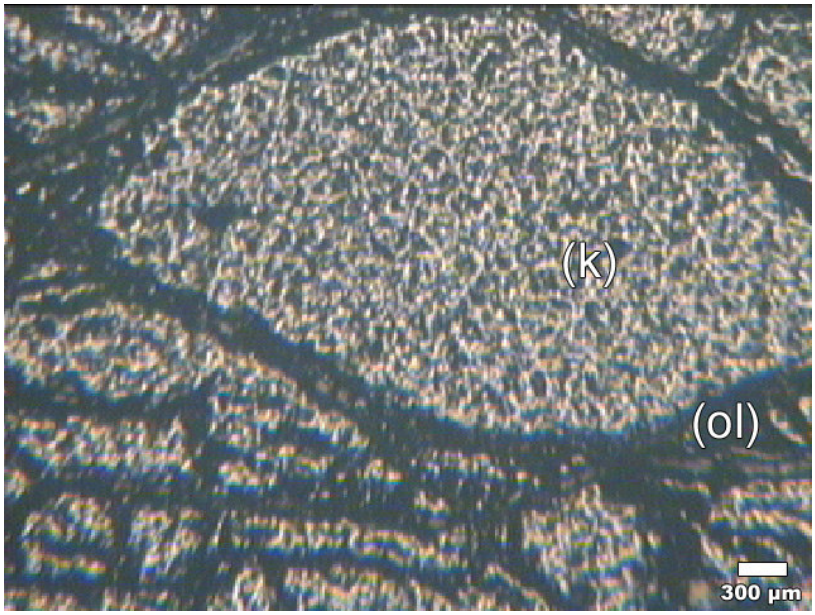


Şekil 3.5 : Kurtoğlu ocaktan alınan kromit cevherine ait parlak kesit (4x10)

Balkır Ocak

Niyazlar köy merkezinin kuzeybatısında bulunmaktadır. Özel bir firmaya ait boyutlandırma tesisi döküm sahası bu ocağa yakın konumlandırılmıştır. Dunitler içinde cevherleşen krom bantlı ve merceğimsi olarak gözlemlenir. Kromit mercekleri ortalama 1 metre uzunluğunda olup cevher çoğunlukla işletilmiştir.

Balkır ocak'tan alınan kromit cevherinin parlak kesitinde iri kromit tanelerine rastlanmış ve bu kromit tanelerinin olivinler tarafından çevrelenmiş olduğu gözlenmiştir (Şekil 3.6).



Şekil 3.6 : Olivin (ol) tarafından çevrelenmiş kromit (k) taneleri (Balkır Ocak) (4x10)

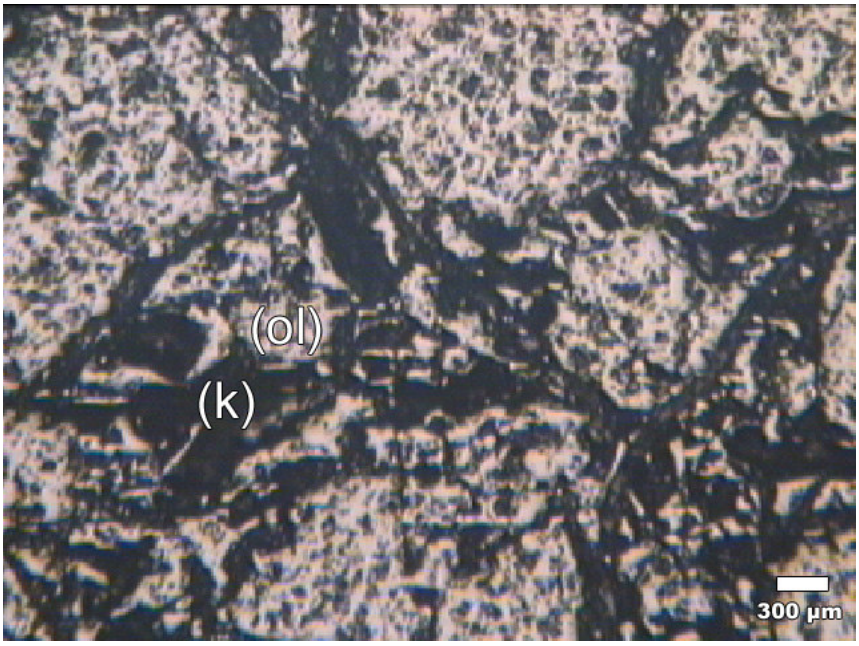
Ayıpençesi Ocak

Niyazlar köy merkezinin kuzey doğusunda bulunmaktadır. Ocak şu an işletilmemektedir. Benekli yapıda krom cevheri gözlenmektedir. Ocakta varolan rezervin büyük çoğunluğu su seviyesinin altında kalmıştır (Şekil 3.7).



Şekil 3.7 : Ayıpençesi Ocağı'nın genel görünümü

Ayıpençesi ocağından alınan kromit cevherinden yapılan parlak kesitlerde de tıpkı balkır ocaktaki gibi olivinler tarafından çevrelenmiş kromit taneleri gözlenmiştir (şekil 3.8).



Şekil 3.8 : Ayıpençesi ocaktan alınan kromit cevherine ait parlak kesit (4x10)
(k: kromit, ol: olivin)

Topdüşen Ocak

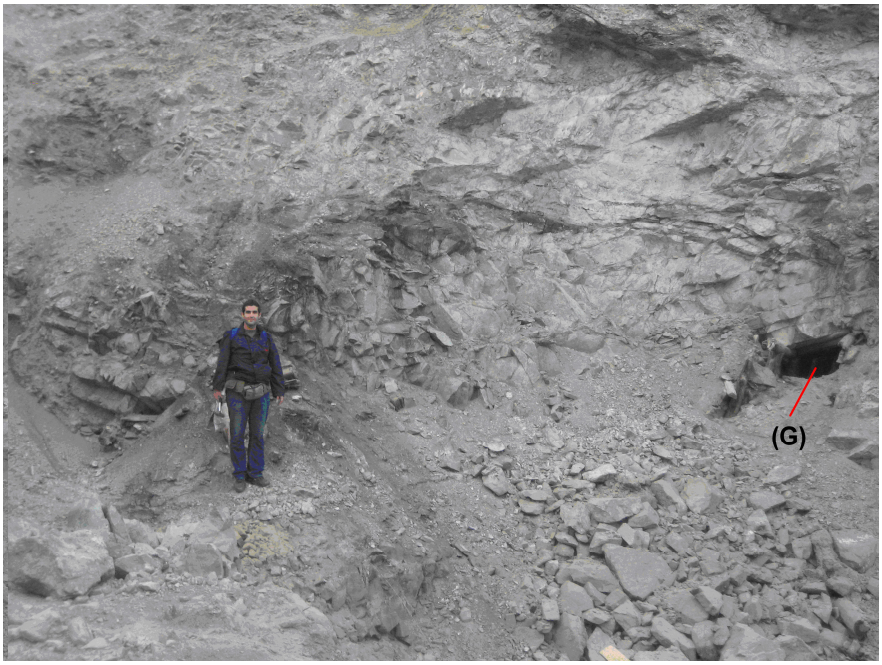
Niyazlar köy merkezinin güney doğusunda yer almaktadır. Mostra genişliği 15-20 cm, uzunluğu 3-5 m. civarındadır.

Atoluğu Ocak

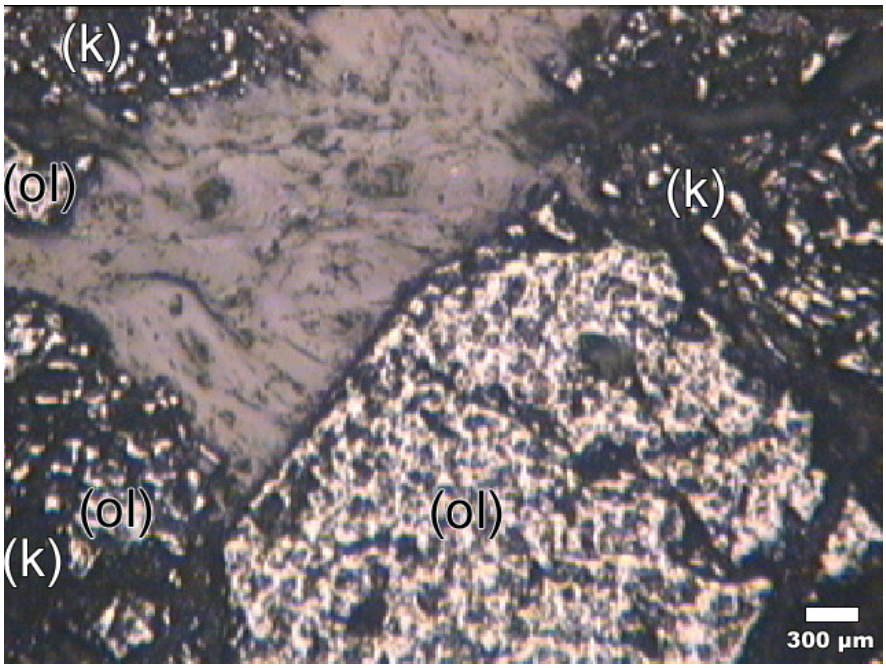
Niyazlar köy merkezinin güney doğusunda bulunmaktadır. Eski işletmelere ait galerilerin gözlemlendiği arazide şu an faaliyette olan ocak bulunmamaktadır.

Gökarık Ocak

Tefenni bölgesinde yer alan ocakta cevher 20x15 m boyutundaki yarmada breşik dunit içerisinde ve tenörü %25 civarındadır. Yarmanın sol duvarı boydan boya ortalama kalınlığı 2 m. olan cevherle kaplıdır. Yarma içersinde açılan kuyu ve kuyuya bağlı küçük galeride cevher mostraları görülmektedir. Görünür rezerv 200 ton civarındadır (Şekil 3.9).



Şekil 3.9 : Gökarık Ocak'ta kromit ve açılmış olan galeri (G)



Şekil 3.10 : Gökarık ocağa ait kromit cevherinin parlak kesitteki olivin (ol) ve kromit mineralleri (k) (4x10)

İşletilen bu ocakların dışında yer alan diğer ocakların cevherleri alınmış olduğu için bu ocaklarla ilgili detaylı jeolojik çalışma yapılamamıştır. Ancak çalışmanın amacı

bölgede bulunan kromitleri jeokimyasal özellikleri ve platin grubu element içeriklerinin araştırılması olduğu için mostralarına kalan kromitlerden örnekleme yapılmış ve analize tabi tutulmuştur. Bu ocaklar ; Karamatlı ocak, Kan Ördekler Ocak, Kocamaden Ocak, Niyazlar Ocak, Çatkılı Ocak, Tavşanlı Ocak, Boztepe Ocak, Kocayanık Ocak ve Karadoru Ocak'tır.

Gökarık ocaktan alınan kromit cevherinden yaptırılan parlak kesitte iri kromit tanelerinin yanında olivinlere rastlanmış olivinlerin kromit cevherini hem çevrelediği hem de yanında bulunduğu belirlenmiştir.

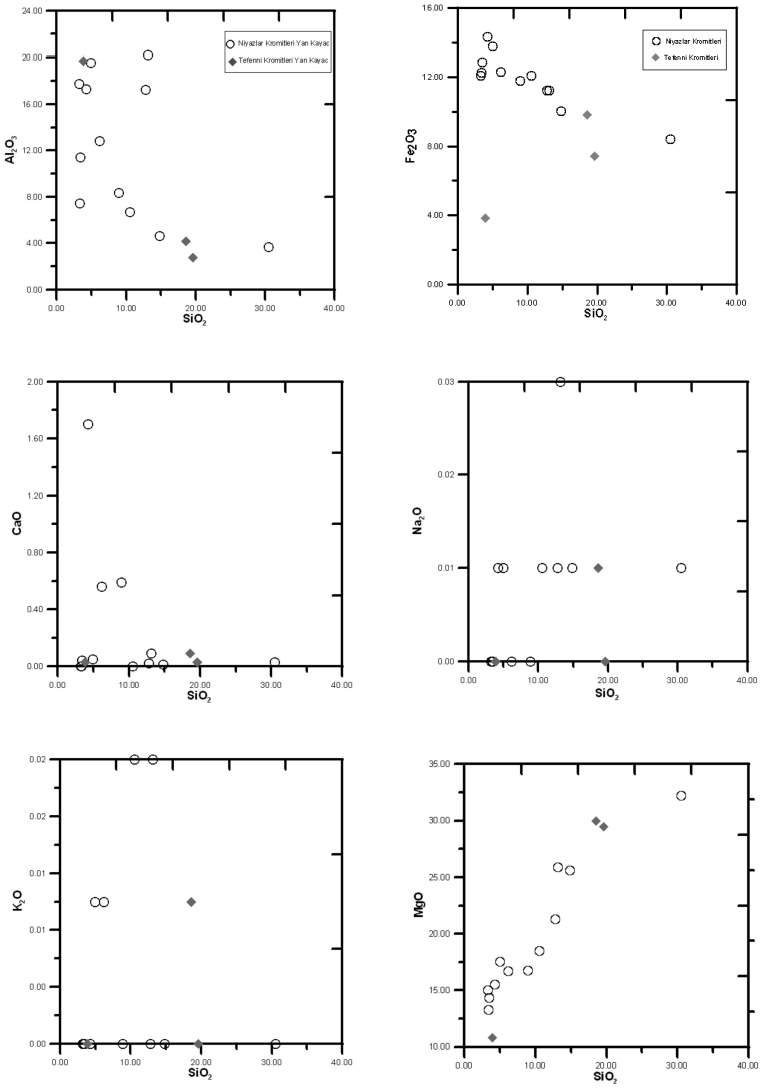
4 JEOKİMYA

Niyazlar Köyü ve çevresi ile Tefenni Yaylası ve çevresini kapsayan çalışma alanlarında yüzeylenen ofiyolitik kayaçlardan kromit cevheri ve yan kayacı olmak üzere toplam 30 adet örnek toplanmış, toplanan örnekler Kanada ALS-Chemex laboratuarlarına gönderilmiştir. Tüm örnekler major-oksit ve izelement analizine tabi tutulmuş ayrıca kromit örneklerinin Platin, Palladyum ve Altın içeriklerinin belirlenmesi amacı ile üçlü platin grubu analizi yapılmıştır. Analiz yöntemi olarak major oksit ve PGE ler ICP-AES iz elementler ise ICP-MS ile analiz edilmiştir (Ek A).

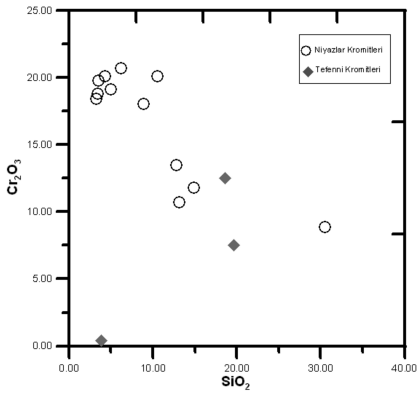
Ayrıca 6 adet kromit örneği İTÜ Kimya –Metalurji Fakültesinde bulunan UYGAR araştırma merkezinde mikroprop analizine tabi tutulmuştur. Bütün bu analiz sonuçları ve uygulandıkları grafikler aşağıda verilmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

Bu analiz sonuçlarından faydalanılarak aşağıdaki diyagramlar elde edilmiştir. Çalışma alanlarındaki kromit örneklerinin kimyasal analizlerinden faydalanılarak Harker diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 4.1).

Kromit öreklerinin yapılan major oksit analizlerinin SiO_2'ye göre karşılaştırmasında MgO değerinde pozitif bir artış gözlenirken, Fe_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki, Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki ve Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Al_2O_3, CaO değerlerinde negatif bir ilişki gözlenmiştir. K_2O, Na_2O ya göre SiO_2 nin karşılaştırmasına ise herhangi bir ilişki olmadığı saptanmıştır (Şekil 4.1-Şekil 4.2).

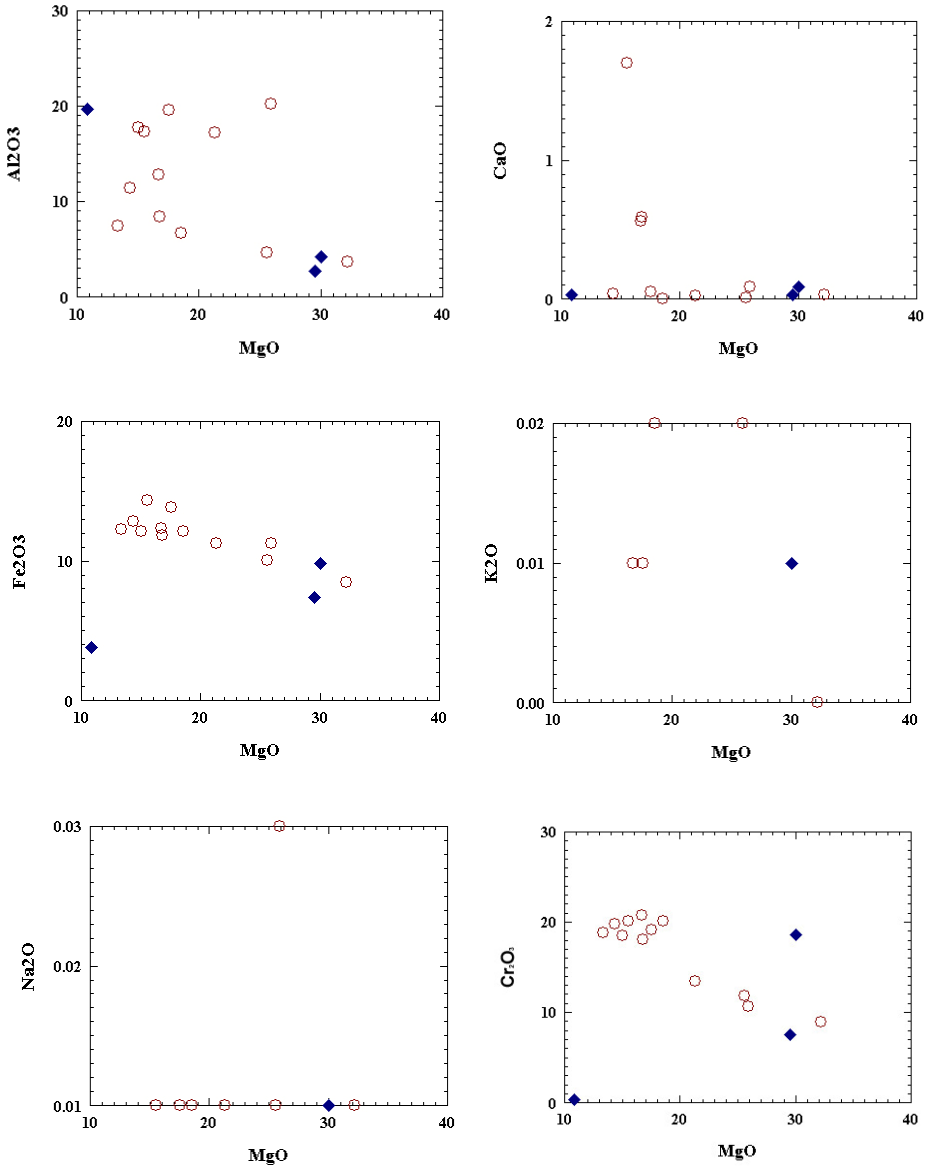


Şekil 4.1 : Harker Diyagramları



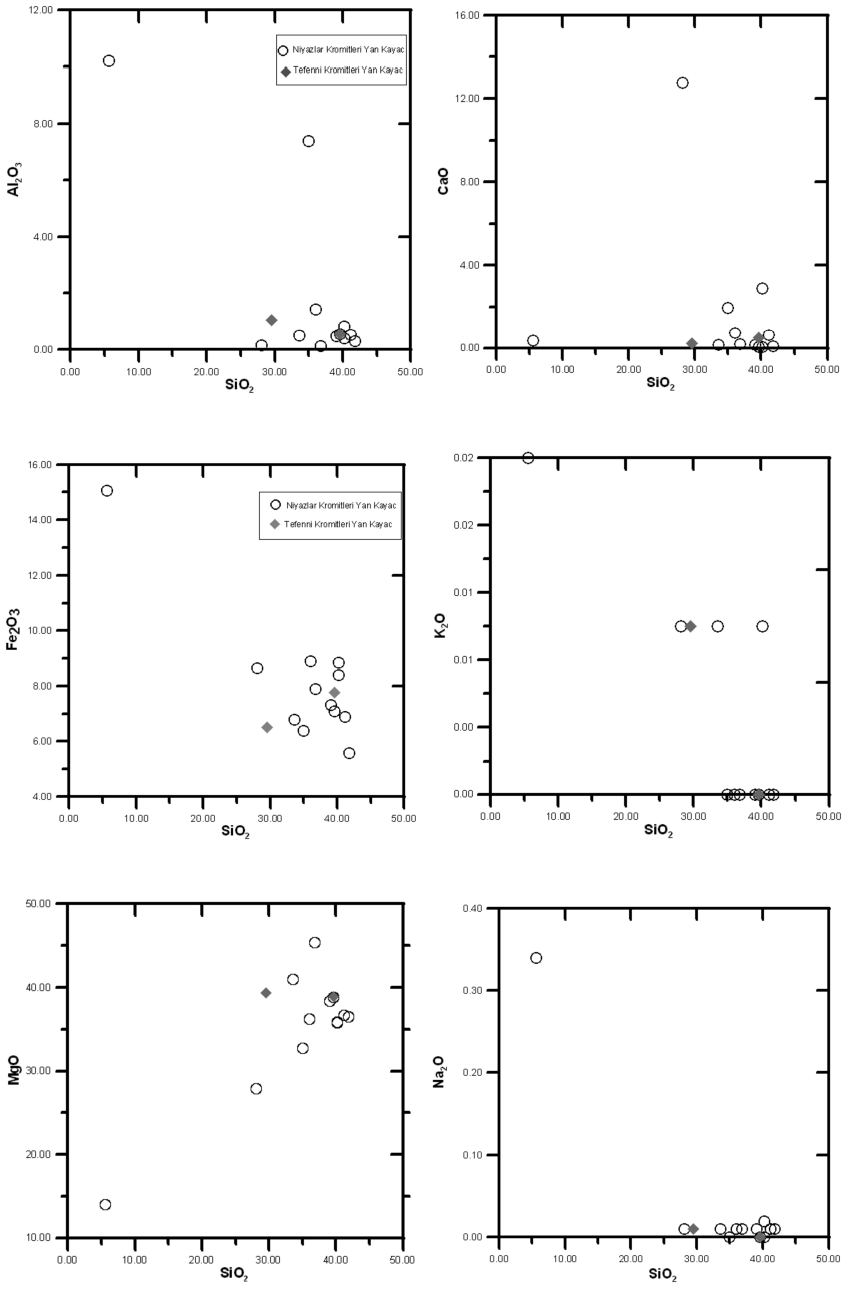
Şekil 4.2 : Kromit örnekleri için Cr_2O_3-SiO_2 Diyagramı

Kromit örnekleri analiz sonuçlarının Major Oksit-MgO diyagramları ile incelenmesine ise Fe_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki ve Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Al_2O_3 değeri için Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki, Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki gözlenmiştir. CaO, K_2O ve Na_2O'nun MgO'ya göre karşılaştırılmasında ise herhangi bir ilişki saptanmamıştır. (Şekil 4.3).

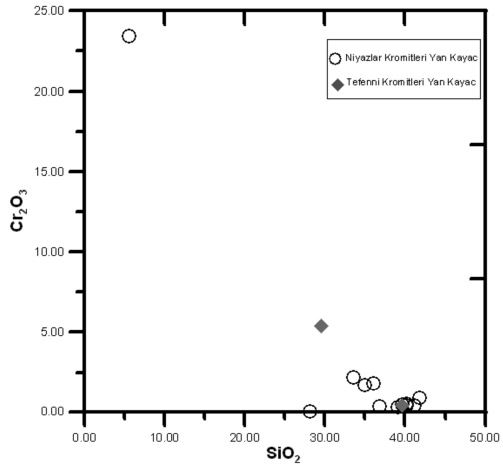


Şekil 4.3 : Kromit örnekleri için Major oksit-MgO diyagramları

Çalışma alanlarındaki yan kayaç örneklerinin kimyasal analizlerinden faydalanılarak Harker diyagramları oluşturulmuştur (Şekil 4.4).



Şekil 4.4 : Yan kayaç örnekleri için harker diyagramları



Şekil 4.5 : Yan kayaç örnekleri için Cr_2O_3-SiO_2 grafiği

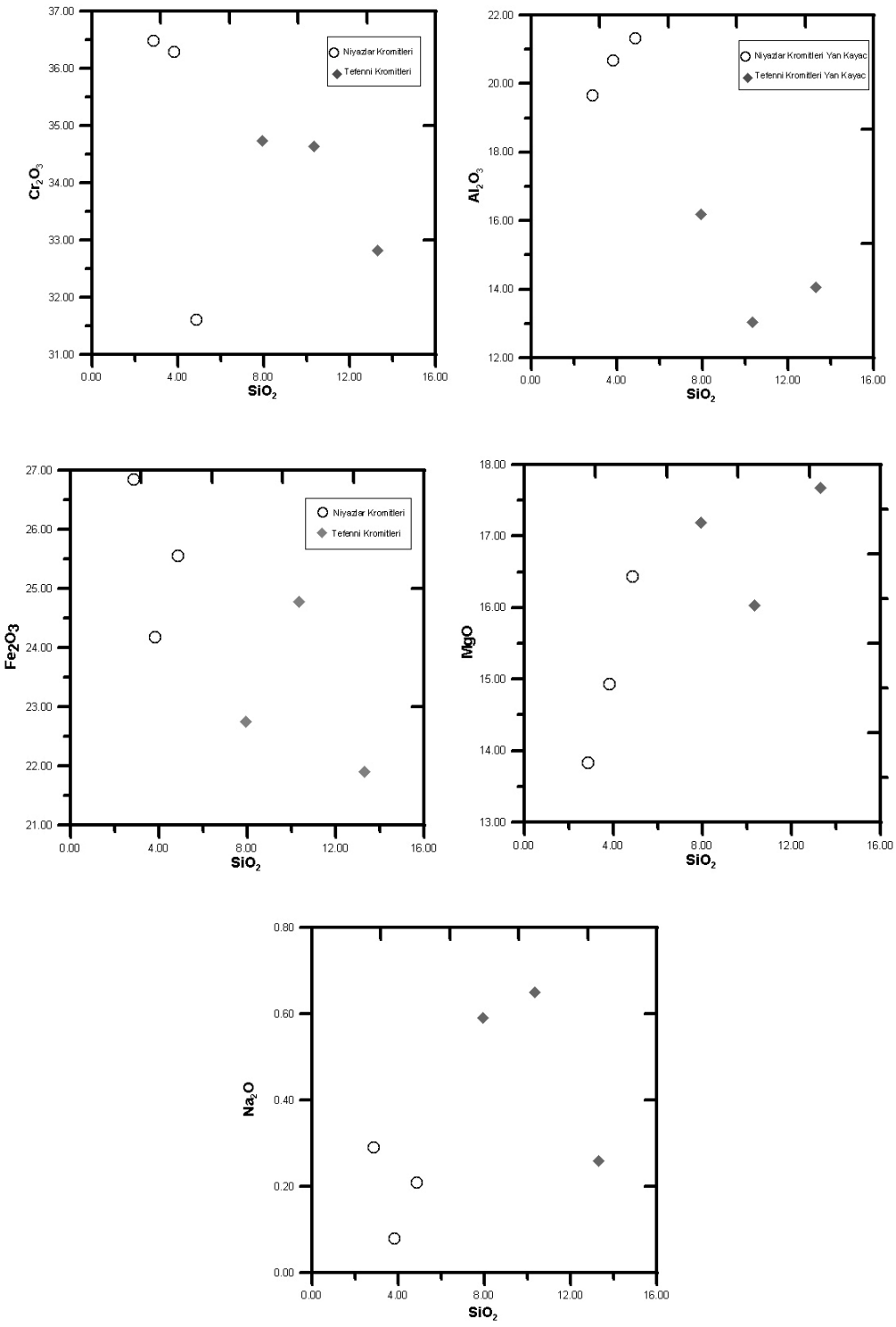
Yan kayaç örnekleri analiz sonuçlarının Major Oksit-SiO_2 diyagramları ile incelenmesine ise Fe_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki ve Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar ve Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Al_2O_3 değeri için Niyazlar ve Tefenni kromitlerinde negatif ilişki gözlenmiştir. CaO, K_2O ve Na_2O'nun SiO_2'ye göre karşılaştırılmasında ise herhangi bir ilişki saptanmamıştır (Şekil 4.4-Şekil 4.5).

Çalışma alanlarından toplanan kromit örneklerinin 6 adedinden ince kesitler alınarak İstanbul Teknik Üniversitesi Kimya-Metalurji Fakültesi UYGAR Araştırma Merkezi Laboratuarlarında mikroprop analizleri yapılmıştır. Analiz sonuçları Tablo 4.1'de verilmiştir. Analiz sonuçlarından aşağıdaki diyagramlar oluşturulmuştur.

Kromit örnekleri mikroprob analiz sonuçlarının Major Oksit-SiO_2 diyagramları ile incelenmesinde; Cr_2O_3 değeri için Niyazlar ve Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Al_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki, MgO değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki gözlenmiştir. Na_2O'nun SiO_2'ye göre karşılaştırılmasında ise herhangi bir ilişki saptanmamıştır (Şekil 4.6).

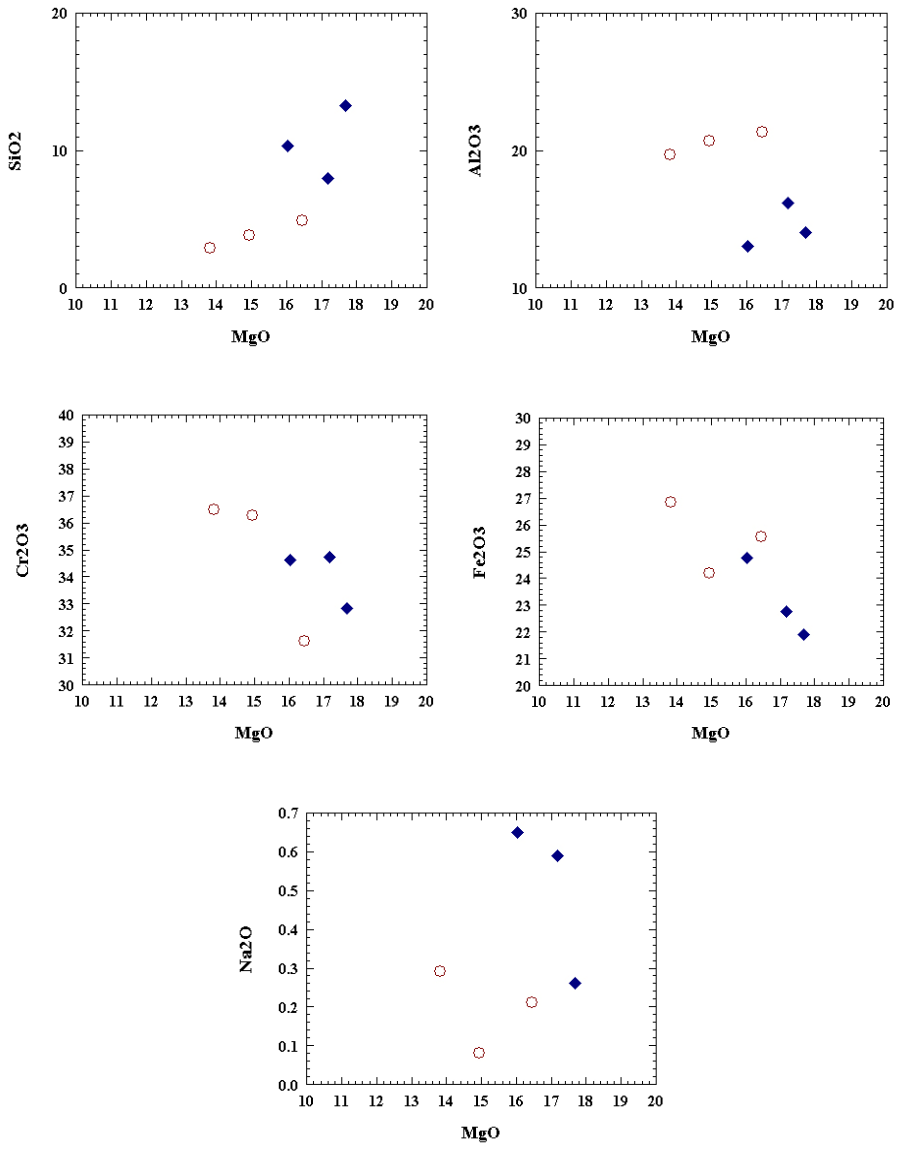
Tablo 4.1 : Uygar araştırma merkezi laboratuarlarında yapılan Mikroprop analiz sonuçları

			Örnek Adı					
		Birim	NK1	NK2	NK3	TK1	TK2	TK3
Element	Na	% Ağırlık	0,21	0,06	0,16	0,44	0,19	0,48
	Mg		8,34	9,00	9,91	10,37	10,66	9,67
	Al		10,41	10,95	11,29	8,57	7,44	6,9
	Si		1,34	1,78	2,27	3,71	6,21	4,84
	Cr		24,96	24,83	21,63	23,77	22,46	23,7
	Fe		18,78	16,91	17,88	15,91	15,32	17,33
	O		35,95	36,45	36,87	36,63	37,72	36,57
Major Oksit	Na2O	% Bileşik	0,29	0,08	0,21	0,59	0,26	0,65
	MgO		13,83	14,93	16,44	17,19	17,68	16,03
	Al2O3		19,67	20,69	21,34	16,19	14,05	13,04
	SiO2		2,87	3,82	4,85	7,93	13,28	10,35
	Cr2O3		36,48	36,29	31,61	34,74	32,82	34,64
	Fe2O3		26,85	24,18	25,56	22,75	21,9	24,78



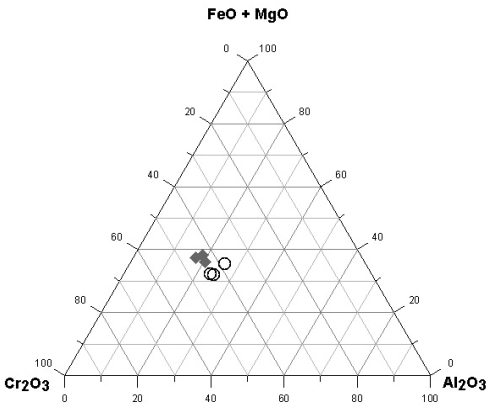
Şekil 4.6 : Mikroprob verileri ile oluşturulan Harker Diyagramları

Kromit örnekleri Mikroprob analiz sonuçlarının Major Oksit-MgO diyagramları ile incelenmesi:

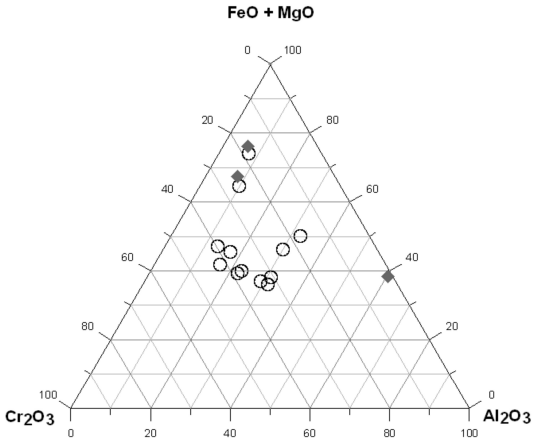


Şekil 4.7 : Mikroprob analiz sonuçlarının Major Oksit-MgO grafikleri ile değerlendirilmesi

Kromit örnekleri mikroprob analiz sonuçlarının Major Oksit-MgO diyagramları ile incelenmesinde, SiO_2 değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki, Al_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki, Fe_2O_3 değeri için Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Na_2O'nun MgO'e göre karşılaştırılmasında ise Tefenni kromitlerinde negatif bir ilişki saptanmıştır (Şekil 4.7).



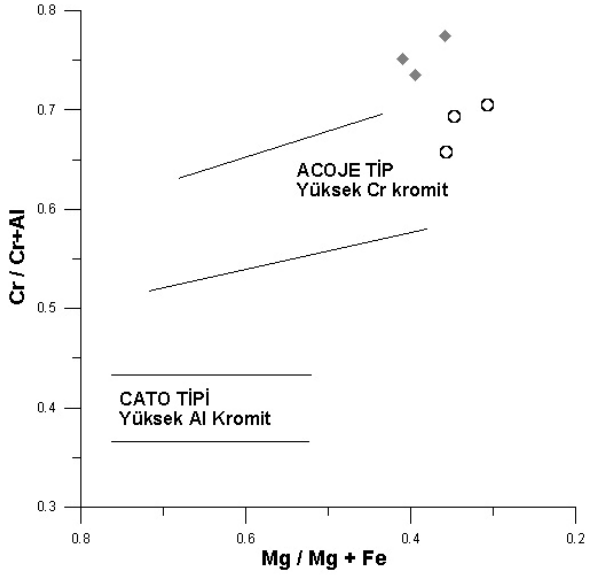
Şekil 4.8 : Mikroprop yapılan kromit örneklerinin FeO+MgO–Cr_2O_3–Al_2O_3 karşılaştırması



Şekil 4.9 : Tüm kromit ve yan kayaç örneklerinin FeO+MgO–Cr_2O_3–Al_2O_3 karşılaştırması

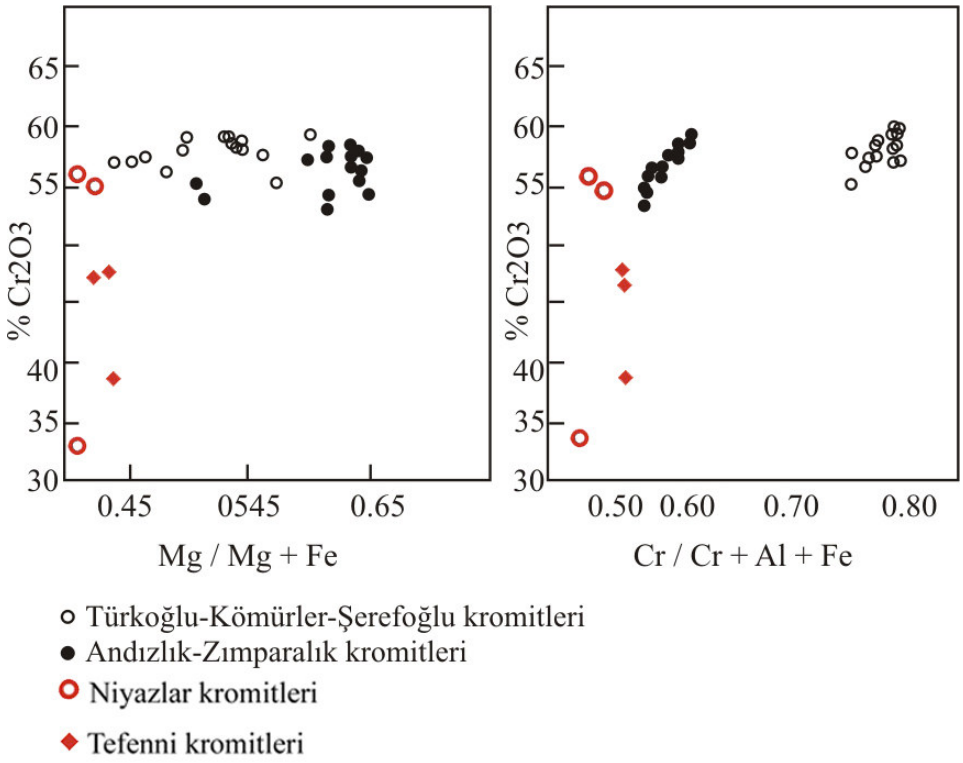
Örneklerin FeO + MgO–Cr_2O_3 –Al_2O_3 oranların gösterildiği diyagrama göre örneklerin yüksek Al ve Fe' ce zengin oldukları belirlenmiştir (Şekil 4.8, Şekil 4.9)

Ayrıca örneklerin Cr/Cr+Al –Mg/Mg+Fe diyagramında karşılaştırıldıklarında ACOJE TİP ve CATO tipi ile karşılaştırldıklarında ACOJE TİP' e uydukları ve yüksek Cr'lu oldukları gözlenmiştir (Şekil 4.10).

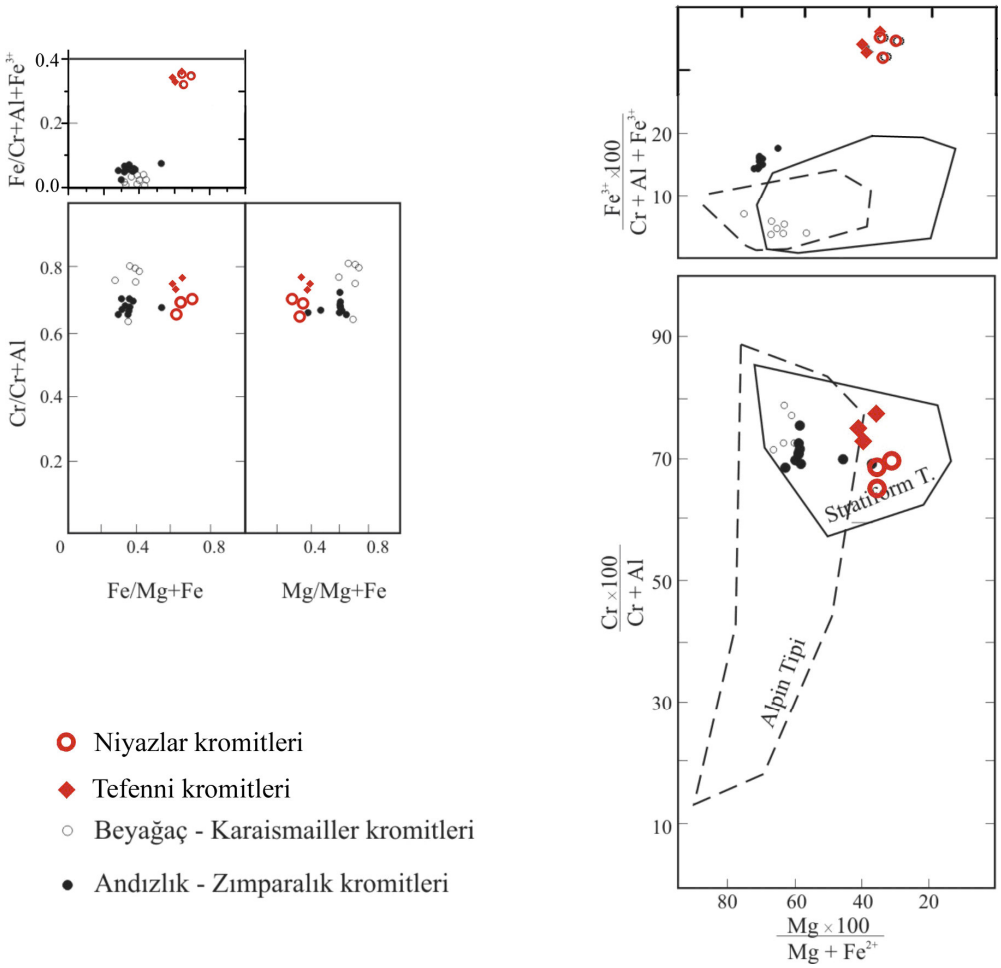


Şekil 4.10 : Cr/Cr+Al- Mg/Mg+Fe diyagramı **(Özpınar ve Bilgin, 1996)**.

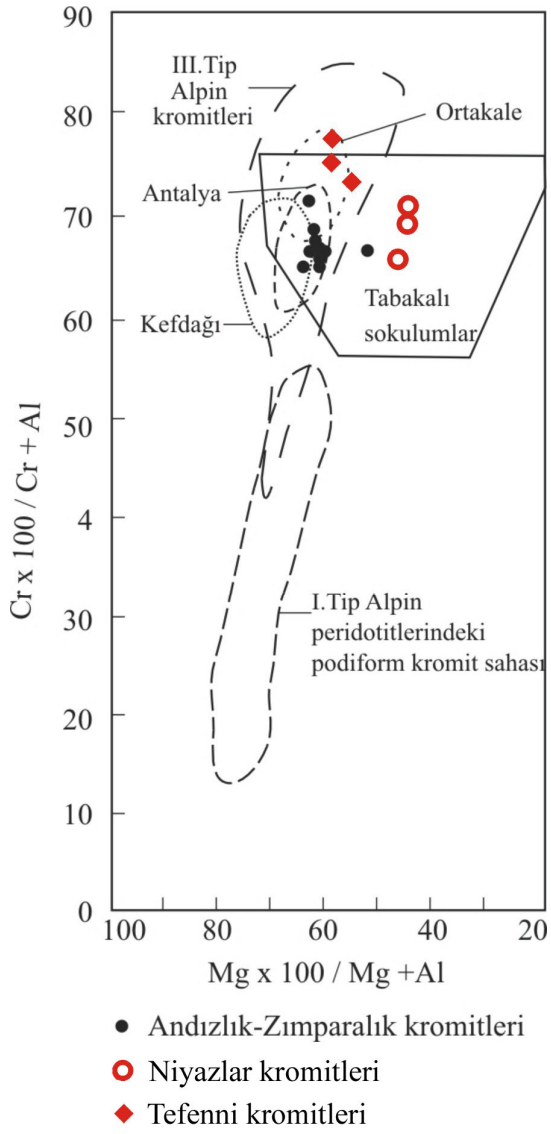
Çalışma Alanı kromitlerinin Türkoğlu-Kömürler-Şerefoğlu, Andızlık Zımparalık kromitleriyle karşılaştırılması:



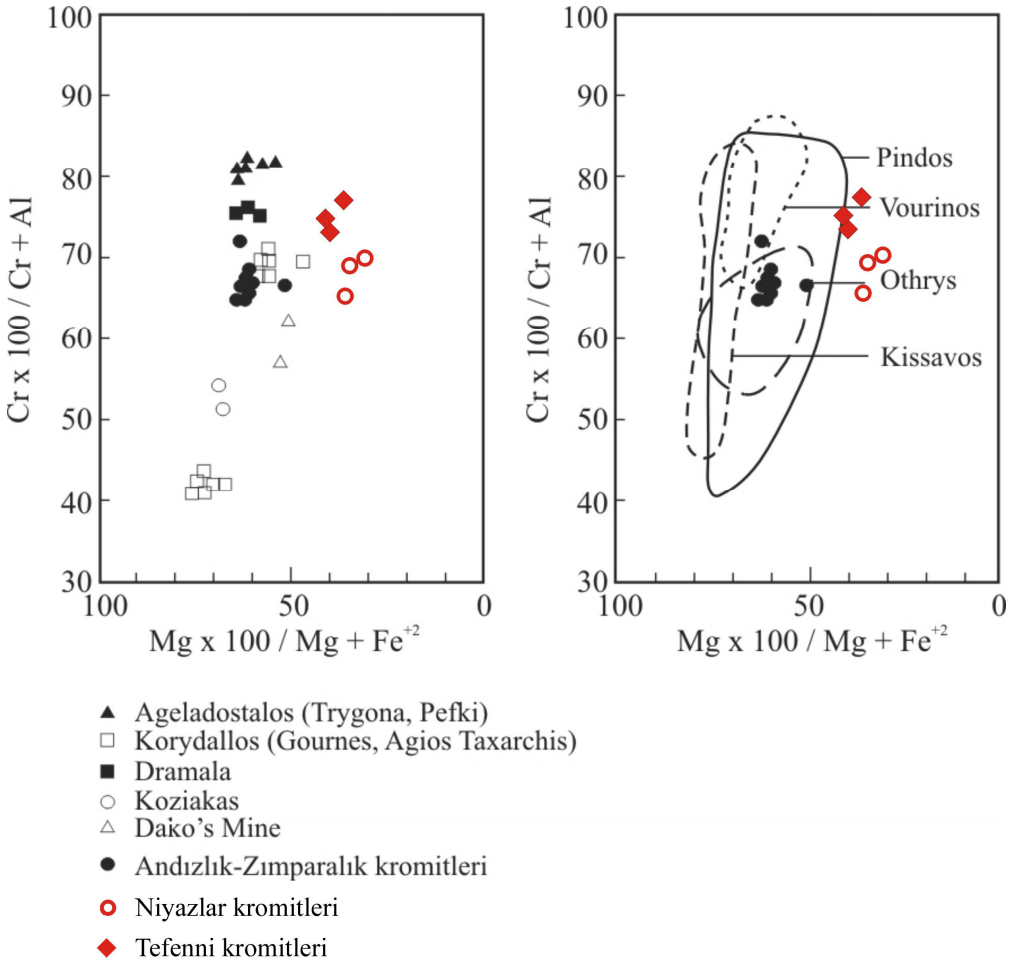
Şekil 4.11 : Çalışma Alanı kromitlerinin Türkoğlu-Kömürler-Şerefoğlu, Andızlık Zımparalık kromitleriyle karşılaştırılması



Şekil 4.12 : Niyazlar ve Tefenni Kromitlerinin Beyağaç-Karaismailler kromitleri ve Andızlık-Zımparalık kromitleri ile karşılaştırılması, (Beyağaç verileri, **Özpınar ve Bilgin, (1996)**, Andızlık verileri, **Baran, (2003)**)



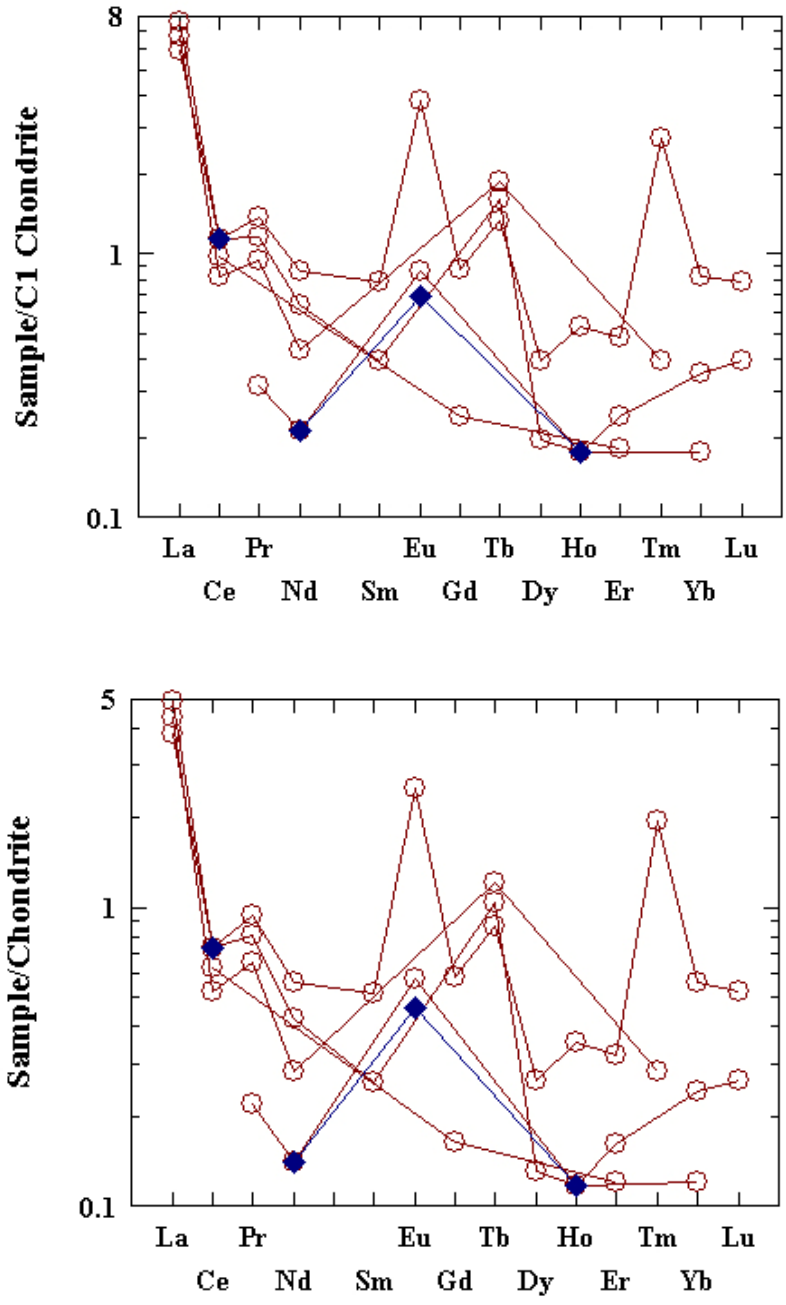
Şekil 4.13 : Çalışma alanı kromitlerinin Ortakale **(Tüysüz, 1993)**-Antalya **(Irvine, 1967)** - Kefdağı **(Üşümezsoy, 1986)** – Andızlık-Zımparalık kromitleri **(Baran, 2003)** ile karşılaştırılması



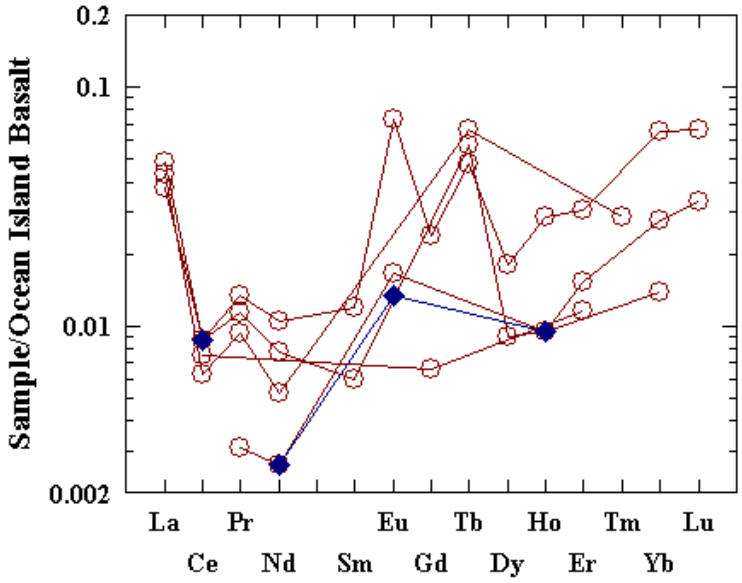
Şekil 4.14 : Çalışma alanındaki kromitlerin Yunanistan'daki bazı kromitlerle karşılaştırılması **(Economou, 1999)**.

Bütün bu diyagramlardan da görüldüğü gibi Tefenni ve Niyazlar kromitleri karşılaştırıldıkları diğer kromit oluşumlarından farklı özellikler sunmaktadır.

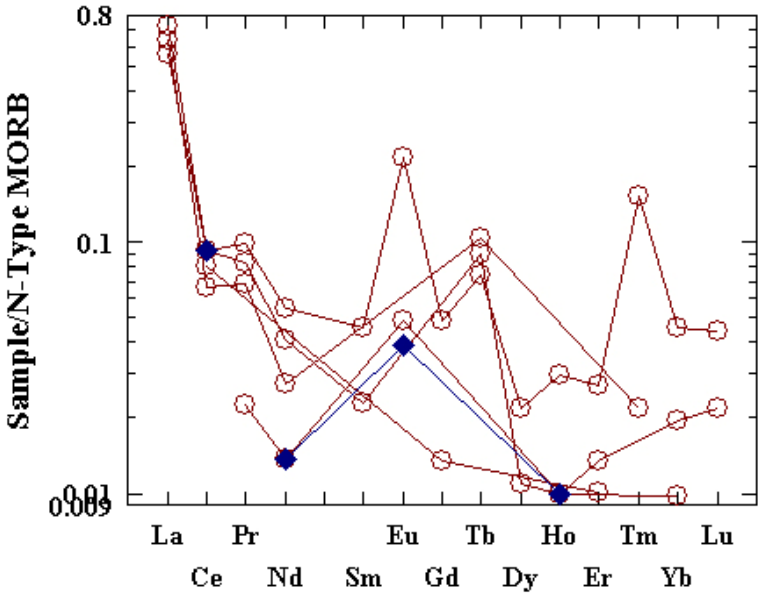
İnceleme alanlarındaki kromitleri çevreleyen yan kayaçların nadir toprak element bileşimlerinin kondrit, okyanus adası bazaltları, N tipi MORB ve E tipi MORB'a göre değişimlerine ait grafikler aşağıdaki gibidir:



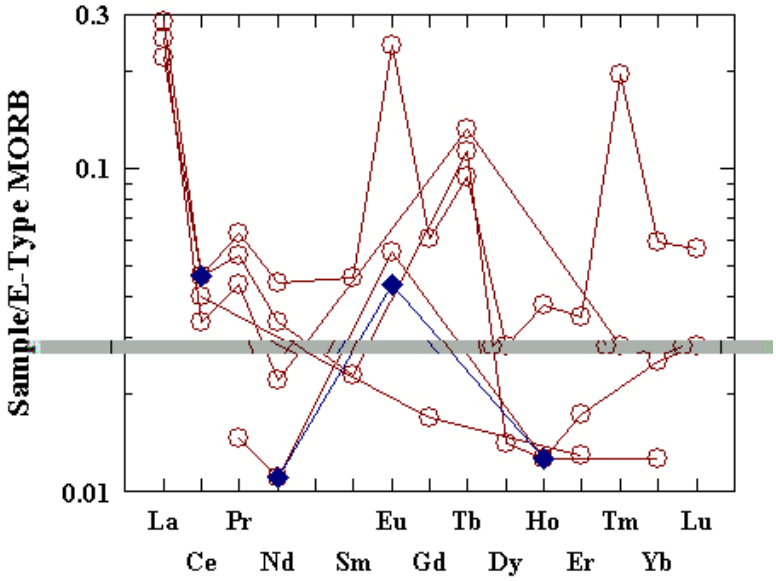
Şekil 4.15 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin kondritlerle karşılaştırılması



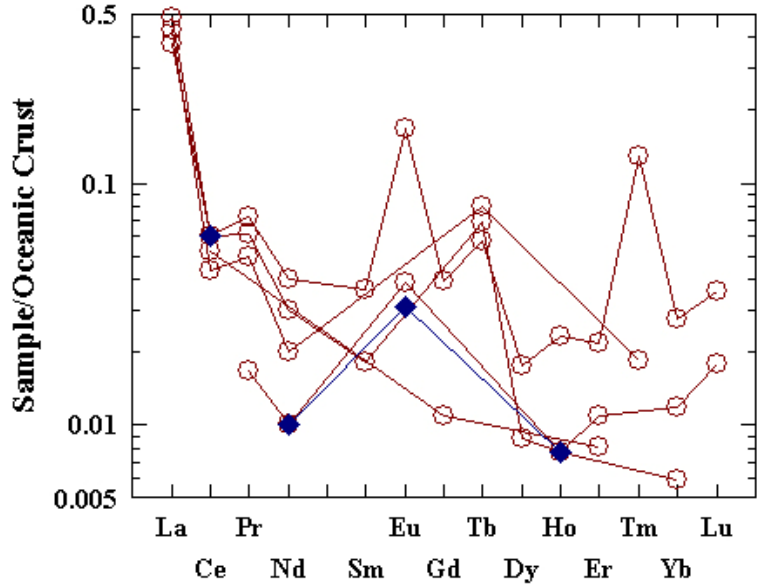
Şekil 4.16 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin Okyanus Ada Bazalt diyagramı ile karşılaştırılması



Şekil 4.17 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin N Tipi MORB diyagramı ile karşılaştırılması



Şekil 4.18 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin E Tipi MORB diyagramı ile karşılaştırılması



Şekil 4.19 : Yeşilova ve Tefenni kromitlerinin Okyanus Kabuğu Kondrit diyagramı ile karşılaştırılması

Yukarıdaki diyagramlardan da görüldüğü gibi iz elementler mağmatizma olaylarında farklı davranışlar göstermektedir. Örneğin Eu değerinde kümülat gabrolardan başlayarak zenginleşme olmakta, bunun nedeni olarak ta plajioklaslardaki Ca'un

yerine kolayca geçebilmesindn kaynaklanmaktadır. Sm, Gd'un ise Ca yerini alması Eu' a göre daha fazla olmaktadır. Sonuç olarak inceleme alanında bulunan kayaçlar okyanus ortası sırtlarda veya sırt eksenine yakın bir yerde oluştukları ve N-tipi MORB özelliği taşıdıkları söylenebilir.

4.1. İnceleme Alanındaki Kromitlerin PGE İçerikleri

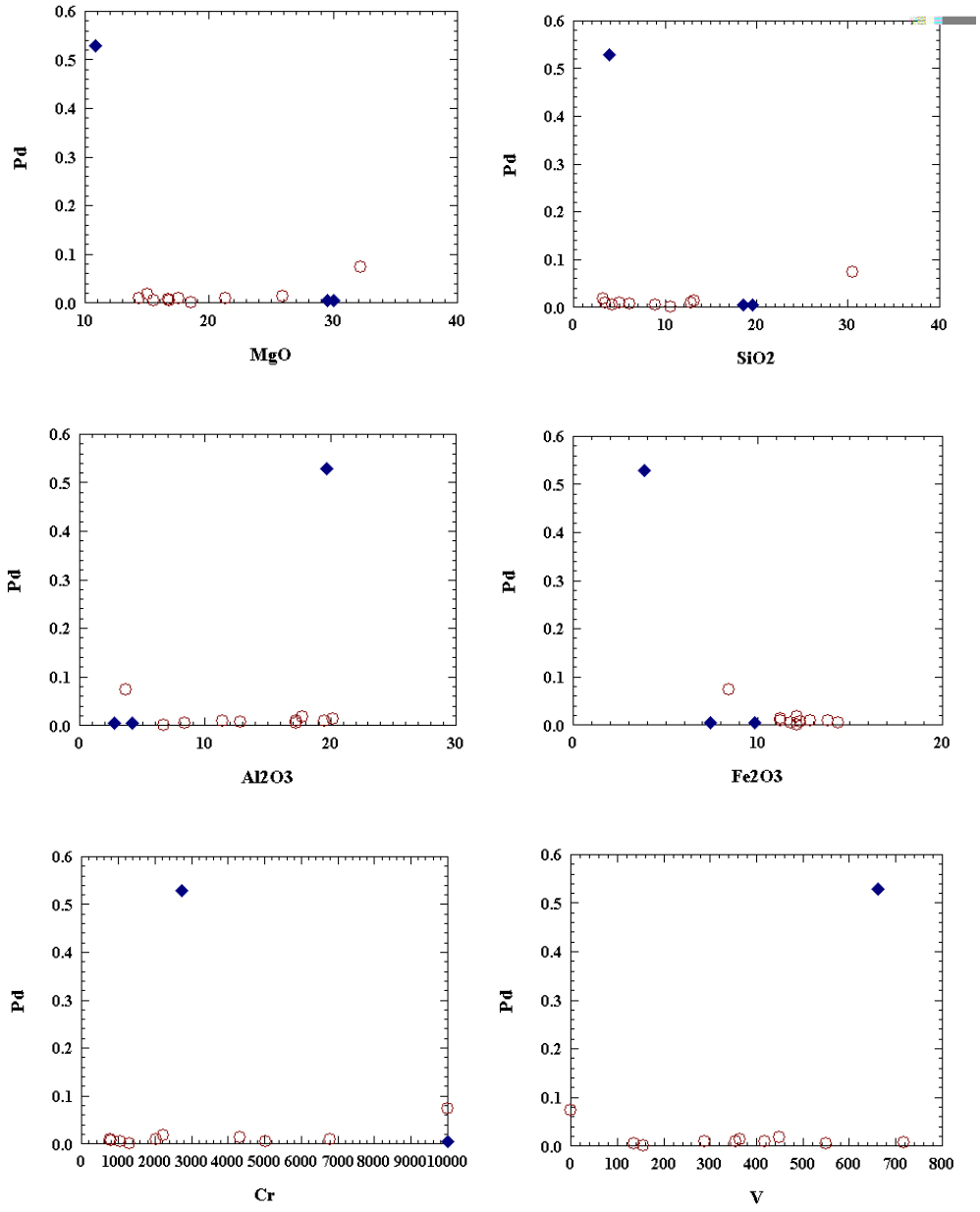
Çalışma alanlarından toplanan kromit kayaç örneklerinin Platin Grubu Elementler yönünden incelenmesi amacıyla aşağıdaki grafikler oluşturulmuştur.

Alınan 15 adet kromit cevherinden yaptırılan PGE analiz sonuçları ve değerlendirmeleri ise Tablo 4.2'de verilmiştir.

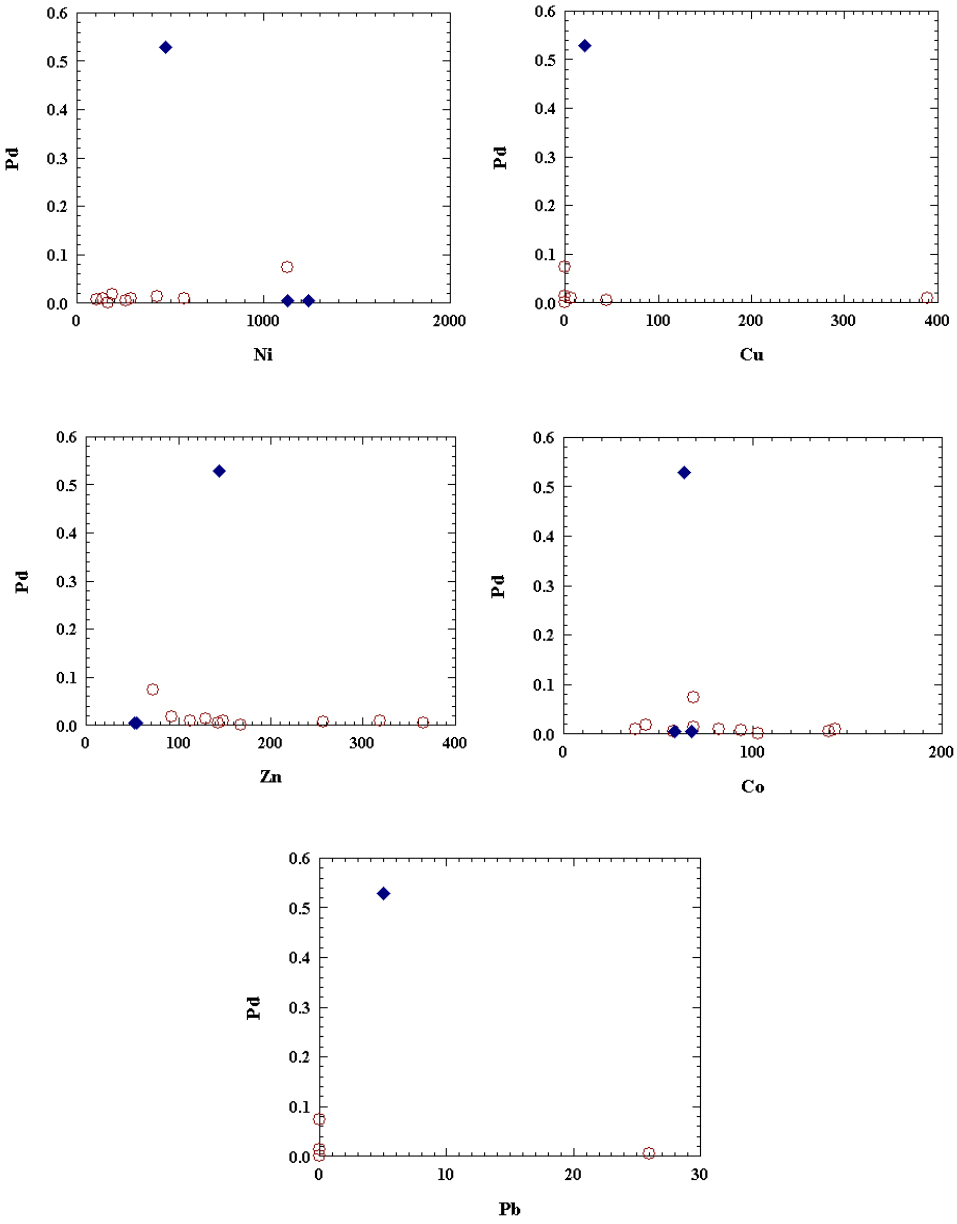
Tablo 4.2 : Analiz sonuçları Au, Pt, Pd

	Au	Pt	Pd
	ppm	ppm	ppm
Örnek Adı			
NK 1	0.002	0.065	0.014
NK2	<0.001	<0.005	<0.001
NK3	0.007	0.100	0.074
NK4	0.012	0.027	0.010
NK5	0.001	0.043	0.006
NK6	0.008	0.033	0.004
NK7	0.007	<0.005	<0.001
NK 8	0.003	0.056	0.018
NK 9	<0.001	<0.005	0.009
NK10	0.010	<0.005	0.008
NK 11	0.011	0.009	0.005
NK15	0.016	0.024	<0.001
TK 1-A	<0.001	<0.005	0.005
TK2	0.060	0.235	0.529
TK 3	0.004	0.038	0.004

4.1.1 Pd'un Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması

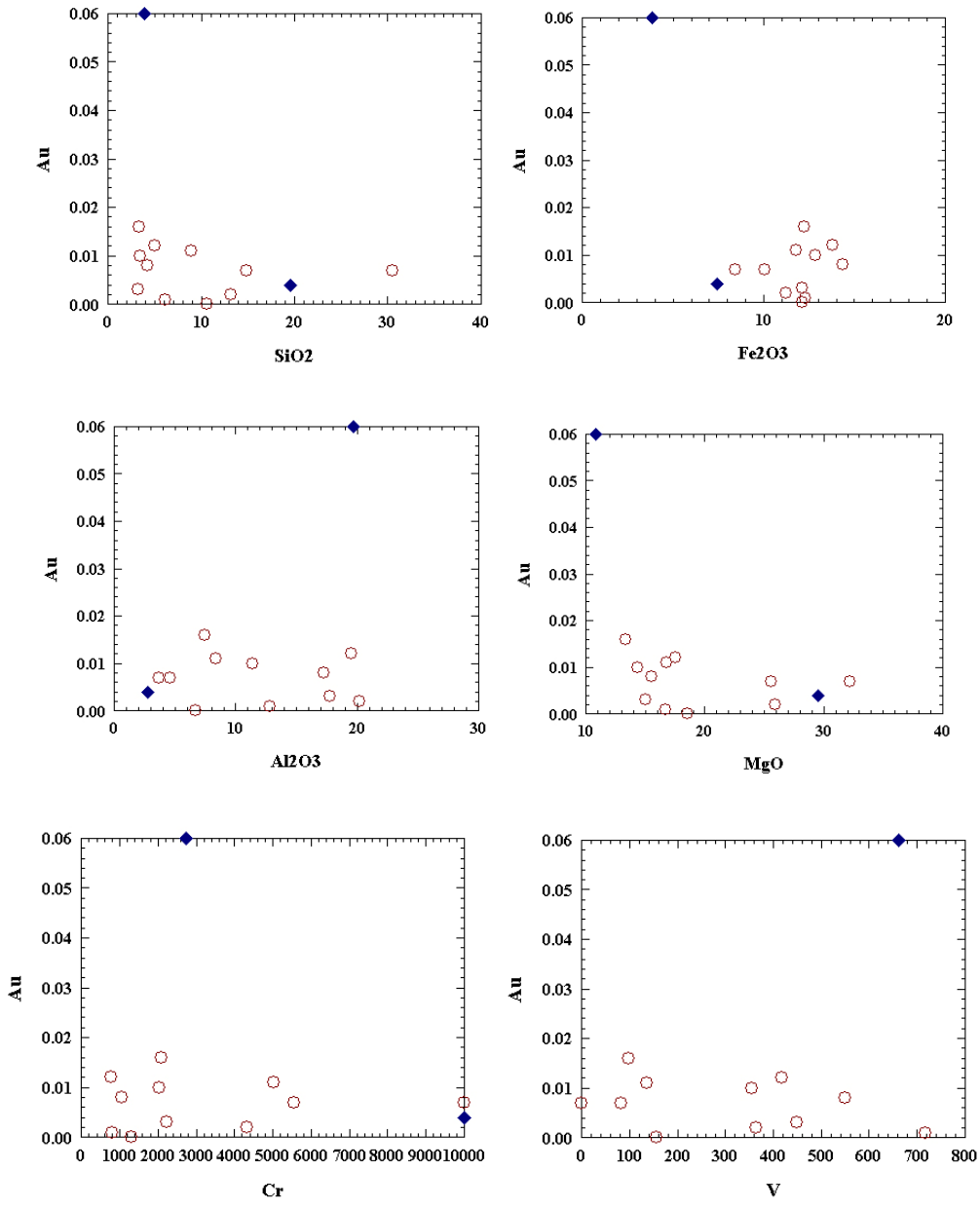


Şekil 4.20 : Pd'un Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması

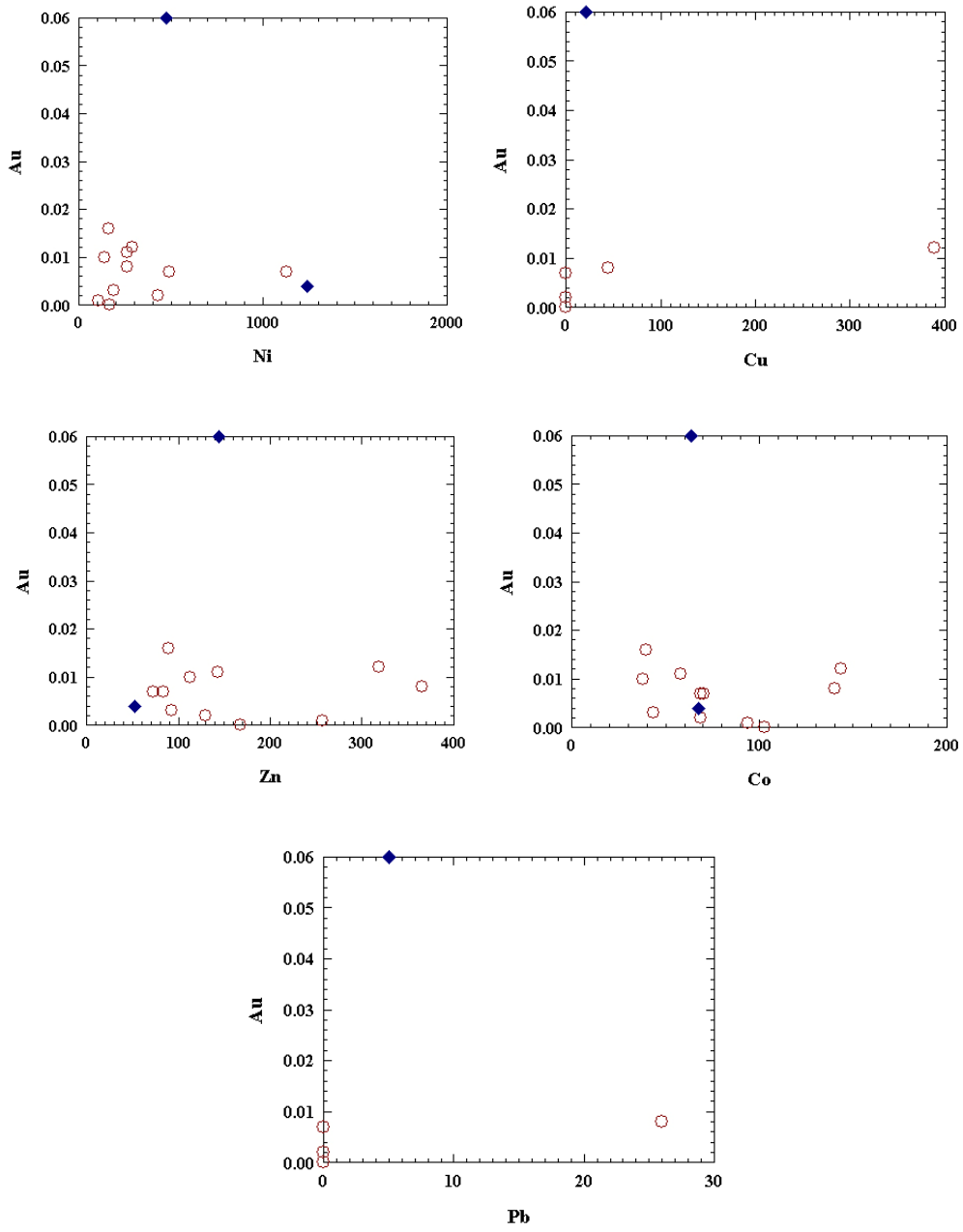


Şekil 4.21 : Platin grubu elementlerinden Palladyum değerlerinin diğer değerlerle karşılaştırılması

4.1.2 Au'nun Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması

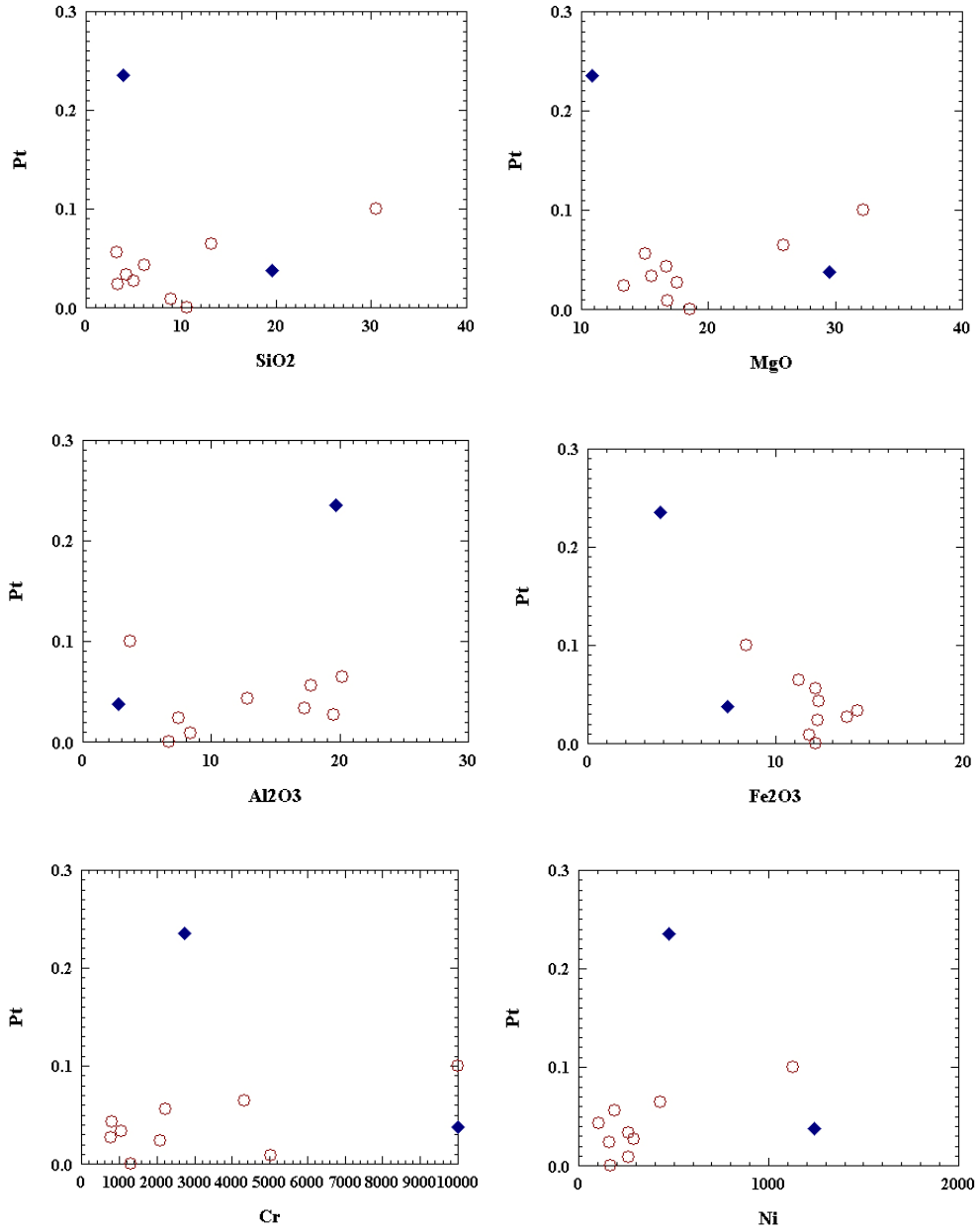


Şekil 4.22 : Au'nun Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması

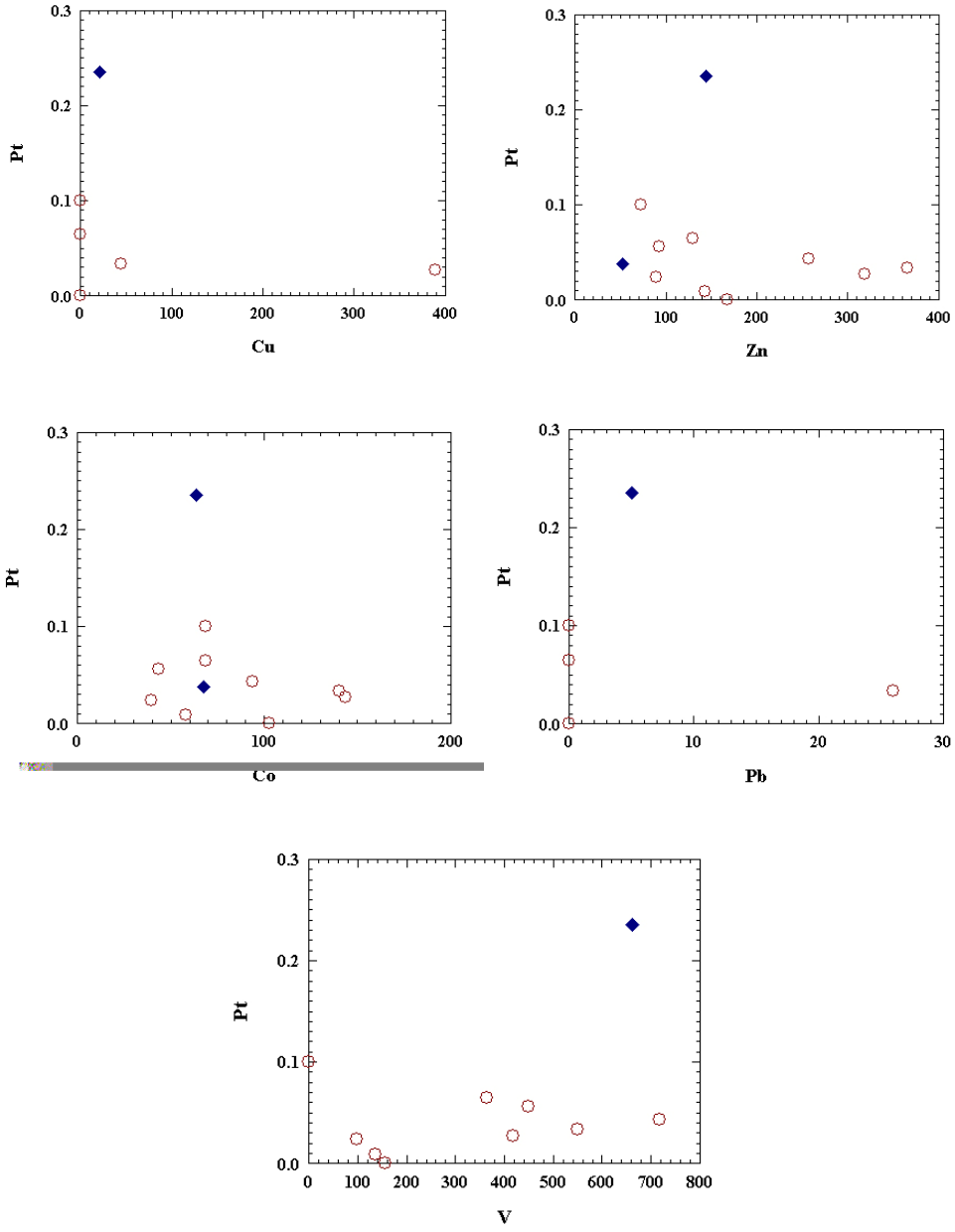


Şekil 4.23 : Platin grubu elementlerinden Altın değerlerinin diğer değerlerle karşılaştırılması

4.1.3 Pt'nin Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması



Şekil 4.24 : Pt'nin Major Oksit ve Bazı İz Elementlerle Karşılaştırılması



Şekil 4.25 : Platin grubu elementlerinden Platinyum değerlerinin diğer değerlerle karşılaştırılması

Platin grubu elementlerin dağılımını araştırmak üzere yapılan incelemede 15 adet örnek ALS CHEMECS -Kanada şirketine gönderilmiş ve kromitlerdeki Au, Pd ve Pt oranları belirlenmiştir. Ancak yapılan gözlemlerde bölge kromitlerinin oldukça düşük oranda PGE içerdiği görülmüştür. Bu örneklerin Au'ya karşı Major oksitler ve Au'ya karşı Cr, Ni, Cu, Pb, V, Zn ve Co karşılaştırmalarında Fe_2O_3 ve Al_2O_3 ile pozitif bir ilişki MgO ve SiO_2 ile ise negatif bir ilişki saptanmıştır. Diğer iz element

karşılaştırmasında ise Cr ve Zn ile beraber bir artış sağladıkları diğer elementler ile ise ya negatif bir ilişki içinde oldukları yada herhangi bir bağlantıları olmadığı görülmüştür. Pd'da ise durum Au'dan farklı değildir. Pt'nin bazı major oksit karşılaştırmasında Al_2O_3 ve MgO'nun artması ile artış gösterdiği, Fe_2O_3 ile ise negatif ilişki içinde olduğu görülmüştür. Cr ve Ni'ye karşı oluşturulan diyagramda pozitif ilişki saptanırken diğerlerinde ya ilişki bulunmamakta ya da negatif olmaktadır.

Sonuç olarak Tefenni ve Yeşilova bölgesi Kromitleri'nin PGE açısından zengin olmadığı ve ekonomik açıdan herhangi bir değere sahip olmadığı görülmektedir.

5 SONUÇLAR VE ÖNERİLER

1. İnceleme alanları olan Niyazlar Köyü çevresi ve Tefenni Yaylası çevresinde ayırt edilen litolojik birimler yaşlıdan gence doğru Geç Jura-Erken Kretase yaşlı Yeşilova Ofiyoliti, Üst Senoniyen yaşlı Kızılcadağ Ofiyolitli melanjı, Pliyo-Kuvaterner yaşlı Niyazlar Formasyonu ve Kuvaterner Alüvyon'dur.

2. Yeşilova ofiyoliti alttan üste doğru tektonitler, ultramafik ve mafik kümülatlar, izotrop gabrolar, plajiogranitler ve bazaltlardan oluşmuştur. Yeşilova ofiyolitinde ideal bir okyanus kabuğu istifinde bulunan levha dayk kompleksi, yastık lavlar ve derin deniz sedimanları tespit edilmemiştir. Bu özelliği ile Yeşilova Ofiyoliti eksiz dizi karakterli bir ofiyolit topluluğunu temsil etmektedir.

3. Yeşilova ofiyolitine ait kromit cevheri ve yan kayacı olmak üzere örnekler toplanmış ve bu örneklerin kimyasal analizleri saptanmıştır. Analiz yöntemi olarak major oksit ve PGE ler ICP-AES iz elementler ise ICP-MS ile analiz edilmiştir. Ayrıca 6 adet kromit örneği İTÜ Kimya –Metalurji Fakültesinde bulunan UYGAR araştırma merkezinde mikroprop analizine tabi tutulmuştur. Bütün bu analiz sonuçları ve uygulandıkları grafikler aşağıda verilmiş ve değerlendirmeleri yapılmıştır.

4. İnceleme alanında 12'si Niyazlar bölgesine 3'ü Tefenni bölgesine olmak üzere toplam 15 kromit cevherleşmesi yer almaktadır. Niyazlar bölgesinde bulunan kromitlerin büyük çoğunluğu işletilmekte olup işletme tenörü yaklaşık %20-25 civarındadır.

5. Genellikle mercek, pod gibi düzensiz şekillerde bulunmakta ve belirli bir yönde devamlılık gözlenmemektedir. Kromit kütleleri çoğunlukla işletilmiş olmasına rağmen geri kalanlar üzerinde yapılan araştırmada kütlelerin dunitik kılıf içinde oldukları gözlenmiştir.

6. Kromit öreklerinin yapılan major oksit analizlerinin SiO_2'ye göre karşılaştırmasında MgO değerinde pozitif bir artış gözlenirken, Fe_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki, Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki ve Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Al_2O_3, CaO değerlerinde negatif bir ilişki gözlenmiştir. K_2O, Na_2O'ya göre SiO_2'nin karşılaştırmasına ise herhangi bir ilişki olmadığı saptanmıştır.

7. Kromit örnekleri analiz sonuçlarının Major Oksit-MgO diyagramları ile incelenmesine ise Fe_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki ve Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Al_2O_3 değeri için Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki, Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki gözlenmiştir. CaO, K_2O ve Na_2O'nun MgO'ya göre karşılaştırılmasında ise herhangi bir ilişki saptanmamıştır.

8. Yan kayaç örnekleri analiz sonuçlarının Major Oksit-SiO_2 diyagramları ile incelenmesine ise Fe_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki ve Tefenni kromitlerinde pozitif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar ve Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Al_2O_3 değeri için Niyazlar ve Tefenni kromitlerinde negatif ilişki gözlenmiştir. CaO, K_2O ve Na_2O'nun SiO_2'ye göre karşılaştırılmasında ise herhangi bir ilişki saptanmamıştır.

9. Kromit örnekleri mikroprob analiz sonuçlarının Major Oksit-SiO_2 diyagramları ile incelenmesine, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar ve Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Al_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki, MgO değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki gözlenmiştir. Na_2O'nun SiO_2'ye göre karşılaştırılmasında ise herhangi bir ilişki saptanmamıştır.

10. Kromit örnekleri mikroprob analiz sonuçlarının Major Oksit-MgO diyagramları ile incelenmesinde, SiO_2 değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki, Cr_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde negatif ilişki, Al_2O_3 değeri için Niyazlar kromitlerinde pozitif ilişki, Fe_2O_3 değeri için Tefenni kromitlerinde negatif ilişki, Na_2O'nun MgO'e göre karşılaştırılmasında ise Tefenni kromitlerinde negatif bir ilişki saptanmıştır.

11. Örneklerin FeO + MgO – Cr_2O_3 – Al_2O_3 oranların gösterildiği diyagrama göre örneklerin yüksek Al ve Fe'ce zengin oldukları belirlenmiştir.

12. Örneklerin Cr/Cr+Al –Mg/Mg+Fe diyagramında ACOJE TİP ve CATO tipi ile karşılaştırldıklarında ACOJE TİP'e uydukları ve yüksek Cr'lu oldukları gözlenmiştir.

13. Niyazlar ve Tefenni Kromitleri, Beyağaç-Karaismailler kromitleri ve Andızlık-Zımparalık kromitleri ile karşılaştırıldığında, bu oluşumlardan farklı özellik gösterdikleri belirlenmiştir.

14. Yeşilova ve Tefenni bölgesi Kromitleri'nin analiz sonuçlarının değerlendirilmesine göre Platin Grubu Elementleri (PGE) açısından zengin olmadıkları belirlenmiştir.

15. Yeşilova ve Tefenni bölgesi Kromitleri'nin Platin Grubu Element (PGE) içeriklerinin major oksit, bazı iz elementler ve diğer değerler bakımından içeriklerinin karşılaştırılmasında, PGE içeriklerinin diğer değerlerle orantılı olarak düzenli bir artma ya da azalma göstermedikleri belirlenmiştir.

KAYNAKLAR

Balcı, M., Sarıkaya, A. ve Yıldız, M., 1974. Burdur (Yeşilova-Tefenni) ve Denizli (Acıpayam) Peridotit Masiflerinde Krom Nikel Prospeksiyonu, *M.T.A. Derleme*, **6336.**

Baran, H. A., 2003. Andızlık-Zımparalık (Fethiye-Muğla) Civarındaki Ultramafik Kayaçların ve Kromitlerin Kökeni, *Yüksek Lisans Tezi*, Pamukkale Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Bilgin, Z. R., Karaman, T., Öztürk, Z., Şen, A. M. Ve Demirci A. R., 1990. Yeşilova –Acıgöl Civarının Jeolojisi, *M.T.A. Raporu, Ankara*, **9071.**

Brunn, J. H., Dumont, J. H., De Graciansky, P. C., Gutnic, M., Juteau, T., Marcoux, J., Monod, O., and Poisson, A., 1971. Outline of Geology of the Western Taurides, in "Geology and History of Turkey", *Petroleum Exploration Socrety of Libya*, p. 225-255, ed. Campbell A. S., Tripoli.

Coleman, R. G., 1977. Ophiolites: Ancient Oceanic Lithospere, Springer-Verlag, New York.

Casey, J. F., Karson, J.A., Elthon, D., Rocencrantz, E., and Titus, M., 1983. Reconstruction of the geometry of accretion during formation of the Bay of Islands ophiolite complex, Tectonics, **2-6**, 509-528.

Colin, J. H., 1962. Fethiye-Antalya-Kaş-Finike (güneybatı Türkiye) Bölgesinde Yapılan Jeolojik Etüdler, *M.T.A. Dergisi,* **59**, 19-59.

Colins, A. S. ve Robertson, A. H. F., 1998. Processes of Late Cretaceous to Late Miocene Episodic Thrust-Sheet Translation in the Lycian Taurides, SW Turkey, *Journal of the Geological Society*, **155**, 759-772.

Dickey, J. S., 1975. A hypothesis of origin for podiform chromite depozits, *Geochimiva et Cosmochimica acta*, 1061-1074.

Economou-Eliopulos, M., Tarıkan, M., and Sambanis, G., 1999. On the geochemistry of chromite ores from the Pindos ophiolite complex, *Chemie Erde*, **59,** 19-31.

Elthon, D., 1989. Pressure of origin of primary mid-ocean ridge basalts, *Geological Society London Special Publication*, **42,** 125-136.

Ercan, T., Günay, E. Ve Savaşçın, M. Y., 1983. Simav ve çevresindeki Senozoyik yaşlı volkanizmanın bölgesel yorumlanması, *MTA Dergi,* **97/98***,* 86-101.

Ersoy, Ş., 1990. Batı Toros (Likya) Naplarının Yapısal Öğelerinin ve Evriminin Analizi, *Jeoloji Mühendisliği*, **37**, 5-16.

Greenbaum, D., (1972) Magmatic processes at oceanic ridges: Evidence from the Troodos Masif, Cyprus, *Nature Phys. Sci.,* **238,** 18-21.

Henderson, P., (1975) Reaction trends shown by chrome-spinels of the Rhum layered intrusion, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **39,** 1035-1044.

Hess, H. H., (1959) Stillwater igneous complex, Montana a quantitative mineralogical study, Geol. Soc. Am. Mem., **80.**

Irvine, T. N., 1967. Chromian spinel as a petrogenetic indicator, Part 2, petrographic applications, *Canadian Jornal of Earth Science*, **4**, 71-103.

Irvine, T. N., 1977. Origin of chromite layers in the Muskox intrusion and other intrusions: A new interpretation, *Geology,* **5,** 273-277.

Karaman, T., 1987. Yeşilova-Tefenni (Burdur) Batısında Kalan Alanın Jeolojisi ve Petrografisi, *Yüksek Lisans Tezi,* S.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Konya.

Ketin, İ., 1983. Türkiye Jeolojisine Genel Bir Bakış, *İ.T.Ü. Yayınları, İstanbul,* **1259,** 595.

Ketin, İ., 1984. Türkiye'nin Bindirmeli-Naplı Yapısında Yeni Gelişmeler ve Bir Örnek: Uludağ Masifi, *Ketin Sempozyumu Tebliğler Kitabı,* İstanbul, 1984, 5-10.

Koralay, T., 2000. Niyazlar Köyü (Yeşilova-Burdur) ile Tefenni Yaylası (Tefenni-Burdur) Ofiyolitlerinin Jeolojik, Petrografik ve Petrokimyasal İncelenmesi, *Yüksek Lisans Tezi,* Pamukkale Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Denizli.

Okay, İ. A. 1989. Denizli'nin Güneyinde Menderes Masifi ve Likya Naplarının Jeolojisi, *M.T.A. Dergisi*, *Ankara,* **109**, 33-43.

Önalan, M., 1979. Elmalı-Kaş (Antalya) Arasındaki Alanın Jeolojisi, *İ.Ü.F.F. Monografileri,* **29,** 139.

Özpınar, Y. 1987. Denizli-Acıpayam Batısının Jeolojik, Petrografik ve Petrokimyasal İncelemesi, *Doktora Tezi,* K.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Trabzon.

Özpınar, Y. 1995. Kale (Denizli) Güneyindeki Bölgenin Jeolojik ve Petrografik İncelemesi, *PAÜ. Müh. Fak. Dergisi,* **1/1,** 15-25.

Özpınar, Y. ve Bilgin, A., 1996. Kozlar (Beyağaç-Denizli), Karaismailler (Kelekçi-Denizli) arası ofiyolitlerinin petrografisi ve bunlara bağlı kromit yataklarının jeolojik ve jeokimyasal incelenmesi, *Yerbilimleri,* **28,** 157-171.

Özpınar, Y., ve Kılıç, A. D. 1996. İğdir (Yeşilova-Burdur) Civarının (Acıgöl Güneyi) Jeolojik ve Petrografik İncelemesi, Pamukkale Üniversitesi AR-GE Proje Raporu, Denizli.

Özpınar, Y., Tayfun, E. Ve Kılıç, D. A. 1996. Salda Gölü (Yeşilova-Burdur) Çevresindeki Ofiyolitlerin Petrografisi ve Salda Gölü Manyezit Oluşumlarının Jeokimyasal İncelemesi, *Ç.Ü. Yerbilimleri Dergisi,* **28,** 125-142.

Özpınar, Y. 1997. İğdir Köyü (Yeşilova-Burdur) Çevresindeki Ofiyolitler ve Bunlarla İlişkili Metamorfik Kayaçların Petrografik İncelemesi, *Ç.Ü. Jeoloji Eğitiminde 20 Yıl Sempozyumu Bildiri Özetleri,* 41-43.

Parlak, O., Delaloye, M., Bingöl, E., 1996. Mineral Chemistry of ultramafic and mafic cumulates as an indicator of the arc-related origin of the Mersin ophiolite (southern Turkey), *Geol. Rundsch,* 647-661.

Poisson, A. 1977. Recherches Geologique dans les Taurides Occidentales (Turquie), Thesis, Univ. Paris-Sud, Orsay.

Ringwood, A. **E.,** 1958. The constitution of the mantle-II: Further data on the olivine-spinel transition, *Geochimica et Cosmochimica Acta*, **15, Issue 1-2,** 18-29.

Sarp, H., 1976. Etude Geologique et Petroraphique du cortage Ophilitique de la Region Situee au Nord-Qest de Yeşilova (Burdur-Turquie), Thesis, Univ. Geneve, Italy.

Smith, C. H., 1958. Bay of Islands igneous complex, western Newfoundland, Canada, *Geol.Ges.,* **106,** 497-504.

Şenel, M., 1997. *1/100.000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları,* MTA, Ankara.

Thayer, T. P. 1946. Preliminary chemical correlation of chromite with the containing rocks, *Econ. Geol.,* **41,** 202-217.

Thayer, T. P. 1956. Mineralogy and geology of chromium, in *Chromium, volume I, Chemistry of chromium and its compounds,* Ed. Udy M. J.,New York

Thayer, T.P., 1964. Principal features and origin of podiform chromite deposits and some observations on the Guleman-Soridag district, Turkey, *Economic Geology,* **59,** 1497-1524.

Thayer, T. P. 1970. Chromite segregations as petrogenetic indicators, in *Geol. Soc.,* Spec. Publ. 1, South Africa.

Tüysüz, N., 1993. Ortakale (Sarıkamış-Kars) krom zuhurlarının özellikleri ve kökeni, *TJB,* 151-158.

Üşümezsoy, Ş., 1986. Kefdağ ve Soridağ 8Guleman) kromit kütlelerinin oluşumu üzerine bir yaklaşım, *Jeol. Müh. Derg.,* **29,** 47-60.

Wager, L. R., Deer, W. A., 1939. Geological investigations in East Greenland 3.the petrology of the Skaergaard intrusion, Kangerdlugsuaq. East Greenland. *Meddel, om Gronland,* **105-4,** 1-352.

Woodcock, N., Robertson, A. H. F. 1977. Imbricate thrust belt tectonic and sedimentation as a guide to emplacement of part of the Antalya Complex SW Turkey. *Abstracts 6th Colloguium Geology of the Aegean Region,* İzmir, Turkey, pp. 661-671.

Yılmaz, P. O., Maxwell, J. C. Ve Muehlberger, W. R. 1981. Antalya kopleksinin yapısal evrimi ve Doğu Akdeniz'deki yeri, *Hacettepe Üniversitesi Yerbilimleri dergisi,* **7**, 119-127.

Yılmaz, Y., Genç, Ş. C., Gürer, Ö. F., Karacık, Z., Altunkaynak, Ş., Bozcu, M., Yılmaz, K. ve Elmas, A. 1999. Ege Denizi ve Ege Bölgesinin Jeolojisi ve Evrimi, Türkiye Denizlerinin ve Yakın Çevresinin Jeolojisi, *Türkiye Denizleri*, s.210-336, Ed. Görür, N., Devlet Planlama Teşkilatı, TÜBİTAK Yayını, Ankara.

Zhou, M. F., Robinson P. And Bai, W.J., 1994. Formation of podiform chromitites by melt/rock interaction in the upper mantle, *Mineral deposita,* **29,** 98-101.

Zhou, M. F., Robinson P., 1997. Origin and tectonic environment of podiform chromite deposits, *Economic Geology,* **92,** 259-262.

EK A. TÜM KAYAÇ ANALİZ SONUÇLARI

Tablo A1. Als- Chemex laboratuarlarında yapılan kimyasal analiz sonuçları

		NK 1	NK2	NK 3	NK4	NK5	NK6	NK7	NK8	NK9	NK 10
SiO2	%	13.15	10.55	30.5	4.96	6.18	4.26	14.85	3.24	12.8	3.45
Al2O3	%	20.2	6.7	3.68	19.55	12.8	17.3	4.61	17.75	17,25	11.4
Fe2O3	%	11.25	12.1	8.43	13.8	12.3	14.35	10,05	12.1	11.25	12.85
MnO	%	0.11	0.12	0.09	0.12	0.14	0.18	0,10	0.11	0,11	0.14
CaO	%	0.09	<0.01	0.03	0.05	0.56	1.7	0.01	<0.01	0.02	0,04
MgO	%	25.9	18.5	32.2	17.55	16.7	15.55	25.6	15,00	21.3	14.35
Na2O	%	0.03	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.01	0,01	<0.01	0,01	<0.01
K2O	%	0.02	0.02	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01
P2O5	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.04	<0.01	<0.01	<0,01	0.01	<0.01
TiO2	%	0.06	0.08	0.04	0.1	0.05	0.07	0.06	0.06	0.05	0.06
Cr2O3	%	10.7	20.1	8.9	19.15	20.7	20.1	11,80	18.45	13.5	19.8
SrO	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0,01	<0.01
BaO	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0.01	<0.01
Lol	%	4.31	4.73	10.3	2.54	2.48	2.72	7.62	1.11	4.23	1,53
Total	%	85.8	72.9	94.2	77.8	72	76.2	74.7	67.8	80.5	63.6
Ag	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Be	ppm	1.2	3.2	<0.5	2.8	6.5	3.6	<0.5	1	3	1.2
Ce	%	<0.00005	0.00006	<0.00005	0.00005	0.00007	0.00007	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Co	ppm	68.9	102.5	68.4	143.5	94	140.5	70.4	43.6	82.2	38
Cr	ppm	4320	1320	>10000	790	810	1050	5570	2240	6790	2040
Cs	ppm	0.01	0.01	0.01	<0.01	0.02	0.02	0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cu	ppm	<5	<5	<5	389	<5	44	<5	<5	7	<5
Total	%	85.8	72.9	94.2	77.8	72	76.2	74.7	67.8	80.5	63.6
Dy	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.05	0.1	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Er	ppm	<0.03	0.03	<0.03	<0.03	0.04	0.08	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Eu	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.22	0.05	<0.03	<0.03	<0.03
Ga	%	0.0021	0.001	0.00051	0.0031	0.0017	0.0021	0.00049	0.00163	0.00215	0.00127
Gd	ppm	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.18	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Hf	ppm	<0.2	0.3	<0.2	0.2	0.9	0.9	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Ho	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.03	0.01	<0.01	<0.01	<0.01

Tablo A1. devamı

		NK 11	NK 15	TK1-A	TK2	TK3	NK1-YK	NK2-YK	NK3-YK	NK4-YK	NK5-YK
SiO2	%	8.91	3,36	18.55	3.87	19.6	36.8	41.8	40.2	36,0	39,6
Al2O3	%	8.36	7.43	4.18	19.7	2.74	0,11	0.3	0,83	1.42	0,55
Fe2O3	%	11.8	12.25	9.81	3.83	7.42	7.89	5.58	8.85	8.91	7,09
MnO	%	0.13	0.12	0.1	0.09	0,08	0.11	0,08	0.13	0,12	0.08
CaO	%	0.59	<0.01	0.09	0.03	0.03	0,18	0,10	2.9	0.75	0.07
MgO	%	16.75	13.3	30	10,80	29.5	45.4	36.5	35.8	36,2	38,8
Na2O	%	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0,01	0.01	0,02	0.01	<0.01
K2O	%	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
P2O5	%	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0,01	<0,01	<0,01	0.01	<0.01
TiO2	%	0.08	0.08	0.06	0.01	0.03	<0.01	0.01	0.02	0.02	<0.01
Cr2O3	%	18.05	18.8	12.5	0.39	7.52	0.36	0.91	0.4	1.84	0.45
SrO	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0.01	<0,01	<0.01	<0.01
BaO	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0.01	<0,01	<0.01	<0,01
Lol	%	2.15	0.79	8.4	1.13	9.95	9,81	14.65	11,55	14	14.05
Total	%	66.8	56.1	83.7	39.9	76.9	100.5	99.9	100.5	99.3	100.5
Ag	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Be	ppm	3.6	1.1	<0.5	1.7	0.6	0.7	1.7	6.8	0.8	1.5
Ce	%	<0.00005	<0.00005	0.00007	<0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00006	0.00008	<0.00005	<0.00005
Co	ppm	57.8	39.8	58.7	63.5	67.4	124.5	87.4	99.8	117	97.7
Cr	ppm	5030	2100	>10000	2740	>10000	2690	6570	2890	>10000	2980
Cs	ppm	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Cu	ppm	<5	<5	<5	21	<5	<5	6	7	22	11
Total	%	66.8	56.1	83.7	39.9	76.9	100.5	99.9	100.5	99.3	100.5
Dy	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	0.09	<0.05	<0.05
Er	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.06	0.09	<0.03	<0.03
Eu	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	0.04	<0.03	<0.03	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ga	%	0.00112	0.00089	0.0004	0.0021	0.00038	0.00002	0.00005	0.00007	0.0003	0.00011
Gd	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.09	0.07	<0.05	<0.05
Hf	ppm	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Ho	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01

Tablo A1. devamı

		NK6-YK	NK7-YK	NK8-YK	NK9-YK	NK10-YK	NK11-YK	NK15-YK	TK2-YK	TK3-YK
SiO2	%	28.1	33,6	41.2	39.1	40.2	5.58	35	39.6	29,5
Al2O3	%	0,16	0.49	0.53	0.47	0.39	10.2	7.38	0.54	1.06
Fe2O3	%	8.64	6.8	6,90	7.32	8.39	15.05	6.38	7.76	6.51
MnO	%	0,18	0.1	0.08	0,09	0.1	0.3	0.12	0.11	0,09
CaO	%	12.75	0.17	0.63	0,16	0.04	0,38	1.96	0.5	0,23
MgO	%	27.9	41	36.7	38.4	35.9	14	32.7	38,9	39.4
Na2O	%	0.01	0.01	0,01	0.01	<0,01	0.34	<0.01	<0.01	0.01
K2O	%	0,01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	0,01
P2O5	%	0,03	<0.01	<0.01	<0,01	<0.01	0.05	<0.01	<0.01	<0.01
TiO2	%	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.1	0.03	<0.01	0,02
Cr2O3	%	0.03	2.19	0,39	0.31	0.52	23.4	1.73	0.39	5.42
SrO	%	0.01	<0,01	<0.01	<0,01	<0.01	<0.01	<0,01	<0.01	<0.01
BaO	%	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0,01	<0.01	<0.01	<0.01
Lol	%	20,8	15.6	13.5	14.2	12,35	1.16	12.85	11,00	15.8
Total	%	98.6	100	99.9	100	97.9	70.6	98.2	98.8	98.1
Ag	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Be	ppm	11.2	1	2.9	1.4	<0.5	4.3	2	1.2	<0.5
Ce	%	<0.00005	<0.00005	0.00005	<0.00005	<0.00005	0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Co	ppm	78.7	97.2	103.5	103.5	107.5	49.8	69.6	108	81
Cr	ppm	170	>10000	2590	2050	3410	3290	>10000	2640	>10000
Cs	ppm	<0.01	<0.01	0.01	0.03	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Cu	ppm	<5	<5	<5	8	<5	<5	<5	16	<5
Total	%	98.6	100	99.9	100	97.9	70.6	98.2	98.8	98.1
Dy	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Er	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	0.03	<0.03	<0.03
Eu	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Ga	%	0.00004	0.0001	0.00009	0.00007	0.00008	0.00126	0.00042	0.00006	0.00012
Gd	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Hf	ppm	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Ho	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01

Tablo A1. devamı

		NK 1	NK2	NK 3	NK4	NK5	NK6	NK7	NK8	NK9	NK 10
La	ppm	<0.5	2.4	<0.5	1.6	1.8	1.4	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Lu	ppm	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.02	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Mo	ppm	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nb	ppm	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Nd	ppm	0.1	0.2	<0.1	0.2	0.3	0.4	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ni	ppm	432	167	1130	292	104	264	491	191	575	136
Pb	ppm	<5	<5	<5	<5	<5	26	<5	<5	<5	<5
Pr	ppm	0.03	0.13	<0.03	0.09	0.11	0.13	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Rb	ppm	0.3	0.4	0.5	0.2	0.4	<0.2	<0.2	0.2	0.4	0.2
Sm	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.06	0.12	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Sn	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sr	ppm	2.2	<0.1	1	0.9	10.4	7	0.4	1.6	1.1	1.3
Ta	ppm	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tb	ppm	<0.01	0.02	<0.01	0.07	0.06	0.05	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Th	ppm	<0.05	0.05	<0.05	<0.05	0.08	0.12	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ti	ppm	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Tm	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	0.07	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
U	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.08	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
V	ppm	364	155	<5	418	718	549	83	448	288	355
W	ppm	1	2	1	2	2	9	3	1	<1	1
Y	ppm	<0.5	<0.5	0.7	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Yb	ppm	<0.03	<0.03	0.05	<0.03	0.06	0.14	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Zn	ppm	130	168	72	318	257	365	84	93	146	113
Zr	ppm	4	14	2	12	41	36	5	<2	<2	<2

Tablo A1. devamı

		NK 11	NK 15	TK1-A	TK2	TK3	NK1-YK	NK2-YK	NK3-YK	NK4-YK	NK5-YK
La	ppm	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	0.5	0.6	<0.5	<0.5
Lu	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Mo	ppm	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nb	ppm	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Nd	ppm	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	<0.1	<0.1
Ni	ppm	260	163	1130	475	1240	2630	2160	2030	2470	1980
Pb	ppm	<5	<5	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Pr	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.04	0.06	<0.03	<0.03
Rb	ppm	0.4	0.2	0.3	<0.2	0.3	<0.2	0.4	0.2	0.2	<0.2
Sm	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.08	0.06	<0.03	<0.03
Sn	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sr	ppm	1.4	0.6	1.1	0.7	1.1	2.7	2.5	3.2	32.9	2
Ta	ppm	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tb	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	0.01	<0.01	<0.01
Th	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ti	ppm	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Tm	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
U	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
V	ppm	137	98	<5	662	<5	<5	<5	81	<5	<5
W	ppm	2	1	<1	2	<1	1	1	1	1	<1
Y	ppm	<0.5	<0.5	0.5	<0.5	0.6	0.6	1.2	1.2	0.5	0.5
Yb	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.07	0.11	<0.03	<0.03
Zn	ppm	143	89	55	144	52	39	27	40	51	39
Zr	ppm	<2	<2	<2	2	<2	<2	<2	2	5	3

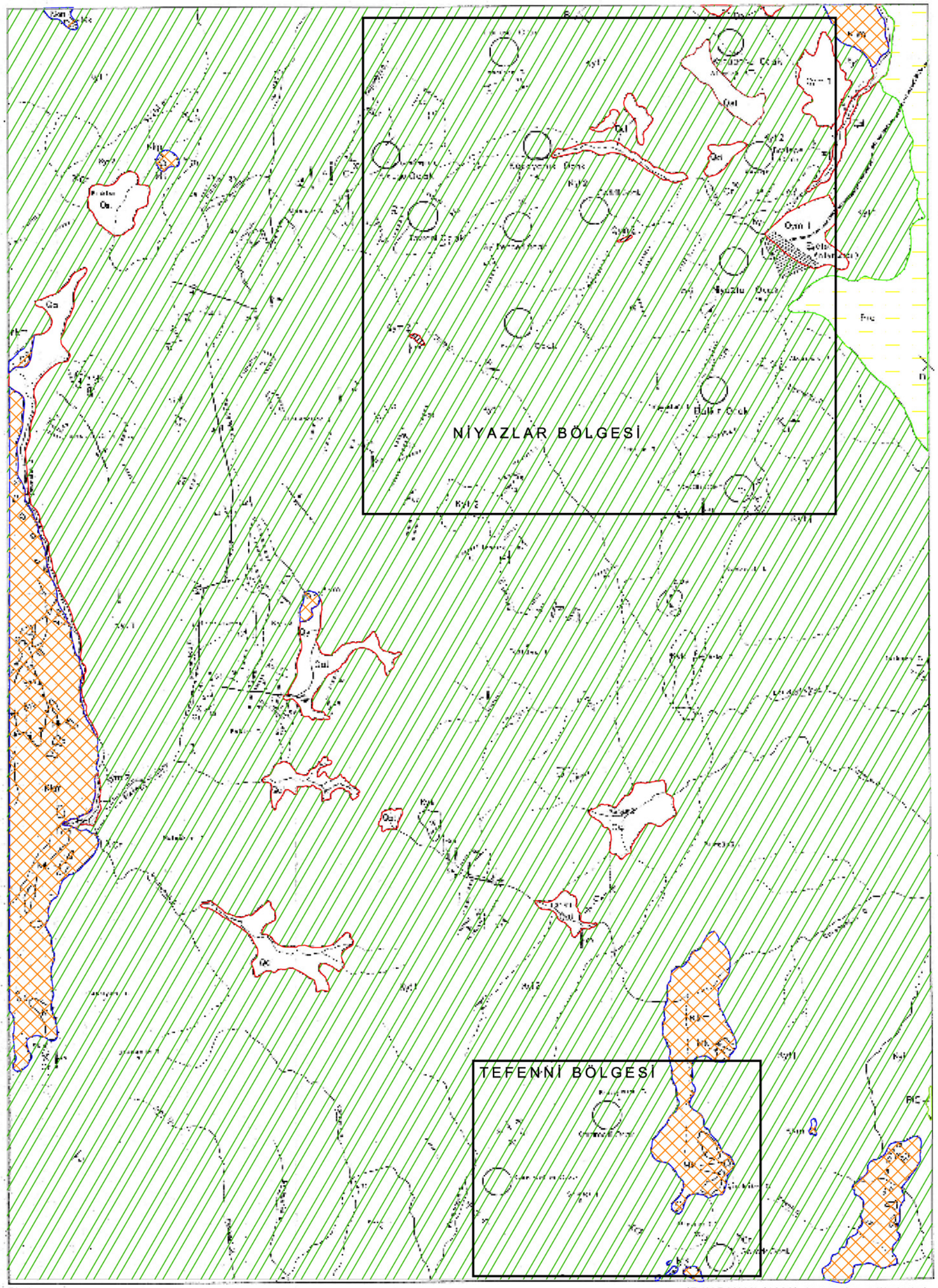
Tablo A1. devamı

		NK6-YK	NK7-YK	NK8-YK	NK9-YK	NK10-YK	NK11-YK	NK15-YK	TK2-YK	TK3-YK
La	ppm	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Lu	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	0.01	<0.01	<0.01
Mo	ppm	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2	<2
Nb	ppm	<0.2	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	0.2	<0.2	<0.2	<0.2
Nd	ppm	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Ni	ppm	756	2120	2220	2110	2470	142	1370	2170	2410
Pb	ppm	<5	5	<5	<5	<5	<5	<5	<5	<5
Pr	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Rb	ppm	<0.2	0.2	0.2	<0.2	<0.2	0.3	0.4	<0.2	0.3
Sm	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03
Sn	ppm	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1	<1
Sr	ppm	33.4	2.5	3.1	1.6	0.7	2.3	2	1.9	1.7
Ta	ppm	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Tb	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
Th	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05
Ti	ppm	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Tm	ppm	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01	<0.01
U	ppm	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	<0.05	0.07	<0.05	<0.05	<0.05
V	ppm	18	<5	<5	<5	<5	247	<5	<5	<5
W	ppm	2	<1	2	<1	5	1	2	<1	1
Y	ppm	0.6	0.5	0.6	0.5	0.6	<0.5	0.8	0.5	0.5
Yb	ppm	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	<0.03	0.03	0.06	<0.03	<0.03
Zn	ppm	9	57	28	41	49	301	44	41	27
Zr	ppm	2	2	4	2	2	<2	3	2	4

ÖZGEÇMİŞ

Cihangir AKŞİT, 1980 yılında İstanbul'da doğdu. Orta öğrenimini 1992-1998 yılları arasında Sivas Selçuk Anadolu Lisesi ve İstanbul Adnan Menderes Anadolu Lisesi'nde tamamladı. 1999 yılında İstanbul Teknik Üniversitesi, Maden Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü'ne girerek eğitimine devam etti. 2004 yılında mezun olarak aynı yıl İ.T.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, Uygulamalı Jeoloji Programı'na kayıt olan yazar, bu eğitimini sürdürmektedir.

YEŞİLOVA (BURDUR) DOLAYININ JEOLOJİ HARİTASI



N

AÇIKLAMALAR

Qal	Alüvyon		KUVATERNER
PlQ	Karasal çakıltaşı kumtaşı (Niyazlar Fm.)	Plio_kuvaterner	
	Kızılcadağ Melanjı.	Üst Kretase Alt Paleosen	KRETASE
Kyt	Yeşilova Ofiyoliti	Üst Kretase	

YEŞİLOVA OFİYOLİTİ

İŞARETLER

- Dokanak; yaklaşık dokanak.
- Normal fay; yaklaşık normal fay.
- Doğrultu atımlı fay.
- Bindirme
- Heyelan.
- Tabaka doğrultu ve eğimi.
- Magmatik bantlaşmanın doğrultu ve eğimi.
- Kromit mostraları
- Akar dere
- Kuru dere
- Asfalt yol
- Yerleşim yeri
- İncelenen kromit ocakları

Ölçek 1/25 000

1000 500 0 1000 2000 Metre

Ek 1.

(T.KARAMAN (1986) dan revize edilmiştir.)