

**T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ**

**HAZAR GÖLÜ (SİVRİCE-ELAZIĞ) DOĞUSUNDAKİ MANGANEZ
CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİK, MİNERALJİK VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

NEVİN ÖZTÜRK

**YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI**

ELAZIĞ -2008

T.C.
FIRAT ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ

HAZAR GÖLÜ (SİVRİCE-ELAZIĞ) DOĞUSUNDAKİ MANGANEZ
CEVHERLEŞMELERİNİN JEOLJİK, MİNERALJİK VE JEOKİMYASAL
ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ

NEVİN ÖZTÜRK

YÜKSEK LİSANS TEZİ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI

Bu Tez,tarihinde, aşağıda belirtilen jüri tarafından Oybirliği ile
Başarılı olarak değerlendirilmiştir.

Danışman

Prof.Dr. Ahmet ŞAŞMAZ

Doç.Dr. Halil HASAR

Yrd.Doç.Dr. Bünyamin AKGÜL

Bu tezin kabulü, Fen Bilimleri Enstitüsü Yönetim Kurulu' nun/...../.....tarih ve
..... sayılı kararıyla onaylanmıştır.

ÖZET
YÜKSEK LİSANS TEZİ

**HAZAR GÖLÜ (SİVRİCE-ELAZIĞ) DOĞUSUNDAKİ MANGAN YATAKLARININ
JEOLOJİK, MİNERALOGİK VE JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİNİN İNCELENMESİ**

Nevin ÖZTÜRK

Fırat Üniversitesi
Fen Bilimleri Enstitüsü
Jeoloji Anabilim Dalı
2008, Sayfa: 64

İncelenen Manganez yatakları Elazığ' ın 65 km doğusunda, Maden ilçesi ile Hazar nahiyesinin arasındaki bölgede yer almaktadır. Bölgede, Paleozoyik yaşlı Pütürge Metamorfileri, Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyolitleri ve Eosen yaşlı Maden Karmaşığı gözlenmektedir. Maden Karmaşığı, Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı boyunca Adıyaman ve Bingöl arasındaki bölgede geniş bir alanda yayılım göstermektedir. Yöredeki manganez cevherleşmeleri, Maden Karmaşığı' na ait kırmızı renkli çamurtaşı içerisinde, genellikle mercek, kafa ve tabakalar şeklinde yer almaktadır. Hazar yöresindeki cevherleşmeler, birbirinden bağımsız üç ayrı bölgede gözlenmektedir ve kalınlıkları birkaç cm ile 5-6 m. arasında değişmektedir. Cevher genellikle çok ince taneli ve masif yapılıdır. Cevherleşmeler başlıca manganit, pirolusit, hausmanit, braunit, rodokrozit, hematit ve limonitten oluşmaktadır. Cevherleşmelerin ana oksitler bileşenleri, büyüklük sırasına göre Fe₂O₃, SiO₂, MnO ve CaO şeklinde sıralanmaktadır. Cevherleşmelerde Fe/Mn oranı 1.5 dolayında olup, ortalama Fe içeriği % 34,31; mangan içeriği ise % 19,6' dır. MnO; SiO₂, Al₂O₃ ve Na₂O ile negatif korelasyonlar; Ni, Co ve Zn ile de pozitif korelasyonlar sunmaktadır. Yöredeki manganez cevherleşmelerin ENTE içerikleri 306 ile 532 ppm arasında değişmekte olup, bu örnekler kondritlere göre normalleştirildiğinde HNTE bakımından zenginleştiği görülmektedir. Yöredeki örnekler kuvvetli negatif Ce anomalisi ve hafif negatif Eu anomalisi göstermektedir. Örneklerdeki yüksek NTE içerikleri, bunların hidrojenetik olarak oluşabileceğini desteklerken, negatif Ce anomalisi cevherlerin düşük bir redoks potansiyeli altında, iyi oksijenlenmemiş ve durgun bir su içerisinde oluştuğunu, negatif Eu anomalisi ise cevherin içinde çökeldiği sıvıların sıcaklığının da yüksek olmadığını göstermektedir

Anahtar Kelimeler: Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağı, Maden Karmaşığı, manganez cevherleşmesi.

ABSTRACT

Ph. D. Thesis

GEOLOGICAL, MINERALOGICAL AND GEOCHEMICAL FEATURES INVESTIGATION OF MANGANESE DEPOSIT ON HAZAR LAKE EAST

Nevin ÖZTÜRK

Firat University Graduate School of Science and Technology

Department of Geological Engineering

2008; Page: 64

The studied Mn ore deposits are situated in the area between Maden and Hazar settlements which is 65 km East of Elazığ township. The lithological units of the area are Paleozoic Pütürge Metamorphites, Jurassic-Lower Cretaceous Guleman Ophiolites and Eocene Maden Complex which covers large areas between Adıyaman and Bingöl along the southeastern Thrust zone. The Mn mineralizations of the region usually occur as lenses, stocks and layers within red mudstones of Maden Complex. The mineralizations of Hazar vicinity placed in three different areas and the thicknesses of the mineralized bodies vary between a few cm to 5-6m. The ores of Hazar are fine grained and massive. Manganese minerals are; manganite, pyrolusite, braunite and hematite. The major oxide abundance order of the ores is Fe_2O_3 , SiO_2 , MnO and CaO. The Fe:Mn ratios are around 3:2 and average values of Fe and Mn contents are % 34,31 and % 19,6, respectively. MnO show positive correlations with SiO_2 , Al_2O_3 and Na_2O and negative correlations with Ni, Co and Zn. The ΣREE contents of the Mn mineralizations vary between 306-532 ppm. The chondrite normalized values indicate that the mineralizations are enriched of LREE. The REE patterns show negative Ce and slightly negative Eu anomalies. High REE contents indicate a hydrogenetic origin. Negative Ce anomalies show that the source water was poorly oxygenated (Low Eh) and calm and negative Eu anomalies indicate that the water of the mineralization environment was not hot.

Key words: Southeastern Thrust Zone, Maden Complex, manganese mineralizations

KATKI BELİRTME

“Hazar Gölü doğusundaki manganez yataklarının jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özelliklerinin belirlenmesi” konulu bu çalışma Fırat Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü’ nde 2005-2008 tarihleri arasında yüksek lisans çalışması olarak hazırlanmıştır. Bu çalışma, TÜBİTAK 106Y061 no’lu proje kapsamında çalışılmıştır. Desteklerinden dolayı TÜBİTAK çalışanlarına teşekkür ederim.

Tezin hazırlanması sırasında desteklerini gördüğüm danışman hocam Sayın Prof. Dr. Ahmet ŞAŞMAZ’ a ve Sayın Prof. Dr. Ahmet SAĞIROĞLU’ na teşekkür ederim. Ayrıca bu çalışmada yardımlarını esirgemeyen Uzman Dr. A. Didem KILIÇ ve Jeoloji Yük. Müh. Güllü KIRAT ve Jeoloji Yük. Müh. Özlem ŞEN ve tüm bölüm öğretim elemanlarına teşekkür ederim.

İnce kesitlerin hazırlanması sırasındaki yardımlarından dolayı bölümümüz ince kesit teknisyeni Fuat İSTEK’ e teşekkür ederim.

İÇİNDEKİLER

	Sayfa No
ÖZET	II
ABSTRACT	III
KATKI BELİRTME	IV
ŞEKİLLER LİSTESİ	V
ÇİZELGELER LİSTESİ	IV
1.GİRİŞ	1
1.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi.....	1
1.2. Coğrafik Durum.....	1
1.3. Önceki Çalışmalar	2
2. GENEL JEOLJİ	5
2.1. Pütürge Metamorfiti (Paleozoyik-Mezozoyik; PMp	5
2.2. Guleman Ofiyolitleri (Üst Jura-Alt Kretase; JKg	7
2.3. Hazar Grubu (Meastrihtiyen-Alt Eosen; KTs.....	9
2.4. Maden Karmaşığı (Orta Eosen; KTsm	9
2.4.1. Karadere Formasyonu	10
2.4.2. Melefan Formasyonu	15
3.CEVHERLEŞMELER	17
Cevherleşmelerin Mineralojik Özellikleri	21
4. CEVHERLEŞMELERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ	24
4.1. Ana Oksit Jeokimyası	24
4.2. İz Element Jeokimyası.....	34
4.3. Nadir Toprak Element Jeokimyası	42
5. SONUÇLAR	47
KAYNAKLAR	49

ŞEKİLLER LİSTESİ

	Sayfa No
Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası	2
Şekil 2.1. Çalışma alanı jeoloji haritası	6
Şekil 2.2. Çalışma alanı tektono-stratigrafik dikme kesiti.....	8
Şekil 2.3. Doğu Toroslar'ın Elazığ çevresindeki jeotektonik evrimi ve Maden Karmaşığı' nın oluşumu.....	11
Şekil 2.4. Maden Karmaşığı'nın Güneydoğu Anadolu Bindirme kuşağı üzerindeki yayılımı .	12
Şekil 2.5. Maden Karmaşığı'nın Güneydoğu Anadolu Bindirme kuşağı üzerindeki yayılımı ..	12
Şekil 2.6. Maden Karmaşığı'na ait bazik volkanitlerin arazideki görünümü	13
Şekil 2.7. Maden Karmaşığı'na ait spilitik bazaltlardan bir görünümü	13
Şekil 2.8. Bazaltlardaki feno ve ince taneli plajiyoklas kristalleri.....	14
Şekil 2.9. Bazaltlarda olivin ve plajiyoklasların görünümü	14
Şekil 2.10. Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşları ve kireçtaşlarının arazideki görünümü	15
Şekil 2.11. Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşlarının arazideki görünümü.....	16
Şekil-2.12. Maden Karmaşığı içerisindeki kireçtaşı bloklarının arazideki görünümü.....	16
Şekil 3. 1. Türkiye'deki manganez yataklarının dağılımı ve tipleri.....	17
Şekil 3.2. Toplu T. manganez cevherleşmesinin arazideki görünümü	18
Şekil 3.3. Katran T. yöresindeki manganez cevherleşmelerinin görünümü	19
Şekil 3.4. Ocaktan çıkarılmış Katran T. manganezlerinin yakından görünümü	19
Şekil 3.5. Çamurtaşları ile ardalama gösteren manganez tabakalarının arazideki görünümü..	20
Şekil 3.6. Mezarlık yöresindeki manganez ocaklarının uzaktan görünümü	21
Şekil 3.7. Örneklerde gözlenen manganit ve braunitin mikroskoptaki görünümü.	22
Şekil 3.8. Manganit ve braunitin mikroskoptaki görünümü	22
Şekil3.9. Örneklerde gözlenen pirolusitin mikroskoptaki görünümü	23
Şekil 3.10. Örneklerde matriks içerisinde gözlenen küçük taneler halindeki hematit kristallerinin mikroskoptaki görünümü.....	23
Şekil 4.1. Hazar bölgesinde Mn cevherleşmelerindeki değişik elementlere ait değişim diyagramları.....	27
Şekil 4.2. Cevher örneklerinin Fe-Mn-10 (Ni+Co+Cu) ayırım diyagramı	30

Şekil 4.3. Cevher örneklerine ait $TiO_2-Al_2O_3$ diyagramı	31
Şekil 4.4. Cevher örneklerinin $SiO_2-Al_2O_3$ ayırım diyagramı	31
Şekil 4.5. Cevher örneklerine ait Si-Al diyagramı	32
Şekil 4.6. Manganez yataklarının Mn, Fe ve Al içeriklerine göre karşılaştırılması	33
Şekil 4.7. Hidrotermal, karasal ve biyojenik kökenli denizel sedimentlerin metal oranları ayırım diyagramı	33
Şekil 4.8. Çörtlerin ayırımında kullanılan $MnO/TiO_2-Fe_2O_3/ TiO_2$ diyagramı.....	34
Şekil.4.9. Maden Karmaşığı ile ilişkili manganez yataklarındaki cevherleşmelerine ait örneklerin iz element diyagramı	37
Şekil 4.10. Cevher kayaçların $Co+Ni - As+Cu+Mo+Pb+Zn+V$ diyagramı	37
Şekil 4.11. Örneklerin Pb-Zn diyagramı	38
Şekil 4.12. Cevher kayaçlarına ait U-Th diyagramı.....	39
Şekil 4.13. Cevher örneklerinin $Fe/Ti - Al/Al+Fe+Mn$ diyagramı	39
Şekil 4.14. Örneklerin $Co/Zn - Co+Ni+Cu$ ayırım diyagramı	40
Şekil 4.15. Örneklerin Zn-Ni-Co üçgen diyagramı.....	41
Şekil 4.16. Çalışma alanındaki örneklerin NTE' lerinin kondritlere göre normalleştirilmiş diyagram	45
Şekil 4.17. Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramı	46

ÇİZELGELER LİSTESİ

	Sayfa No
Çizelge 4.1. Hazar bölgesine ait manganez cevherleşmelerinin ana oksit analiz sonuçları	24
Çizelge 4.2. Farklı tipteki manganez yataklarının ortalama ana oksit içerikleri.....	25
Çizelge 4.3. Örneklerin ana oksitlerinin dağılımını gösteren diyagramı.....	26
Çizelge 4.4. Hazar bölgesine ait manganez cevherleşmelerinin korelasyon ilişkileri	29
Çizelge 4.5. Örneklere ait manganez cevherleşmelerin iz element sonuçları.....	29
Çizelge 4.6. Farklı tipteki manganez yataklarının ortalama iz element içerikleri.....	34
Çizelge 4.7. Hazar bölgesine ait manganez cevherleşmelerine ait örneklerin NTE analitik sonuçları	35

1.GİRİŞ

1.1. Çalışmanın Amacı ve Yöntemi

Bu çalışma Hazar Gölü (Elazığ-Sivrice) doğusunda yer alan mangan cevherleşmelerinin jeokimyasal özelliklerini incelemek, elde edilen verilerden ve cevherleşmenin içerisinde bulunduğu birimin litolojik ve stratigrafik özelliklerinden hareketle cevherleşmenin oluşum koşullarını ve özelliklerini ortaya çıkarmak amacıyla yapılmıştır. Bu amaç doğrultusunda çalışmalar arazi, laboratuvar ve büro çalışmaları olmak üzere üç aşamada gerçekleştirilmiştir.

Arazi çalışmalarında öncelikle cevher örneklerine ait örnekler alınmıştır. Alınan örneklerden yapılan ince kesitlerin mikroskop tanımlamaları ile petrografik özellikleri belirlenmeye çalışılmıştır. Volkano-sedimanter istifin çamurtaşı seviyelerinden ve cevherli zonlardan yapılan ince ve parlak kesitler ile birimlerin petrografik özellikleri ve cevherleşmenin parajenezi belirlenmeye çalışılmıştır.

Cevherli zonların jeokimyasının ve cevherli zonun içinde yer aldığı volkano-sedimanter birimlerin oluştuğu jeotektonik ortamın belirlenmesi amacıyla 10 adet örneğin analizleri elektron mikroprob' da yapılmıştır.

Büro çalışmalarında ise; çalışma konusu ile ilgili yakın çevrenin jeolojisi, Türkiye ve dünyada bulunan Mn yatakları hakkında literatür çalışması yapılmış ve bu kapsamda Hazar Gölü doğusundaki Maden Karmaşığı' na ait manganez cevherleşmesinin jeolojisi, oluşumu ve kökeni yorumlanmıştır.

1.2. Coğrafik Durum

İnceleme alanı Elazığ ili Hazar Gölü doğusunda, Elazığ' a yaklaşık 65 km uzaklıktaki bir alanı kapsamaktadır. İnceleme alanının en önemli yerleşim birimi Topaluşağı, Hacan Mah., Süleymanekvleri Mah.' dir.

Bölgenin topoğrafik olarak en yüksek yerlerini Yüksek T. (1795), Renvara T., Beroç T., Meteris T., Hacan T., Bosman T., Tillohaymos T., Topalan T., Çimentaşı T., Geminebi T., Batman T., Bestin T., Çango T., Hacı T. ve Zeyni T. oluşturmaktadır.

İnceleme alanında irili-ufaklı dereler bulunmaktadır. Bunlar Kurt Dere, Varez Dere, Merben Dere, Ahmur Dere, Avdim Dere, Cadde Dere, Seyin Dere, Kuru Dere, Topalınbağ Dere, Miricik Dere, Kısır Dere, Yonca Dere, Gellopınarı Dere' dir. Karasal iklime sahip olan bölgede yazlar kurak ve sıcak, kışlar soğuk ve yağışlıdır. Bitki örtüsü bakımından yerleşim yerleri hariç, oldukça fakirdir. Tarım arazisi bakımından zengindir. Daha uzakta yer alan köyler, arazinin sarp olması nedeniyle daha çok hayvancılıkla uğraşmaktadır. Bitki örtüsü sarp arazide oldukça fakirdir. Tarım ve hayvancılık çalışma alanındaki geçim kaynağıdır.



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer bulduru haritası.

1.3. Önceki Çalışmalar

İnceleme alanı Doğu Toros'ların jeodinamik evriminin açıklanmasında önemli role sahip mağmatik ve metamorfik kayaçların yüzeyletiği bir bölgededir. Bu kuşak üzerinde ekonomik öneme sahip Guleman krom yatakları ve Maden Cu yatağının olması nedeniyle yer bilimcilerinin ilgisini çekmiş ve bölgede pekçok çalışma yapılmıştır. Bu kapsamda yörenin jeotektonik evrimi, temel ve örtü kayaçlarının jeolojik özellikleri, bölgede bulunan farklı tipteki maden yatakları ve cevherleşmeler çalışılmıştır. Ancak inceleme alanında herhangi bir çalışma yapılmamıştır.

Yazgan (1972), Pütürge Metamorfik Masifi ile üzerindeki Maden volkano-sedimanter birimlerinin petrografik-jeokimyasal özelliklerini incelemiştir. Araştırmacı; Masif'in yeşilist ve amfibolit fasiyesinde metamorfizmaya uğramış alloktan bir birim, Maden Karmaşığı'na ait volkanitlerin ise kalkalkalen eğimli toleyitik bir volkanizmanın ürünü olduğunu açıklamıştır.

Bingöl (1984, 1986, 1988, 1993 a-b), Doğu Toros Orojenik Kuşağı'nda yer alan Yüksekova Karmaşığı, Guleman, Koçali ve İspendere ofiyolitleri ile diğer mağmatik kayaçların petrografik ve jeokimyasal özelliklerini araştırdığı çalışmalarında Bitlis- Pütürge Masifi ile Keban-Malatya Metamorfikleri'nin Üst Triyas'dan itibaren birbirinden uzaklaştıklarını ve Üst Kretase'den itibaren güneye doğru itildiklerini açıklayarak, bölgedeki kayaçların oluşum ortamı ve kökenini yorumlamıştır.

Özçelik (1982), Poluşağı ve Çanakçı (Pütürge) alanındaki Fe-Cu-Zn sülfürlü cevherleşmeleri incelediği doktora çalışmasında; Poluşağı cevherleşmelerinin Üst Kretase-Eosen yaşlı denizel volkanitler içerisinde yer aldığını ve esas olarak pirit, kalkopirit ve sfaleritden oluştuğunu, Çanakçı cevherleşmelerinin ise yine Üst Kretase volkanitleri içerisinde masif ve dissemine olmak üzere iki şekilde yer aldığını ve esas olarak pirit, bornit, fahlers, sfalerit ve galenden oluştuğunu açıklamıştır.

Yazgan (1981, 1983, 1984), Elazığ-Malatya çevresinde yaptığı çalışmalarda Kretase yaşlı Yüksekova Karmaşığı ve Eosen yaşlı Maden Karmaşığı'nın genç ve kalın olmayan bir kıta kabuğu üzerine yerleşmiş kıta kenarı ürünleri olduğunu vurgulamıştır.

Aktaş ve Robertson (1990), Tetis'in tektonik evrimini araştırdıkları çalışmalarında Güneydoğu Türkiye'de Bitlis ve Pütürge Metamorfik Masifleri arasındaki alanda bulunan Üst Kretase yaşlı ofiyolitik kayalar ve bunlarla ilişkili birimlerin bazı alanlarda Maden Kompleksi tarafından diskordansla üzerlediğini, yer yer de farklı yapısal konumlarda bulunduğunu açıklamışlardır.

Yazgan ve Chessex (1991), Güneydoğu Toros'ların jeotektonik evrimi konusunda Malatya doğusunda yaptığı incelemelerde; Bitlis-Pütürge Masifi'nin Arabistan Platformu'nun kuzey uzantısı olduğunu ve Afrika-Arap levhası parçalarından oluşan çökel örtülü veya örtüsüz kıtasal metamorfik birimleri Pütürge, Bitlis olarak adlandırmıştır.

Yılmaz vd. (1992) tarafından Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'ndaki metamorfik masiflerin tümünün aynı tektonik konumda yer aldıkları ve stratigrafik olarak benzer istif sundukları belirtilerek, birimlerin Erken Paleozoyik-Geç Kretase yaş aralığında oluştuğunu açıklanmıştır.

Yığıtbaş vd. (1992), Güneydoğu Anadolu Orojenik Kuşağı'nda Arap platformu üzerinde ofiyolit yerleşmesine bağlı olarak iki tektonik deformasyon fazının bulunduğunu, bunların sırasıyla Geç Kretase ve Miyosen döneminde etkin olduğunu belirtmektedirler.

Yılmaz (1993) ise Güneydoğu Anadolu orojenik evriminin açıklanması amacıyla geliştirdiği modelde; Arabistan platformu ile Bitlis-Pütürge Masifleri arasında Geç Triyas'da açılmaya başlayan okyanusun Erken Kretase sonlarından itibaren kuzeye dalım ile kapanmaya başladığını açıklamıştır. Araştırmacı bindirme zonundaki ofiyolitik kütlelerin Geç Kretase'de Arabistan platformunun üzerine yerleştiğini, yay gerisi havzada ise Eosen döneminde Maden Karmaşığı'nın oluştuğunu ve hem ofiyolitik kütlelerin hem de Maden Karmaşığı'nın her yerde Bitlis-Pütürge masifleri altında tektonik dilimler halinde yüzeylendiğini belirtmiştir.

Karaman (1993), Malatya doğusunda yaptığı çalışmada bölgenin yaygın birimleri olan Kömürhan ofiyoliti, Baskil mağmatitleri, Malatya metamorfikleri ve Maden Karmaşığı'nı ayrıntılı bir şekilde incelemiştir. Araştırmacı Maden Karmaşığı'nın Orta Eosen'de Pütürge

mikrokıtası içinde kuzeye doğru oluşan yitim sonucunda oluştuğunu belirterek bu volkano-sedimanter istif içinde litolojik özellikleri farklı yedi birime ayırmıştır.

Öztürk (1993), Koçali Karmaşığı (Adıyaman) içerisindeki fosil manganez nodüllerinin özelliklerini incelediğı çalışmada; Manganez oluşumunun kısmen karmaşık iç yapılı okyanusal topluluk kabul edilen Koçali karmaşığına ait Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Konak Formasyonu içerisinde yer aldığını açıklamıştır. Yine Öztürk (1993) çalışmada, Türkiye'deki manganez yataklarını buldukları yaş konağı, oluşumları, yan kayaçları, kimyasal, mineralojik ve yapısal özelliklerine göre dört ana guruba ayırmıştır.

Turan vd. (1993), Elazığ civarındaki yaptıkları incelemede Doğu Toros'ların evrimine yeni bir yaklaşım getirmişlerdir. Sahasal, petrografik ve jeokimyasal verilere dayanarak öne sürülen bu yaklaşımda Yılmaz (1993) dan farklı olarak; Bitlis-Pütürge masifleri kuzeyinde yer alan ve muhtemelen Neotetis'in bir kolu biçiminde, Bitlis-Pütürge masifleri ile Keban metamorfileri arasında bir körfez şeklinde gelişen bir okyanus tabanı ve yay malzemesinin ürünü olduğunu ve ofiyolitlerin Elazığ civarında Orta Eosen yaşlı Maden karmaşığının üzerinde yer aldığını açıklamışlardır.

Altunbey ve Sağıroğlu (1995), Elazığ çevresindeki Maden Karmaşığı içerisindeki Mn yataklarını inceleyerek, cevherleşmeleri volkano-sedimanter kayaçlarla uyumlu olanlar ve hidrotermal işlevler sonucu oluşan volkano-sedimanter yataklar olarak iki farklı şekilde bulunduğunu belirlemişlerdir.

Önal (2000), Alihan-Pütürge (Malatya) demirli-manganez cevherleşmesinin jeokimyasını incelediğı yüksek lisans çalışmada; Alihan demirli manganez yatağının Eosen yaşlı Maden Grubu' na ait volkano-sedimanter birimler içerisindeki çamurtaşları içerisinde bulunduğunu açıklamıştır.

Türkyılmaz (2004), Güneydoğu Anadolu Bindirme kuşağındaki mangan yataklarını incelediğı doktora çalışmada; nap alanında ve ekay zonunda dilinimler şeklinde yer alan, özellikle Pütürge-Elazığ-Maden çevresinde yaygın olarak yüzeyleyen Orta Eosen yaşlı Maden karmaşığı içerisinde 22 farklı lokasyondaki cevherleşmeleri incelemiş, Maden karmaşığı içerisindeki cevherleşmelerin karmaşığın çamurtaşı litolojisi içerisinde düzensiz merccekler ve ardalanmalı tabakalar şeklinde bulunduğunu açıklamıştır.

Kılıç (2005), Hazar Gölü güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri konulu doktora çalışmada; Maden Karmaşığı' na ait andezitlerin uyumsuz ve iz elementlerce büyük iyon yarıçaplı elementler (LIL)' ce zenginliğı, HFS' lerce de tükenmiş olmalarının kirlenmiş bir mağmayı işaret ettiğini açıklamıştır.

2. GENEL JEOLJİ

Çalışma alanında genellikle Maden Karmaşığı'na ait birimler gözlenmekle birlikte, çalışma alanı yakın çevresinde Hazar Grubu, Pütürge Metamorfileri ve Guleman ofiyolitik kayaçlarına ait birimler de yüzeylemektedir. İnceleme alanı, Doğu Toros Orojenik Kuşağı içerisinde, Elazığ'ın doğu kesimlerinde yer almaktadır. Çalışma alanı ve yakın çevresinde birimler yaşlıdan gence doğru şu şekilde sıralanabilir;

Paleozoyik-Mezozoyik yaşlı Pütürge Metamorfileri,
Üst Jura-Alt Kretase yaşlı Guleman Ofiyoliti,
Üst Meastrihtiyen-Orta Eosen yaşlı Hazar Grubu,
Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı.

Çalışma alanında Maden Karmaşığı'na ait birimler gözlenmekte, diğer birimler çalışma alanının yakın çevresinde görülmektedir. Bu bölümde çalışma alanında yayılım gösteren Maden Karmaşığı hakkında ayrıntılı bilgiler verilecektir. MTA' dan alınan haritaya göre çalışma alanında daha çok Maden Karmaşığı'na ait birimler görülmektedir (Şekil 2.1). Haritada Maden Karmaşığı KTsm1, 2, 3, 4, 5 ve 6 olmak üzere 6 birime ayrılmıştır. Bölgeye ait tektono-stratigrafik kolon kesit aşağıda ayrıntılı olarak verilmiştir (Şekil 2.2).

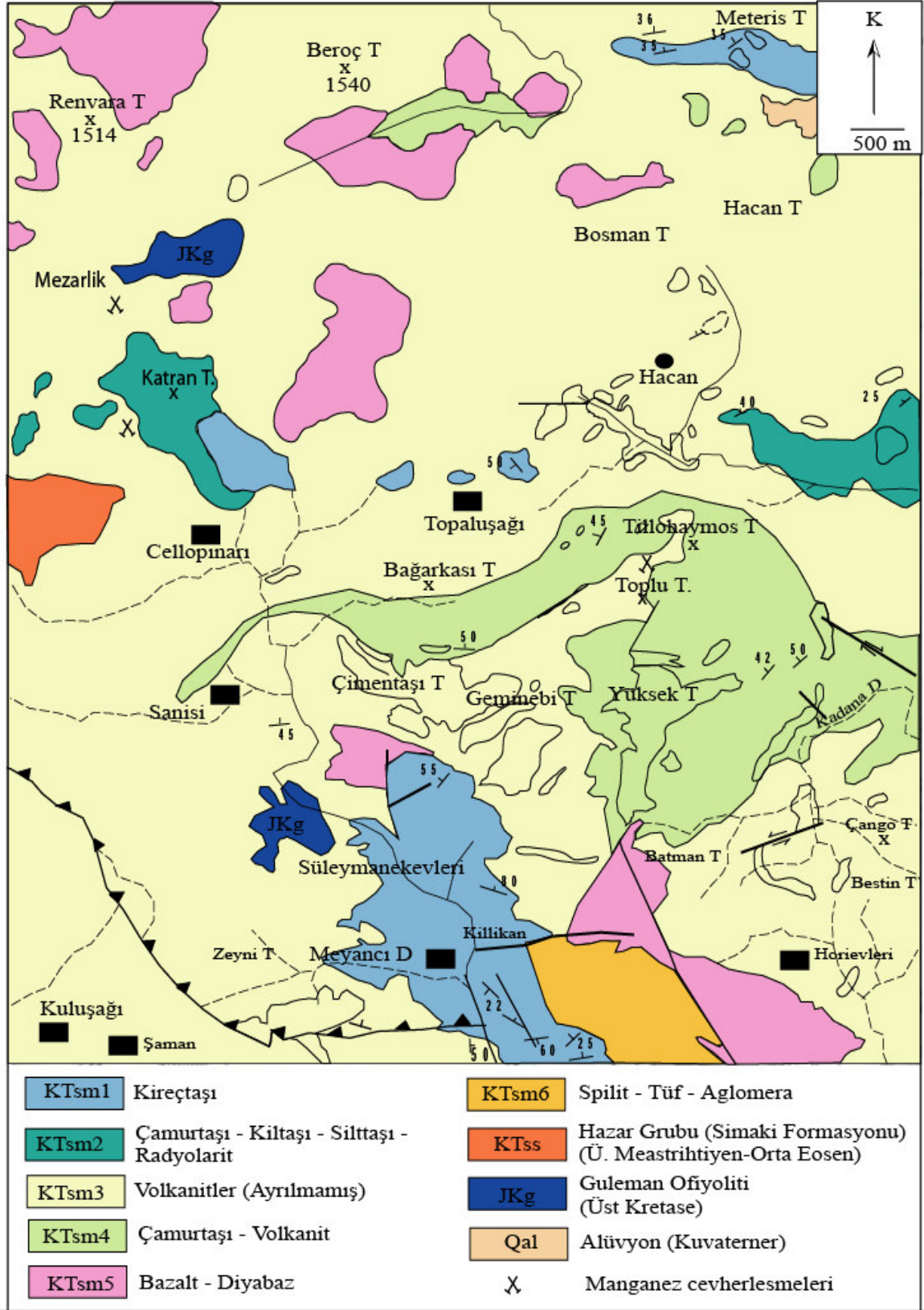
2.1. Pütürge Metamorfiti (Paleozoyik-Mezozoyik)

İsmini Malatya' nın Pütürge ilçesinden almıştır. Doğu Toroslar' da yapılan birçok çalışmada Pütürge Metamorfileri/Pütürge Masifi olarak adlandırılmıştır (Rigo de Righi ve Cortesini, 1964; Perinçek, 1979, 1980; Erdoğan, 1982; Perinçek ve Kozlu, 1984; Aktaş ve Robertson, 1984; Yazgan ve Chessex, 1991; Erdem, 1994; Kılıç, 2005).

Pütürge Metamorfileri, Malatya' nın güneydoğusundan başlayarak Sivrice (Elazığ)-Çüngüş (Diyarbakır) arasında yaklaşık kuzeydoğu-güneybatı doğrultulu geniş bir alanda uzanan 130-140 km uzunluğundaki bir masiftir (Kılıç, 2005).

Yazgan ve Chessex (1991) ise, Pütürge metamorfik masifini, Bitlis metamorfik masifi ile birlikte "Pütürge-Bitlis metamorfik kuşağı" adı altında incelemiş ve masifin metamorfizma yaşını 70-75 my olarak belirtmişlerdir.

Pütürge metamorfileri genellikle gözlü gnays, biyotit şist, amfibolşist, amfibolit, granitik gnayslar ve profilitli makaslanma zonu kayaçlarından oluşan Alt Birlik ile muskovitşist, distenli kuvarsit damarları, stavrolit muskovit şist, granatlı mikaşistler, kalkşist ve mermerden oluşan Üst Birlik kayaçlarından oluşmuştur (Perinçek, 1979; Yazgan, 1981; Aktaş ve Robertson, 1984; Sungurlu v.d., 1985; Yazgan v.d., 1987; Erdem, 1994; Kılıç, 2005).



Şekil 2.1. Çalışma alanı jeoloji haritası (MTA haritalarından basitleştirilerek alınmıştır).

Pütürge Metamorfik Masifi' ne ait kayalar üzerinde K/Ar yöntemiyle yapılan yaş tayinine göre, masifin en son olarak Üst Kretase' de özellikle Kampaniyen yaşlı olduğu ifade edilmektedir (Yazgan, 1981, 1983, 1984; Yılmaz ve diğerleri, 1992).

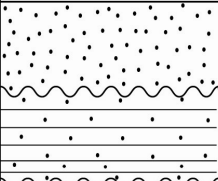
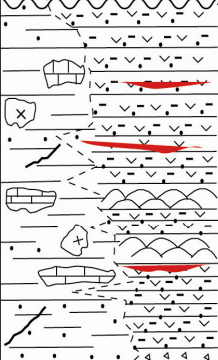
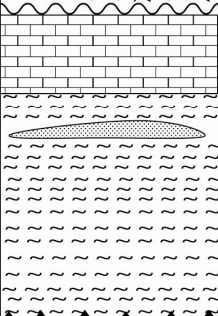
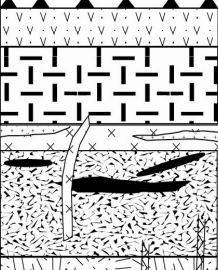
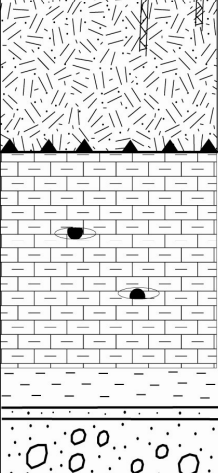
2.2. Guleman Ofiyolitleri (Üst Jura-Alt Kretase)

Guleman ofiyoliti ismini Elazığ' a bağlı Guleman ilçesinden almıştır. Özkaya (1975), Maden-Ergani-Guleman bölgesinde bu birim için 'Guleman Ultrabazit ve Serpantinitle' adını kullanmıştır. Sungurlu (1985), Çüngüş-Maden-Hazar yöresinde Guleman Ultramafitleri; Özkaya (1975), Ergani-Maden-Guleman yöresindeki çalışmasında Maden Karmaşığı içerisindeki uyumlu ofiyolit dilimlerine 'Bahro Ultrabazitleri' adını vermiştir. İlk defa 1977 yılında TPAO jeologları 'Guleman Grubu' adını kullanmışlardır. Engin ve diğerleri (1981), Ketin (1983), Özkan ve Öztunalı (1984); Guleman Ofiyoliti, Perinçek (1979b), Yazgan (1984), Bingöl (1984), Aktaş ve Robertson (1984), Sungurlu ve diğerleri (1981), Elazığ-Hazar-Palu alanının jeolojik özelliklerini incelerken, bu bölgedeki ofiyolitler için "Guleman Grubu" adını kullanmışlardır. Elazığ-Sivrice-Palu dolayının jeolojisi hakkında incelemeler yapan Herece ve diğerleri (1992), birim için Guleman Ofiyolitik Kompleksi adını kullanmışlardır.

Guleman Ofiyoliti üzerine çalışmalar yapan araştırmacılar; birimin tabandan tavana doğru; dünit ve podiform kromit içeren harzburjitler, dünit-verlit-klinopiroksenit ardalanması, bantlı gabrolar, kuvars gabro/diyoritlere veya plajiyogranite kadar değişen bir dizi ve ofiyolitlerle arazi ilişkisi gözlenmeyen, ancak genetik olarak ilişkili olduğunu düşündükleri volkanitlerden oluştuğunu kabul etmektedirler (Özkan ve Öztunalı, 1984; Erdoğan, 1977; Özkan, 1982; Bingöl, 1987a,b; Kılıç, 2005).

Doğu Toroslar'da araştırma yapan pekçok bilim adamı (Perinçek, 1979b; Perinçek ve Özkaya, 1981; Bingöl, 1984; Sungurlu ve diğerleri, 1985; Yazgan ve Chessex, 1991), Guleman Ofiyoliti'nin Arap Levhası ile Anadolu Levhası arasında Üst Triyas'tan itibaren açılmaya başlayan okyanus kabuğu ürünleri olduğunu ve bu okyanusun Üst Kretase'de başlayan kapanması ile de güneye doğru Arap Levhası üzerine bindirdiğini kabul etmektedirler.

İnceleme alanında Guleman Grubu çok küçük bir alanda yüzeylenmektedir. Daha çok Süleymanekvleri batı kısmında ve Renvara Tepe' nin güneydoğusunda yer almaktadır. Birime ait serpantinleşmiş ultrabazik kayalar, gabro-diyorit ve diyabazlar görülmektedir (Şekil 2.1).

SÝSTEM	Grup	Formasyon	LÝTOLOJÝ	AÇIKLAMALAR	
KUVATERNER	HOLOSEN			Tutturulmamýþ güncel alüvyonlar Iyi tutturulmus eski alüvyonlar	
	TERSÝYER	EOSEN	MELEFAN FORMASYONU KARADERE FORMASYONU		Yastık lavlar, aglomera alt zonlarında volkanik bres, kahverengi çamurtası ve volkanik kumtasları
ORTA EOSEN					
MADEN GRUBU					
PALEOZOYIK-MEZOZOYIK				Kalksist ve mermer Metakuvarsit, fillit, kuvars-muskovitsist	
KRETASE	ALT			Bazik volkanikler İzotrop gabro, bantlı gabro (klinopiroksenli ve hornblendli gabrolar), Plajiyogranit, damar şeklinde piroksenitler, Dünit ve içerisinde podiform kromitler, verlit	
JURA	ÜST			GÜLEMAN OFİYOLITI	Tektonit ve kümülatların bir bölümünü kesen diyabaz daykları Harzburjit,
KRETASE	ÜST	MAASTRIHTIYEN HAZAR GRUBU	SIMAKI FORMASYONU		Kumtası ve kahverengi seyl ardalanması kireçtası (Nummulitli) Gri seyl ve kumtası ardalanması, konglomera

Şekil 2.2. Çalışma alanı tektono-stratigrafik dikme kesiti (ölçeksiz) (Kılıç, 2005'den).

2.3. Hazar Grubu (Maestrihtiyen-Alt Eosen)

Tipik olarak Hazar Gölü'nün kuzeyi ve doğusunda yüzeyleyen ve adını da buradan alan bu birim, ilk kez Rigo de Righi ve Cortesini (1964) tarafından "Hazar Birimi" olarak adlandırılmıştır.

Sungurlu (1975), birimi grup düzeyinde inceleyerek Simaki, Şebgen ve Gehroz formasyonları şeklinde üç formasyona ayırmıştır.

Özkaya (1975), birimi Hazar Formasyonu olarak tanımlamış, Aktaş ve Robertson ise (1990) Hazar Grubu olarak adlandırarak Cefan, Simaki ve Gehroz formasyonu olmak üzere üç alt birime ayırmışlardır.

Sungurlu ve diğerleri (1985), Elazığ-Palu-Hazar çevresinde yapmış oldukları çalışmada 'Hazar Formasyonu adı altında, Ceffan ve Simaki formasyonlarını tanımlamışken; Gehroz Formasyonu'nu Hazar birimi üzerine uyumsuz olarak gelen ayrı bir birim olarak benimsemiştir. İnceleme alanında Hazar Grubu' na ait yukarıda bahsedilen bu üç formasyondan sadece Simaki formasyonu yüzeylemektedir. Formasyon Cellopınarı batısında küçük bir alanda yüzeylemekte olup, gri ve kahverengimsi kumtaşı-marn-şeyl ardalımalı litolojilerle temsil olunur (Şekil 2.1).

2.4. Maden Karmaşığı (Orta Eosen)

Genel olarak Elazığ'ın Maden ilçesi ve çevresinde gözlenen bu birim ilk defa Rigo de Righi ve Cortesini (1964) tarafından "Maden Birimi" olarak adlandırılmıştır. Daha sonra Özkaya (1974) "Sason-Baykan Grubu", Açıkbaz ve Baştuğ (1975) "Yazıpınar Formasyonu", Sungurlu (1975) "Bayhan Karmaşığı", Özkaya (1978) ise "Maden Formasyonu" adını kullanmıştır.

Turan vd. (1995), bölgede daha önce çalışan araştırmacıların görüşlerini ve arazi gözlemlerinden elde ettikleri verileri dikkate alarak aşağıdaki açıklamaları yapmışlardır: Yörede Maden Grubu, Maden Karmaşığı gibi adlarla incelenen Orta Eosen yaşlı bu volkanosedimenter birim, Neotetis Okyanusu güney kolunun kapanmasıyla ilişkili gerilmeli yayın, yay ardı havzası olarak meydana gelmişlerdir. Hazar-Maden Havzası olarak adlandırılan bu havzanın daha kuzeyinde, Elazığ Mağmatitleri ve Keban Metamorfitleri' nin oluşturduğu kıtasal kabuk üzerinde Geç Paleosen' den itibaren tabanı blok faylanmalı Elazığ Tersiyer Havzası açılmaya başlamıştır. Etkin bir volkanizmaya sahne olan Hazar-Maden Havzası Orta Eosen sonunda kapanırken, hiçbir mağmatik etkinliğin olmadığı Elazığ Havzası, bölgedeki varlığını Erken Miyosen sonuna kadar sürdürmüştür. Orta Miyosen' de, Yılmaz' ın (1993) da belirttiği gibi Bitlis-Pütürge masiflerinin güneyinde yer alan ve Geç Kretase' den beri dalma-batmasını sürdüren Neotetis' in güney kolu kapanmış ve Arabistan Levhası ile Anadolu Levhası çarpışmıştır. Elazığ Havzası' nın da kapanmasını sağlayan bu nihai kıta-kıta çarpışması ile

bölge K-G doğrultusunda yoğun bir sıkışma etkisi altına girmiştir. Bu sıkışma ile kendi içinde bindirmeli, naplı bir yapı kazanan Toros Orojenik Kuşağı birimleri, Bitlis Sütür Zonu boyunca güneye doğru Arabistan platformu üzerine itilmişlerdir. Bu sırada bindirme zonunda Geç Kretase-Oligosen yaşlı tortul ve magmatik kayalardan oluşan belirgin bir ekay zonu gelişmiş ve aynı zamanda Arabistan platformu üzerindeki çökeller yoğun bir kıvrımlanma geçirmiştir. Böylece Doğu Toroslar, günümüzde güneyden kuzeye doğru Arabistan platformu kıvrımlı birimleri, Ekay Zonu ve Nap Alanı şeklinde üç ana belirgin tektonik ünitelerden oluşan bir yapı kazanmıştır (Şekil 2.3).

Maden Grubu, tipik olarak yüzeyleme verdiği Maden İlçesi (Elazığ) ve dolaylarında, aynı zamanda en geniş yüzeylemelerine de sahiptir. Birimin genel dağılım alanı doğuda Palu İlçesi' nin doğusu ve Arıcak İlçesi'nin kuzey kesimlerinden başlayarak, Malatya ili güneyi ve Adıyaman ili kuzey kesimlerine kadar uzanan yaklaşık KD-GB doğrultusunda ve Doğu Anadolu Fayı' na paralel bir zonu kapsar. Bu zon içinde Palu-Hazar Gölü arasındaki fayın güney kesimlerinde daha geniş bir dağılım gösterirken, bu geniş yüzeylemeler Hazar Gölü' nün güneybatısından itibaren Adıyaman İlinin kuzeyine kadar ise fayın kuzeyinde kalan alanlarda geniş yüzeylemeler verir (şekil 2.4, 2.5).

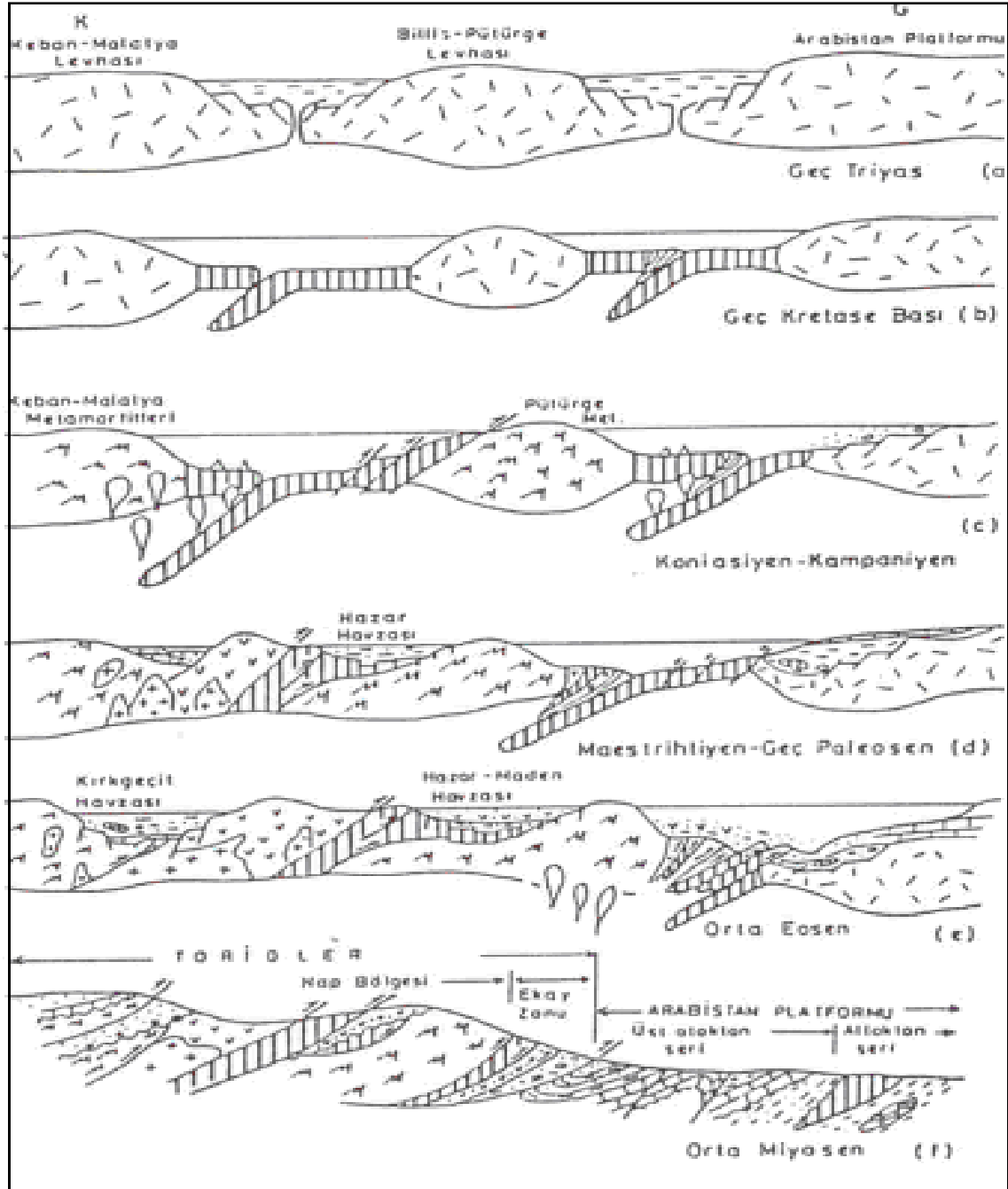
2.4.1. Karadere Formasyonu

Bingöl-Genç İlçesi'nin Karadere Köyü civarında en tipik yüzeylemesini veren bu formasyonun ilk tanımlaması Açıkbaz ve Baştuğ (1975) tarafından yapılmıştır. Yiğitbaş vd. (1993), Maden ve çevresindeki incelemelerinde, birimin karmaşık bir istife sahip olmadığını, farklı araştırmacıların kendi inceleme alanlarındaki Üst Kretase-Üst Eosen aralığında gelişen tüm volkanitli birimleri Maden Grubu olarak tanımlamalarından dolayı, birim hakkında değişik verilerin elde edildiğini belirtmiştir. Buna göre istif; konglomera-kaba kumtaşı ile başlar, pelajik kireçtaşı, bordo renkli çört ve yeşil spilitik lavlarla ardalanarak son bulmaktadır.

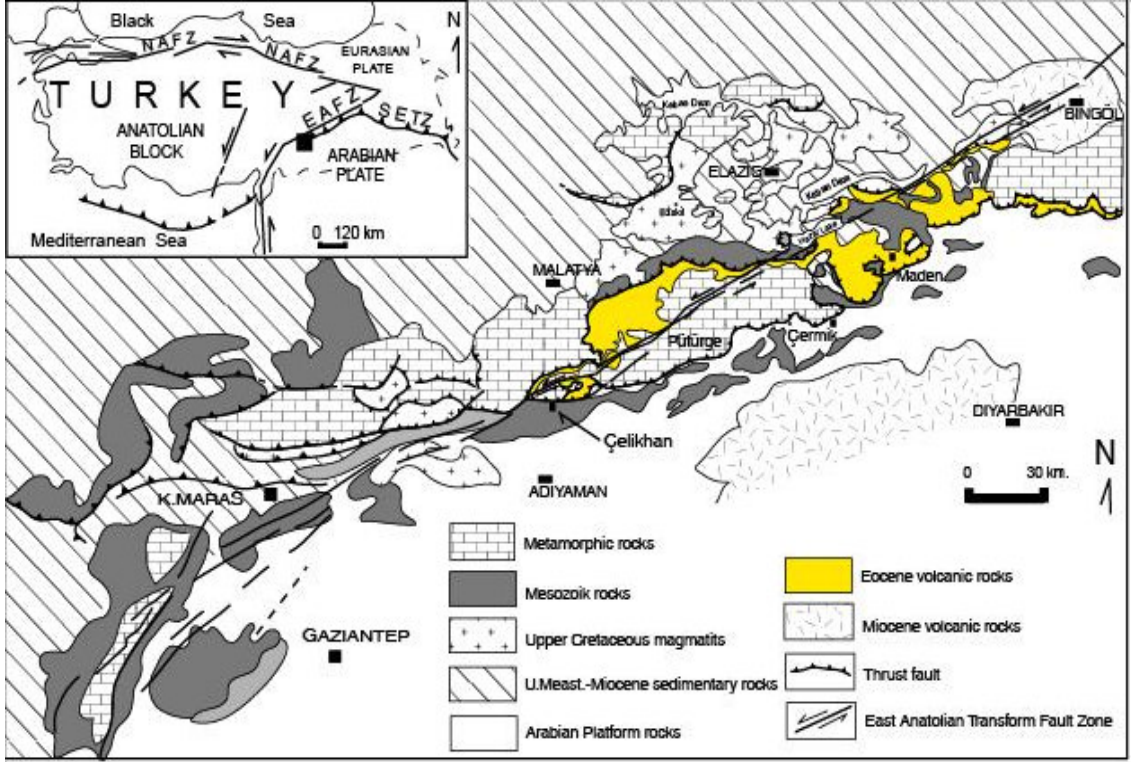
Karadere formasyonu Maden karmaşığının volkanik birimidir. Bu birim inceleme alanında aglomera, tuf, andezit, bazalt, bazaltik andezit, volkanik kumtaşı, lav akıntıları, yer yer bunlarla ardalanmalı kırmızımsı kahverengi çamurtaşı ve çörtlerle temsil edilmektedir. Maden Karmaşığı' na ait bazaltlar masif lav akıntıları ve denizaltı volkanizmasının işareti olan bazaltik yastık lavlar halindedir (Şekil 2.6).

Çalışma alanından çok sayıda örnekler alınmış, parlak ve ince kesitler yapılmıştır. Maden Karmaşığı' na ait bazaltların el örneklerinde dış görünüşleri şarabi renkte olup, bazı örnekler kloritleşmeden dolayı yeşil renktedir. Esas mineraller plajiyoklas, klinopiroksen, olivin; ikincil mineraller kalsit, epidot ve klorittir (Şekil 2.7, 2.8). Bazaltlarda mikroporfirik doku hakimdir. Plajiyoklasların sönme açısının 12-14 derece arasında olduğu belirlenmiştir. Dolayısıyla anortit içeriği %28 olan plajiyoklas türüdür. Anortit içeriğinin bazik bir kayaca göre

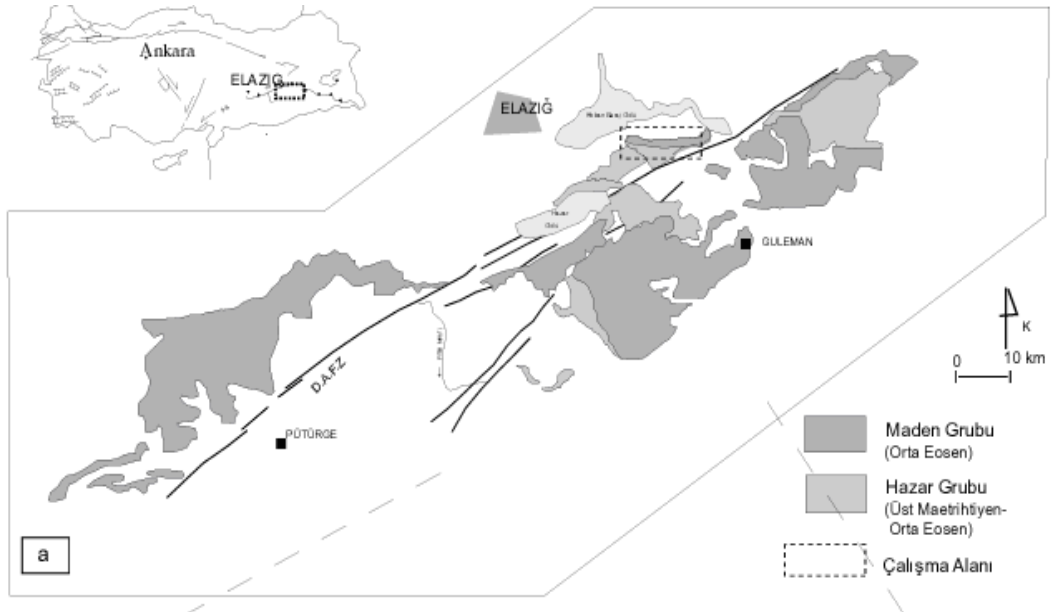
düşük olması spilitleşme sebebiyle olabilir (Kılıç, 2005). Olivin özşekilli taneler şeklindedir (Şekil 2.9). Opak mineraller çok küçük kristaller şeklinde ve gelişigüzel bir dağılım sunarlar.



Şekil 2.3. Doğu Toroslar'ın Elazığ çevresindeki jeotektonik evrimi ve Maden Karmaşığı'nın oluşumu (Turan vd., 1995).



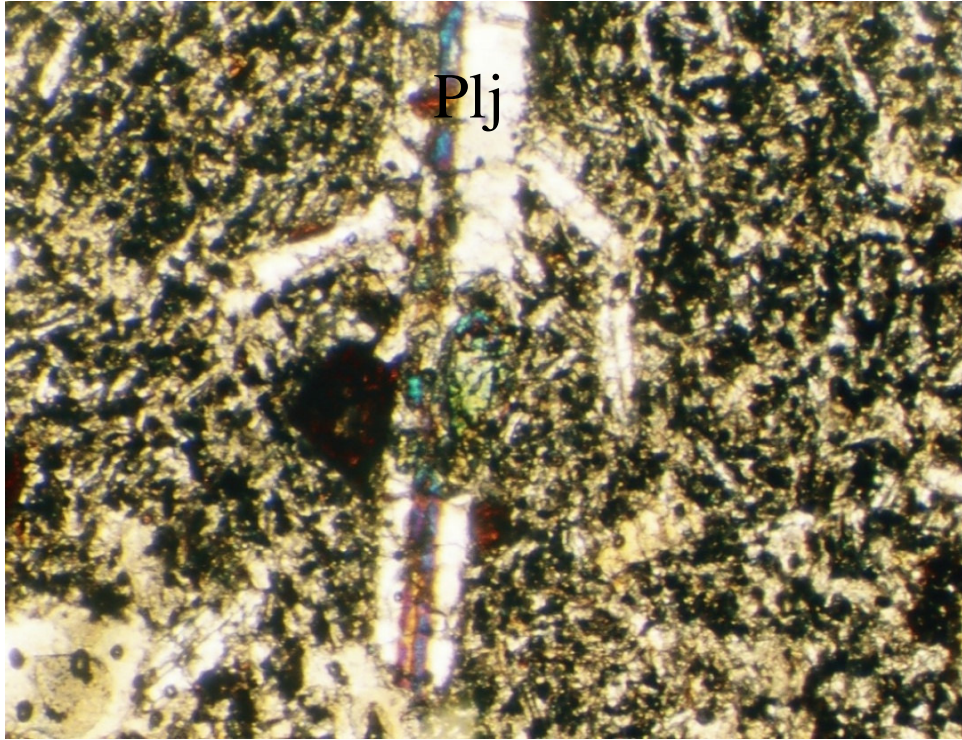
Şekil 2.4. Maden Karmaşığı'nın Güneydoğu Anadolu Bindirme kuşağı üzerindeki yayılımı (Çelik, 2003).



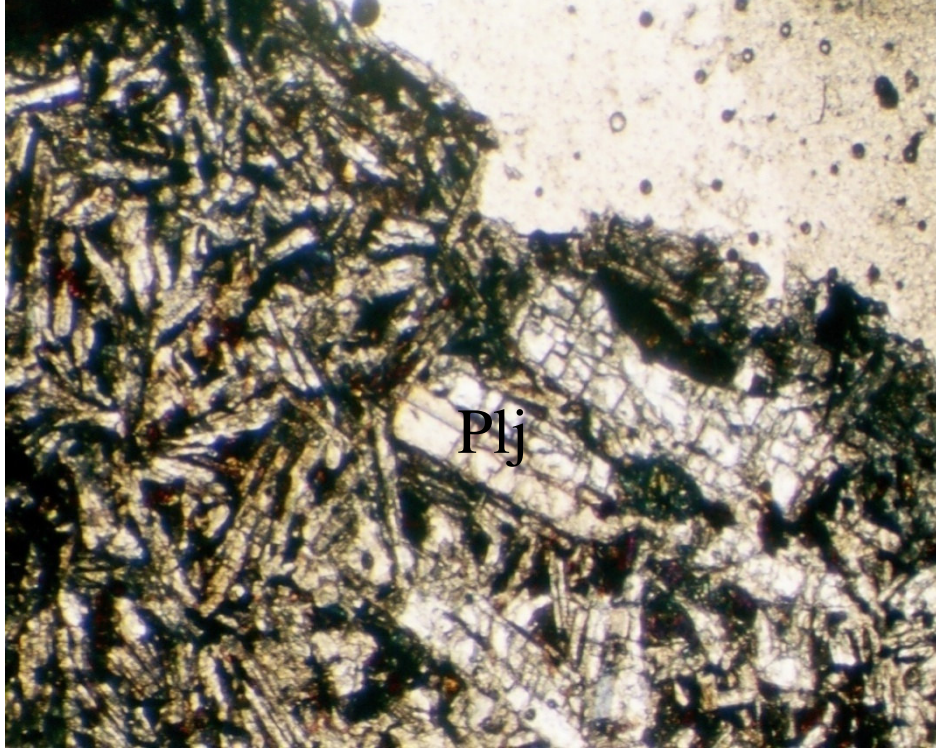
Şekil 2.5. Maden Karmaşığı'nın Güneydoğu Anadolu Bindirme kuşağı üzerindeki yayılımı (Çelik, 2003).



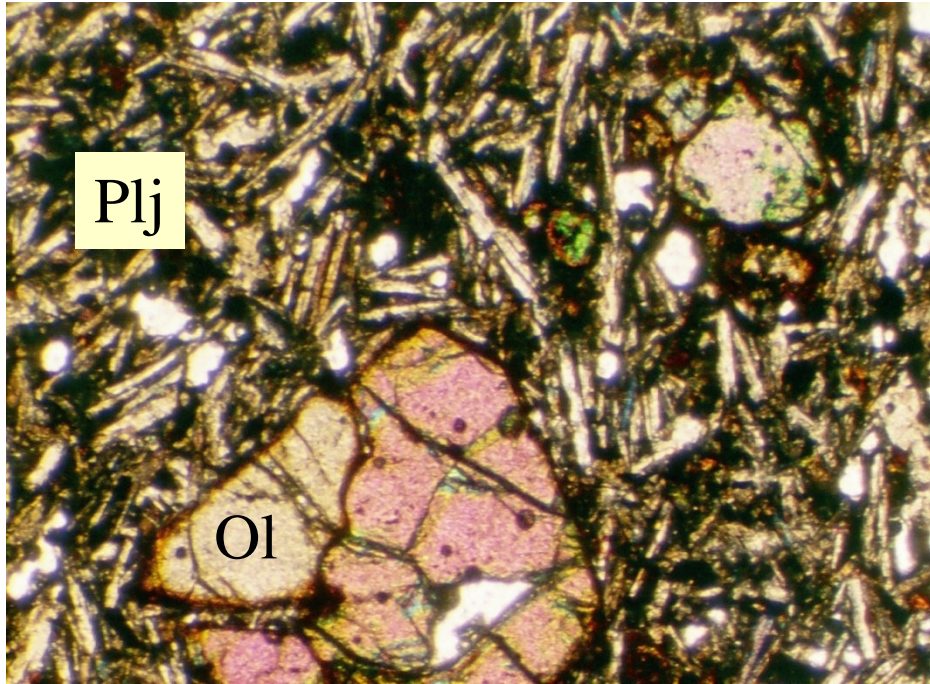
Şekil 2.6. Maden Karmaşığı'na ait bazik volkanitlerin arazideki görünümü



Şekil 2.7. Maden Karmaşığı'na ait spilitik bazaltlardan bir görünüm



Şekil 2.8. Bazaltlardaki feno ve ince taneli plajiyoklas kristalleri



Şekil 2.9. Bazaltlarda olivin ve plajiyoklasların görünümü

2.4.2. Melefan Formasyonu

Perinçek (1979), Palu–Sivrice-Elazığ civarında Maden Karmaşığı üzerine yapmış olduğu çalışmada, birimin Cefan, Arbo, Melefan, Karadere ve Narlıdere olmak üzere beş ayrı formasyondan oluştuğunu belirtmiştir. Sungurlu vd. (1985), Elazığ-Palu-Hazar civarında yapmış oldukları çalışmada, karmaşığa ait Arbo ve Melefan formasyonlarında; *Tuncorotolia topilensis*, *Globorotalia renzi*, *Actinocyclus sp.*, *Nummulites sp.*, fosillerini tespit ederek bu formasyonlara Orta Eosen yaşını vermişlerdir.

Çalışma alanındaki Melefan Formasyonu marn, çamurtaşı ve en üst seviyelerde de kireçtaşları ile temsil edilmektedir (Şekil 2.10, 2.11 ve 2.12). Kireçtaşları karmaşığa ait birimler içerisinde değişik boyuttaki bloklar halinde veya karmaşığın en üst seviyesinde görülmektedir. Bu kireçtaşı blokları kırıklı, çatlaklı ve yer yer de karstik boşlukludurlar.



Şekil 2.10. Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşları ve kireçtaşlarının arazideki görünümü



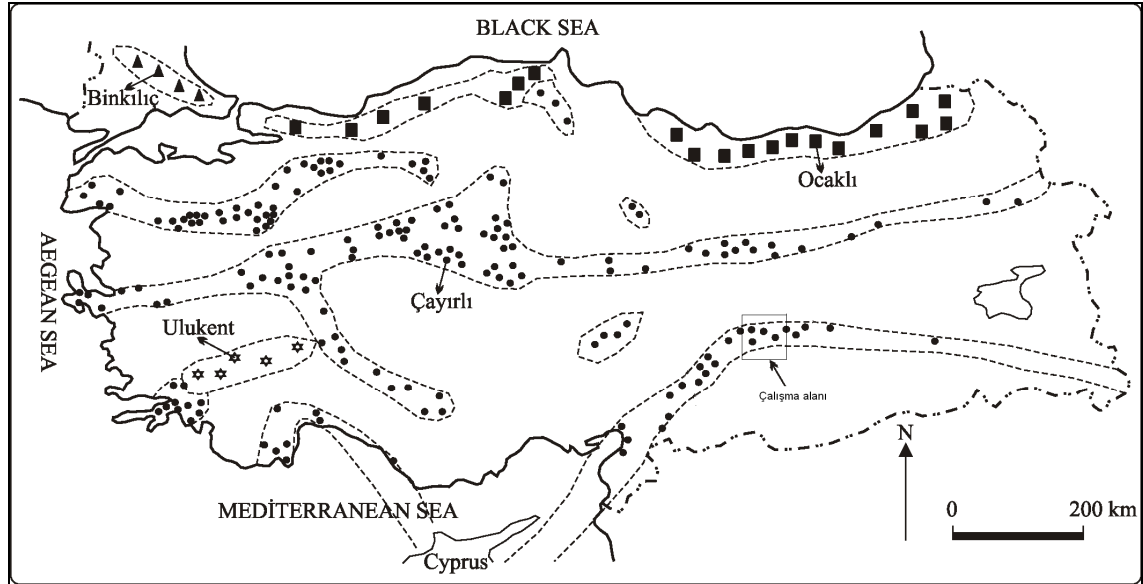
Şekil 2.11. Maden Karmaşığı'na ait çamurtaşlarının arazideki görünümü



Şekil 2.12. Maden Karmaşığı içerisindeki kireçtaşı bloklarının arazideki görünümü

3. CEVHERLEŞMELER

Türkiye' nin değişik bölgelerinde birçok manganez yatağının oluşumu bilinmekte ve işletilmektedir. Bu bölgeler Doğu ve Batı Karadeniz, Trakya, Güneybatı Anadolu, Gaziantep, Bursa-Balıkesir, Denizli ve Erzincan yörelerinde bulunmaktadır. Aynı şekilde Türkiye' deki manganez yatakları Öztürk (1997) tarafından içerisinde bulunduğu kayaçlar ve yaşları dikkate alınarak dört farklı bölgeye ayrılmıştır (Şekil 3.1). Bunlar 1. Radiolaryalı çörtlere yerleşmiş Mn yatakları, 2. Siyah şeyl serileriyle ilişkili Mn yatakları, 3. Volkanik yaylarla ilişkili Mn yatakları, 4. Oligosen yaşlı kayaçlar içerisinde oluşan Mn yatakları şeklinde sınıflandırılmıştır.



Kayaç topluluğu	Yaş	Oluşum
Radyolaryalı çörtlere ilişkili cevherleşmeler	Triyas-Jura-Kretase	Hidrotermal-Hidrojenetik
Siyah şeyller içerisindeki cevherleşmeler	Alt Kretase	Diyajenetik
Yay volkanizmasına bağlı cevherleşmeler	Üst Kretase	Hidrotermal
Post tektonik sedimentler içerisindeki cevherleşmeler	Oligosen	Diyajenetik

Şekil 3.1. Türkiye' deki manganez yataklarının dağılımı ve tipleri (Öztürk, 1997' den).

Buna göre çalışma alanındaki örnekler radiolaryalı çörtlere yerleşmiş Mn yatakları grubuna girmektedir. Güneydoğu Anadolu Bindirme kuşağı üzerinde ofiyolitik serinin üst kısımlarında, Maden Karmaşığı içerisinde birçok Mn yatağı yer almaktadır. Bu yataklar batıda Kahramanmaraş' dan başlayan Adıyaman, Malatya, Elazığ, doğuda ise Bingöl' kadar uzanan

bölgede bulunmaktadır. Bunların bir kısmı ekonomik olarak işletilmiş veya işletilmeye devam etmektedir.

İnceleme alanındaki manganez cevherleşmesi, Maden Karmaşığı'na ait kırmızı renkli çamurtaşı içerisinde genellikle mercekler ve tabakalar şeklinde yer almaktadır. Hazar yöresindeki cevherleşmeler birbirinden bağımsız üç ayrı bölgede gözlenmektedir. Bunlar doğudan batıya doğru Topalan T., Katran T. güneybatısı ve Mezarlık yöresi olmak üzere üç bölgede yer almaktadır. Ancak bu cevherleşmelerin dışında hâlihazırda ekonomik boyutlarda gözükmeyen irili ufaklı pek çok zuhur bulunmaktadır. Bu zuhurlar da diğerleri gibi benzer jeolojik özelliklere sahiptir.

Toplu T. cevherleşmeleri, Toplu T.' nin güneyindeki vadi içerisinde başlamakta, KD-GB doğrultulu bir hat boyunca Bektaş ve Tilkitaş sırtı boyunca yaklaşık 1400-1500 m. devam etmektedir. Cevherin kalınlığında yer yer incelmeler olmakla birlikte, 0.5-6 m. arasında kalınlığa erişmektedir (Şekil 3.2). Cevher genellikle mercek ve tabakalar şeklinde, bazen de kalınlıkları değişken kafalar şeklinde görülmektedir.



Şekil 3.2. Toplu T. manganez cevherleşmesinin arazideki görünümü

Katran T. cevherleşmeleri ise Katran Tepenin hemen güney batısından başlamakta ve 200-250 m. devam etmektedir (Şekil 3.3 ve 3.4). Cevherleşmeler, Katrantaşı tepenin uzanımına paralel olarak uzanmaktadır ve doğrultusu KB-GD şeklindedir. Manganez tabakaları yer yer

çamurtaşları içerisinde, yer yer de çamurtaşları ile diyabazların kontağı boyunca görülmektedir. Kalınlıkları ise 0.5-1.5 m. arasında değişmektedir.



Şekil 3.3. Katran T. yöresindeki manganez cevherleşmelerinin görünümü



Şekil 3.4. Ocaktan çıkarılmış Katran T. manganezlerinin yakından görünümü.

Mezarlık bölgesi manganez oluşumları ise Mezarlık T. ile Taşlık T. arasındaki sırta yer almaktadır (şekil 3.5 ve 3.6). Cevher yapısı bakımından Katran T. manganezlerine çok benzemektedir. Bu iki cevherleşmenin de mangan içeriği düşük, demir içeriği yüksektir. Yöredeki cevherleşmeler çamurtaşları içerisinde çok sayıda ince tabakalardan oluşmaktadır (Şekil 3.5). Manganez tabakaların kalınlığı 8-10 cm. arasında değişmekte ve bu tabakalar üste doğru çamurtaşları ile ardalanmalı olarak devam etmektedir. Cevher zonunun alt ve üst yüzeylerinde yan kayaç ve kılavuz düzey olarak her yerde olduğu gibi kırmızı renkli çamurtaşı seviyeleri gözlenmektedir. Bu çamurtaşı seviyeleri cevherli zonun iç kesimlerinde çok ince (1-2 cm ve/veya birkaç mm) devamsız seviyeler halinde görülürken, mercekler arasında birkaç metre kalınlığa erişmektedir.



Şekil 3.5. Çamurtaşları ile ardalanma gösteren manganez tabakalarının arazideki görünümü



Şekil 3.6. Mezarlık yöresindeki manganez ocaklarının uzaktan görünümü

Cevherleşmelerin Mineralojik Özellikleri

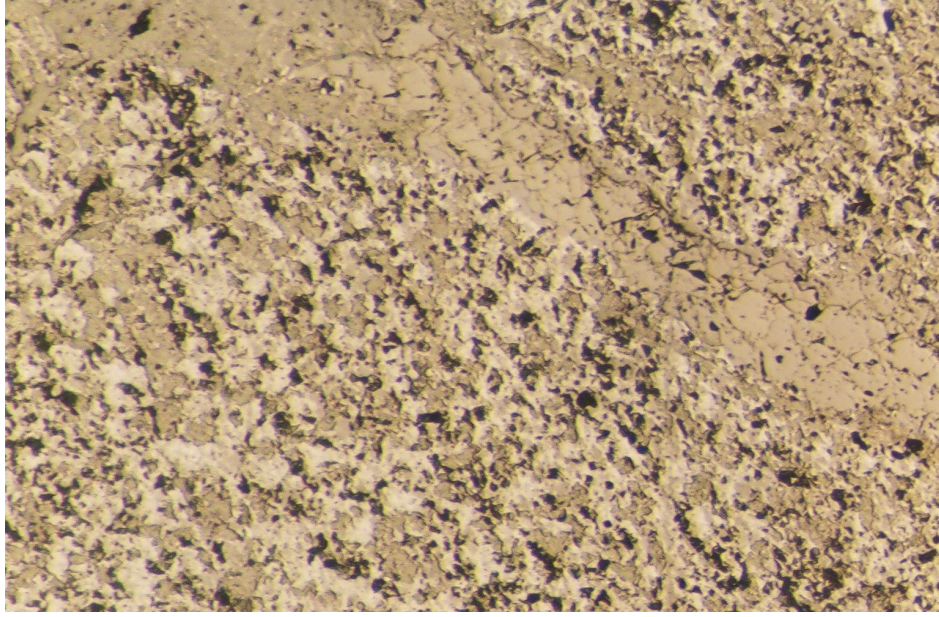
Cevherleşme ve yan kayaçlardan alınan çok sayıda örneklerden ince ve parlak kesitler yapıp mikroskopta incelenmiştir. Mikroskobik çalışmalar sonucunda manganit, pirolusit, braunit ve hematit gibi mineraller saptanmıştır. Cevherleştirmeyi oluşturan birincil mineraller genellikle çok ince taneli, masif, yarı özşekilli-şekilsiz taneler halinde gözlenmektedir. Cevherleşmeler dokusal olarak masif ve ince taneli minerallerden oluşmaktadır. Masif kısımlarda manganit, braunit ve pirolusit mineralleri daha iri kristaller halinde gözlenmektedir. Ancak ince taneli cevher genellikle keçemsi dokulu, 15-20 mikron büyüklüğünde şekilsiz tanelerden oluşmaktadır. Bu durumda mangan minerallerini tanımak imkansız hale gelmektedir.

Manganit (MnO.OH), cevherleşmelerde en baskın olarak bulunan Mn mineralidir. Bu mineral genellikle sedimanter ortamlarda çok düşük sıcaklıklarda oluşmaktadır (Ramdohr, 1980) ve mikroskopta kolaylıkla tanınmaktadır. Manganit mikroskopta kısmen iri taneler halinde, açık grimsi renkte, pürüzlü bir yüzeye sahip olup, yüksek anizotropi ve düşük yansıma renklerine sahiptir ve çoğunlukla braunit ile iç içe gözlenmektedir (Şekil 3.7 ve 3.8).

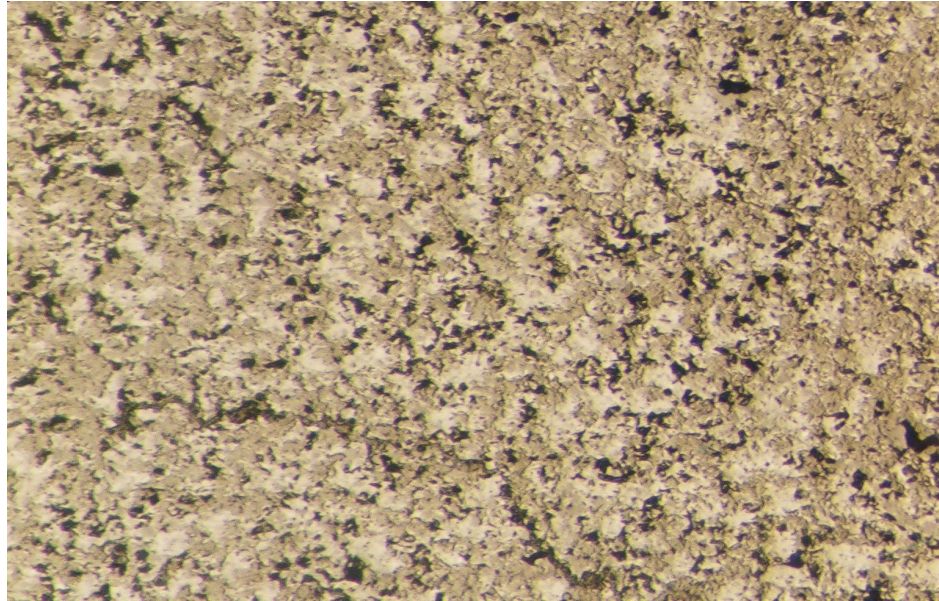
Pirolusit (MnO₂), cevherleşmelerde manganitten sonra en baskın olarak bulunan Mn mineralidir. Diğer Mn minerallerine göre yüksek reflektivitesi, düşük sertliği ve kuvvetli belirgin anizotropisi ile ayrılmaktadır ve genellikle çok küçük, bazen de kısmen iri kristaller halinde gözlenmektedir (Şekil 3.9). Pirolusit çoğu kesitlerde karbonat, silikat ve diğer oksit mineralleriyle iç içe büyümüştür. Bu kısımdaki mineraller çoğunlukla tanınmayacak haldedir.

Braunit ($3\text{Mn}_2\text{O}_3 \cdot \text{MnSiO}_3$), kahverengimsi gri renkte ve zayıf anizotropik özelliklere sahiptir. Manganit ile genellikle yan yana bulunmaktadır (Şekil 3.7 ve 3.8).

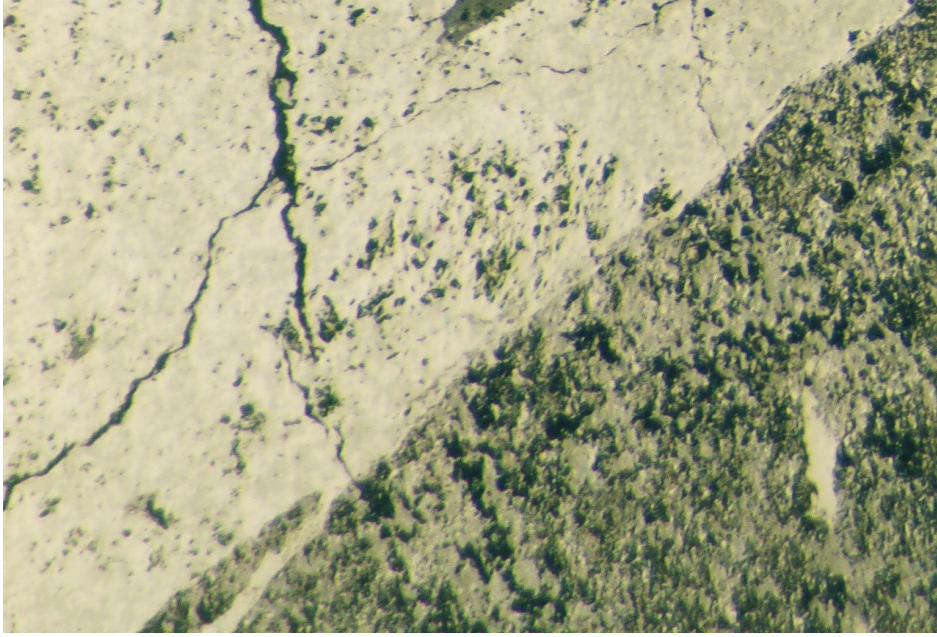
Hematit (Fe_2O_3), genellikle matriks içerisinde küçük taneler halinde gözlenmektedir (Şekil 3.10). Hematit parlak yansıma rengi ve kuvvetli anizotropisi ile mangan minerallerinden kolaylıkla ayrılmaktadır.



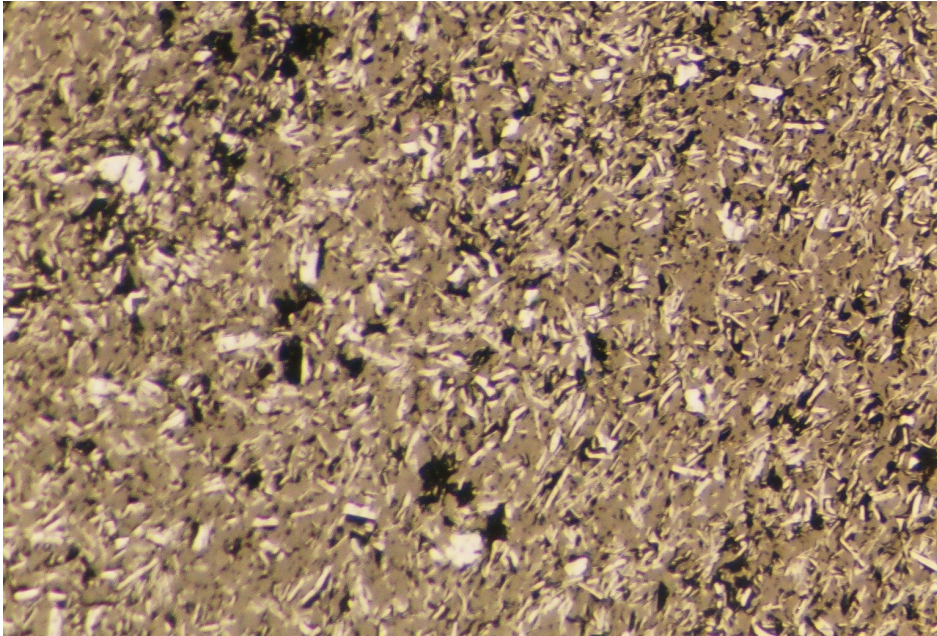
Şekil 3.7. Hazar bölgesine ait örneklerde gözlenen manganit (açık renkli) ve braunitin (koyu renkli) mikroskoptaki görünümü (Büyütme x 200).



Şekil 3.8. Manganit (açık renkli) ve braunitin (açık kahverengi renkli) mikroskoptaki görünümü (Büyütme x 200).



Şekil 3.9. Hazar bölgesine ait örneklerde gözlenen pirolusitin (açık kısımlar) mikroskoptaki görünümü (Büyütme x 200).



Şekil 3.10. Cevherli örneklerde matris içinde gözlenen küçük taneler halindeki hematit (açık kısımlar) kristallerinin mikroskoptaki görünümü (Büyütme x 200).

4. CEVHERLEŞMELERİN JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

Çalışma alanında gözlenen manganez cevherleşmelerinin jeokimyasal özelliklerini belirlemek amacıyla 10 adet cevherli örneğin kimyasal analizleri yapılmıştır. Analizler Kanada ACME Analiz Laboratuvarı'nda iki farklı yöntemde gerçekleştirilmiştir. Örneklerin ana oksit analizleri ICP-ES' de, iz element ve nadir toprak element analizleri ise ICP-MS' de yapılmıştır.

4.1. Ana Oksit Jeokimyası

Hazar bölgesine ait manganez cevherleşmelerinin ana element içerikleri Çizelge 4.1' de verilmiştir. Farklı tipteki manganez yataklarına ait ortalama ana oksit içerikleri derlenerek, karşılaştırmalarda kullanılmak üzere Çizelge 4.2' de verilmiştir.

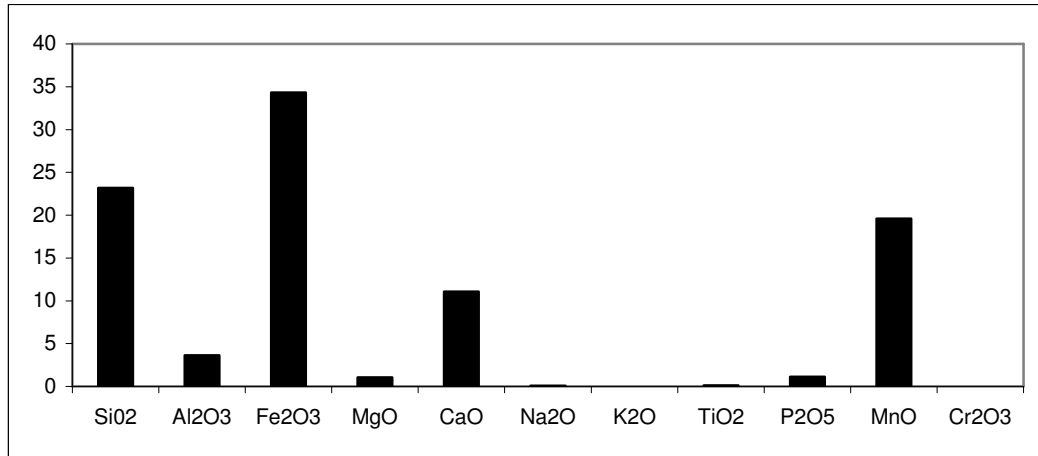
	SiO ₂	Fe ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	Na ₂ O	MgO	CaO	MnO	K ₂ O	TiO ₂	P ₂ O ₅	Cr ₂ O ₃
HI-1	24,77	35,39	3,02	0,04	0,76	9,18	22,3	0,04	0,07	1,26	0,002
HI-2	26,36	30,66	2,53	0,09	0,07	16,06	17,24	0,04	0,09	2,13	0,002
HI-3	20,63	33,24	1,92	0,04	0,21	14,7	23,57	0,04	0,07	2,66	0,007
HI-4	19,76	40,51	2,81	0,06	1,26	8,58	20,83	0,04	0,1	1,09	0,002
HK-1	27,54	30,09	5,13	0,05	0,55	13,15	17,91	0,07	0,12	0,73	0,003
HK-2	27,62	19,74	4,14	0,11	0,7	20,35	20,08	0,11	0,14	0,11	0,003
HK-4	20,21	36,14	4,77	0,04	5,02	2,58	22,13	0,04	0,31	0,26	0,006
HY-1	18,72	44,21	1,6	0,08	0,57	8,09	19,62	0,04	0,13	0,37	0,002
HY-2	23,06	38,1	4,47	0,18	0,7	4,88	18,51	0,13	0,12	0,85	0,017
HY-4	23,14	34,97	6,01	0,09	0,62	12,89	13,77	0,04	0,09	1,76	0,001
ORT	23,18	34,31	3,64	0,08	1,05	11,05	19,6	0,08	0,12	1,12	0,005

Çizelge 4.1. Hazar bölgesine ait manganez cevherleşmelerinin ana oksit analiz sonuçları (değerler % olarak verilmiştir).

Cr2O3	MnO	P2O5	TiO2	K2O	Na2O	CaO	MgO	Fe2O3	Al2O3	SiO2	
-	32,65	0,1	0,04	0,1	0,04	4,15	0,19	0,92	0,55	58,16	Wakasa, Hidrotermal, Choi ve Hariya, 1992
-	51,91	0,1	0,01	0,96	0,07	0,27	0,05	0,2	0,05	38,28	Hokkaido, Hidrotermal, Choi ve Hariya, 1992
-	42,06	0,02	0,05	0,27	0,11	1,65	0,02	0,55	0,63	40,56	Koryu, Hidrotermal, Choi ve Hariya, 1992
-	67,21	0,12	0,04	0,46	0,07	1,67	0,08	0,59	1,27	12,62	Hinode, Hidrojenetik, Choi ve Hariya, 1992
-	38,65	0,08	0,02	0,53	0,04	0,82	0,1	0,55	0,69	50,47	Syotosibetu, Hidrotermal., Choi ve Hariya, 1992
-	5,22	0,62	0,91	0,26	0,82	8,82	4,04	38,32	8,82	32,04	Tokoro, Mn-Fe Yatağı, Choi ve Hariya, 1992
-	40,82	0,09	-	-	-	5,04	2,24	22,57	2,79	9,85	Wafangzi, Süperjen, Delian vd., 1992
-	67,57	0,11	0,23	0,55	0,16	0,1	0,68	2	6,43	7,08	Groote Eylandt, Süperjen Pracejus ve Bolton, 1992
-	30,89	-	-	-	-	0,9	0,3	0,64	7,96	19,68	Nikopol, Piro luzit, Force ve Cannon, 1988
-	24,68	0,06	0,29	-	0,14	1,6	-	25,57	3,4	32,56	Bigadiç, Hidrotermal Damar, Gültekin ve Örgün, 1999
-	33,39	0,31	0,02	0,56	0,39	18,96	1,27	2,46	2,85	10,65	Binkılıç, Diyajenetik, Öztürk ve Frakes, 1995
-	65,53	0,21	0,03	-	-	5,28	-	1,36	-	10,3	Ocaklı, Hidrotermal, Yalçınalp ve Taşhan, 1999
-	40,43	0,08	0,1	0,19	0,06	6,82	12,72	14,33	2,95	13,43	Kasımağa, Denizaltı hidrotermal, Koç vd., 2000
0,01	18,3	0,75	0,14	0,12	0,06	11,2	3,96	35,1	3,21	23,4	Alihan, Denizaltı hidrotermal, Önal, 2000
0,004	41,65	0,06	0,02	0,22	0,04	3,59	0,26	1,9	0,57	40,94	Koçali, Denizaltı hidrotermal, Türkyılmaz, 2004
0,02	20,85	2,03	0,11	0,18	0,09	10,22	1,31	36,08	3,35	20,09	Maden, Denizaltı hidrotermal, Türkyılmaz, 2004
0,005	19,6	2,61	0,12	0,06	0,08	11,05	1,05	34,31	3,6	23,18	Çalışma Alanı

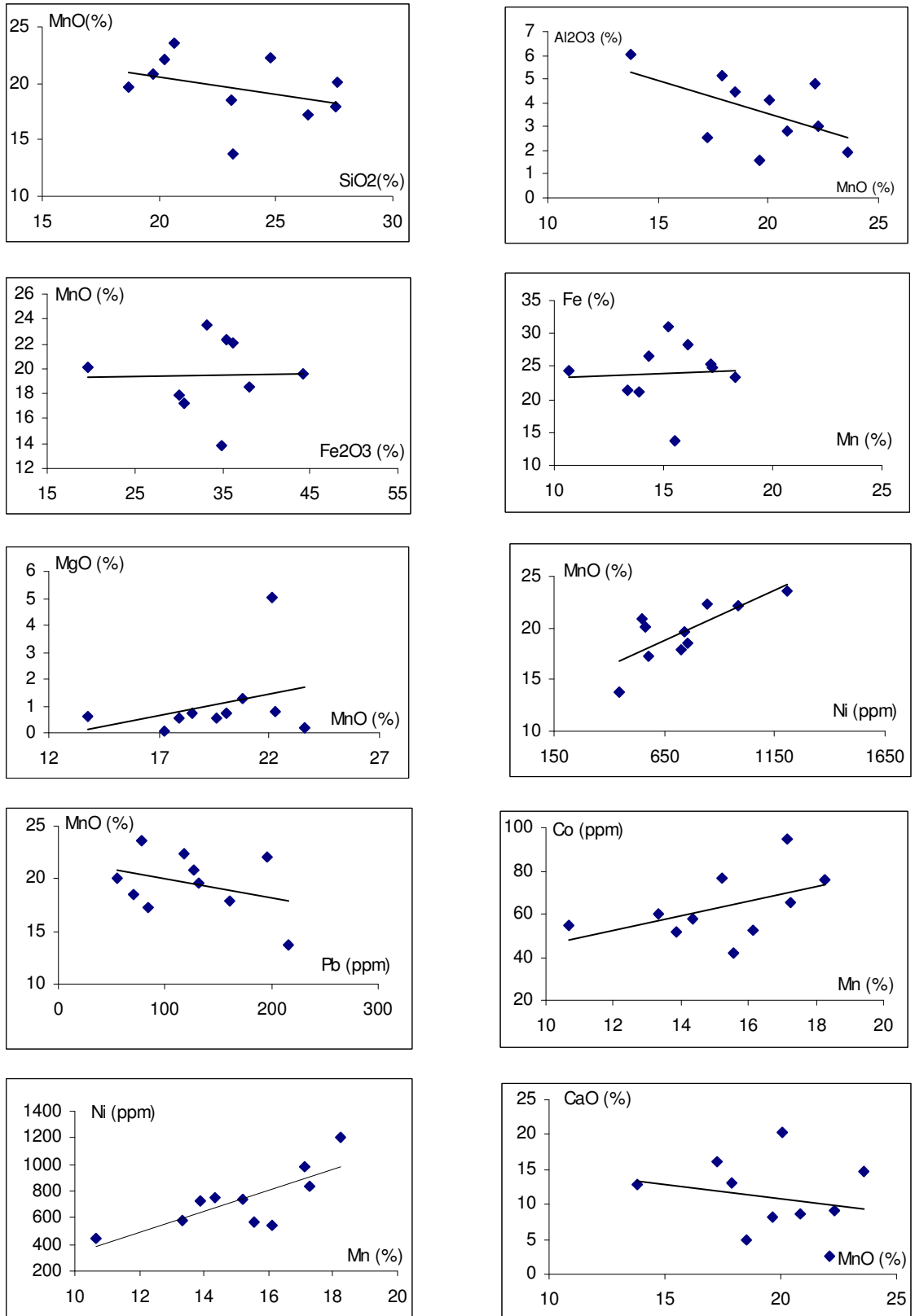
Çizelge 4.2. Farklı tipteki manganez yataklarının ortalama ana oksit içerikleri, değerler % ağırlık cinsindedir (Türkyılmaz, 2004).

Maden Karmaşığı ile ilişkili Mn cevherlerinde ana oksitlerden Fe_2O_3 ve SiO_2 örneklerin % 57,49'unu, MnO ve Fe_2O_3 ise % 53,91' ini oluşturmaktadır. Bu cevherlerdeki MnO değerleri % 13,77 ile % 23,57 arasında değişmektedir ve ortalama olarak ise % 19,6 MnO şeklinde dir. Aynı cevherlerin Fe_2O_3 içerikleri % 19,74 ile % 44,21 arasındadır ve ortalama % 34,31' dir. SiO_2 değerleri ise % 18,72 ile % 27,62 arasında değişmekte ve ortalama % 23,18' dir. Cevherli örneklerde ana oksit bileşenleri okluk sırasına göre; Fe_2O_3 , SiO_2 , MnO ve CaO şeklinde değişmektedir. Grafikte ana oksitlerin dağılımı görülmektedir (izelge 4.3). Artan miktara göre şöyle bir sıralama yapabiliriz; Fe_2O_3 , SiO_2 , MnO, CaO, Al_2O_3 , P_2O_5 ve MgO. Yüksek SiO_2 içerikleri, cevherler içerisinde kuvars bulunmasına, ikincil kuvars ve kalsedon oluşumları ile ifade edilen silisleşme nedeniyle sistem içerisine silis girişine bağlanabilir (Türkyılmaz, 2004). Diğer oksitlerden sadece CaO değerleri yüksek olup, % 2,58 ile % 20,35 arasında değişmekte ve ortalama değerleri ise % 11,05' tir. Bu, eriyik haldeki kalsiyumun mangan ve demirle birlikte okelme ortamında beraber depolandığını göstermektedir. Al_2O_3 miktarının yüksek olması cevherin yan kayacı olan çamurtaşlarından kaynaklanmaktadır. Cevherler ana oksit içerikleri yönünden Koçali Karmaşığı' ndaki demirli mangan yatakları ve Türkyılmaz (2004) tarafından çalışılan Maden Karmaşığı' ndaki mangan cevherleşmeleriyle yaklaşık aynı değerlere sahiptir (izelge 4.2). Yine cevherleşmeler ana oksit içeriği yönüyle Tokoro (Japonya) Mn-Fe yataklarına benzemektedir (izelge 4.2).

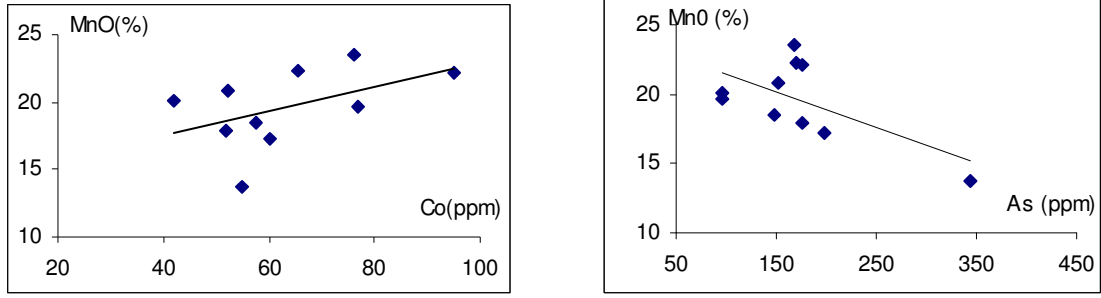


Çizelge 4.3. Çalışma alanındaki cevher örneklerinin ana oksitlerinin dağılımını gösteren diyagram

Çalışma alanından alınan cevher örnekleri için seçilmiş bazı ana ve iz elementler için diyagramlar hazırlanmış ve şekil 4.1' de verilmiştir. Ayrıca ana oksit ve iz elementler arasındaki ilişkileri görebilmek amacıyla korelasyon tablosu yapılmış ve izelge 4.4' de sunulmuştur.



Şekil 4.1. Hazar bölgesinde Mn cevherleşmelerindeki değişik elementlere ait değişim diyagramları



(Şekil 4.1' in devamı)

Maden Karmaşığı ile ilişkili cevherleşmelerde yer alan ana oksitler birbirleriyle farklı korelasyon ilişkileri sunmaktadır. Maden Karmaşığı ile ilişkili Mn cevherlerinde MnO ile Fe_2O_3 , MgO, TiO_2 ve Cr_2O_3 arasında pozitif korelasyon görülürken, SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , CaO, K_2O ve P_2O_5 arasında negatif korelasyon gözlenir. Maden Karmaşığı ile ilişkili cevherleşmelerde korelasyon ilişkileri görülmektedir (Çizelge 4.4). Buna göre MnO ile Ni arasında kuvvetli pozitif bir korelasyon görülmektedir. Yine Co ile de pozitif bir korelasyon gözlenmektedir.

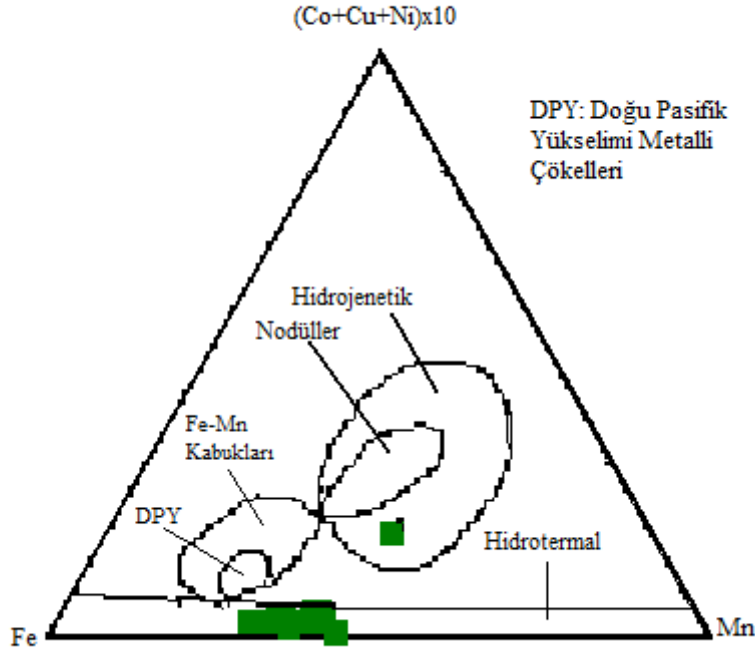
Manganez yataklarının oluşum tiplerini belirlemek için bazı ana ve iz elementler kullanılarak ayırım diyagramları hazırlanmakta ve bu diyagramlar sayesinde cevherleşmelerin çökeltme ortamları hakkında yorum yapılabilmektedir. Bu çalışmada değişik araştırmacılar tarafından hazırlanan ayırım diyagramlarının çoğu kullanılmıştır.

Çeşitli manganez cevherleri üzerinde yapılan güncel incelemelerde (Bonatti ve diğerleri, 1976; Crerar ve diğerleri, 1982; Choi ve Hariya, 1992) normal deniz suyundan yavaşça çökelen hidrojenetik yataklarda Fe/Mn oranı 1 civarındayken, bunun tersine deniz altındaki hidrotermal yataklarda Fe/Mn oranı $< 0,1$ (Mn' ce zengin) ya da $Fe/Mn > 10$ (Fe' ce zengin olduğu görülmektedir (Oygür, 1990). Hazar bölgesine ait cevherlerin Fe/Mn oranları $\sim 1,5$ civarındadır. Bu oranlar da eksalatif sedimanter oluşumları ifade etmektedir. Benzer özellikler Tokoro (Japonya) Mn-oksit (Choi ve Hariya, 1992) ve Kasımağa (Keskin-Kırıkkale) Mn-oksit (Koç ve diğ., 2000) cevherleşmelerinde görülmektedir

Eksalatif sedimanter yataklar ile manganez nodülleri Fe-Mn-10 (Ni+Co+Cu) diyagramı (Şekil 4.2) ile birbirinden ayırt edilmektedir (Bonatti ve diğ., 1972; Crerar ve diğ., 1982). Ni, Co, Cu gibi elementler yoğunlaşmaları hidrojenetik yataklara göre hidrotermal yataklarda oldukça düşük değerdedir (Bonatti ve diğ., 1976). İnceleme konusu Mn cevherleşmeleri Şekil 4.2' de görüldüğü gibi düşük Ni, Co, Cu içeriklerinden dolayı hidrotermal alana düşmektedir.

	SiO2	Fe2O3	Al2O3	Na2O	MgO	CaO	MnO	K2O	TiO2	P2O5	Cr2O3	Ni	Ba	Be	Co	Th	U	La	Mo	Cu	Pb	Zn	As	Cd	Sb	Bi
SiO ₂	1,00																									
Fe ₂ O ₃	-0,81	1,00																								
Al ₂ O ₃	0,39	-0,30	1,00																							
Na ₂ O	0,19	-0,06	0,23	1,00																						
MgO	-0,36	0,16	0,30	-0,29	1,00																					
CaO	0,63	-0,78	-0,07	-0,01	-0,62	1,00																				
MnO	-0,35	0,07	-0,55	-0,46	0,32	-0,21	1,00																			
K ₂ O	0,43	-0,40	0,34	0,80	-0,16	0,10	-0,13	1,00																		
TiO ₂	-0,24	0,03	0,33	-0,11	0,93	-0,50	0,21	0,03	1,00																	
P2O5	-0,03	0,03	-0,28	-0,19	-0,46	0,31	-0,06	-0,42	-0,61	1,00																
Cr2O3	-0,12	0,14	0,13	0,63	0,10	-0,42	0,15	0,67	0,15	-0,05	1,00															
Ni	-0,18	0,00	-0,50	-0,41	0,27	-0,19	0,87	-0,09	0,25	0,05	0,28	1,00														
Ba	-0,05	0,20	0,12	0,74	-0,13	-0,37	-0,03	0,68	-0,10	0,04	0,95	0,07	1,00													
Be	0,02	0,11	0,28	0,37	-0,32	0,17	-0,72	0,08	-0,29	-0,04	-0,24	-0,90	-0,07	1,00												
Co	-0,65	0,49	-0,27	-0,43	0,64	-0,60	0,49	-0,50	0,57	0,02	0,12	0,61	-0,06	-0,64	1,00											
Th	0,08	0,13	0,34	0,91	-0,18	-0,24	-0,41	0,79	-0,07	-0,29	0,68	-0,43	0,79	0,46	-0,45	1,00										
U	-0,44	0,56	-0,46	-0,38	-0,32	-0,14	0,11	-0,64	-0,52	0,78	-0,09	0,17	0,01	-0,10	0,32	-0,33	1,00									
La	-0,20	0,38	0,07	-0,45	0,48	-0,48	-0,04	-0,60	0,39	0,18	-0,12	0,22	-0,19	-0,31	0,67	-0,40	0,37	1,00								
Mo	-0,08	-0,06	-0,11	-0,23	-0,37	0,36	-0,07	-0,39	-0,51	0,91	-0,09	0,00	-0,04	-0,05	0,06	-0,35	0,69	0,06	1,00							
Cu	0,44	-0,74	0,15	0,27	-0,03	0,57	0,05	0,53	0,13	-0,46	-0,11	-0,13	-0,17	0,07	-0,45	0,09	-0,80	-0,72	-0,28	1,00						
Pb	-0,26	0,34	0,54	-0,41	0,50	-0,40	-0,36	-0,51	0,39	-0,13	-0,37	-0,35	-0,39	0,21	0,32	-0,23	0,12	0,59	0,02	-0,40	1,00					
Zn	-0,65	0,39	0,04	-0,13	0,81	-0,64	0,28	-0,28	0,73	-0,06	0,27	0,28	0,08	-0,34	0,83	-0,15	0,05	0,51	0,02	-0,25	0,36	1,00				
As	0,08	0,04	0,56	-0,09	-0,01	0,04	-0,62	-0,35	-0,15	0,51	-0,21	-0,56	-0,10	0,33	-0,05	-0,07	0,35	0,38	0,60	-0,37	0,64	0,12	1,00			
Cd	0,44	-0,49	-0,02	-0,05	-0,39	0,65	-0,20	-0,17	-0,49	0,43	-0,49	-0,36	-0,35	0,16	-0,44	-0,27	0,04	-0,27	0,44	0,35	-0,19	-0,32	0,36	1,00		
Sb	-0,36	0,47	-0,53	-0,19	-0,45	-0,11	0,25	-0,36	-0,60	0,68	0,12	0,31	0,24	-0,29	0,28	-0,19	0,90	0,12	0,62	-0,62	-0,15	-0,06	0,12	0,02	1,00	
Bi	-0,41	0,34	0,39	-0,44	0,54	-0,39	-0,21	-0,60	0,44	0,12	-0,23	-0,13	-0,32	-0,02	0,58	-0,36	0,29	0,68	0,29	-0,47	0,90	0,61	0,67	-0,18	0,03	1,00

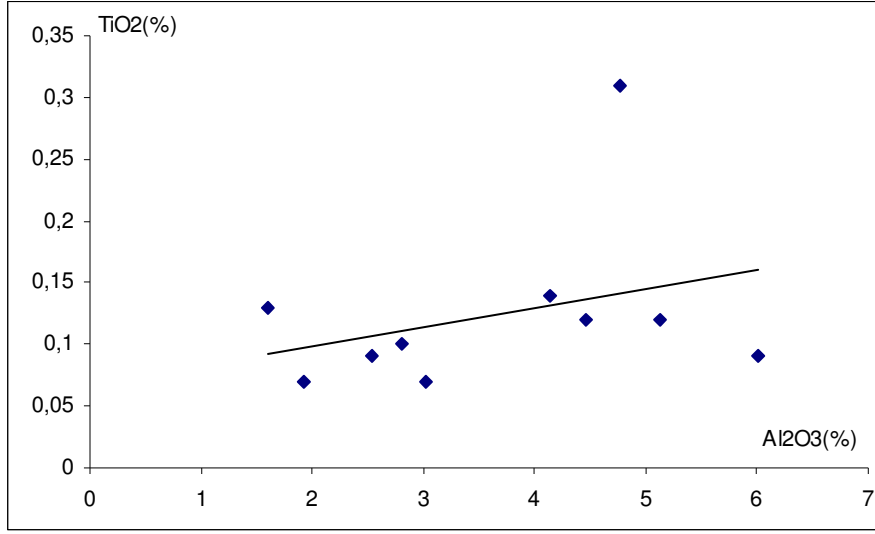
Çizelge 4.4. Hazar bölgesine ait mangan cevherleşmelerinin korelasyon ilişkileri



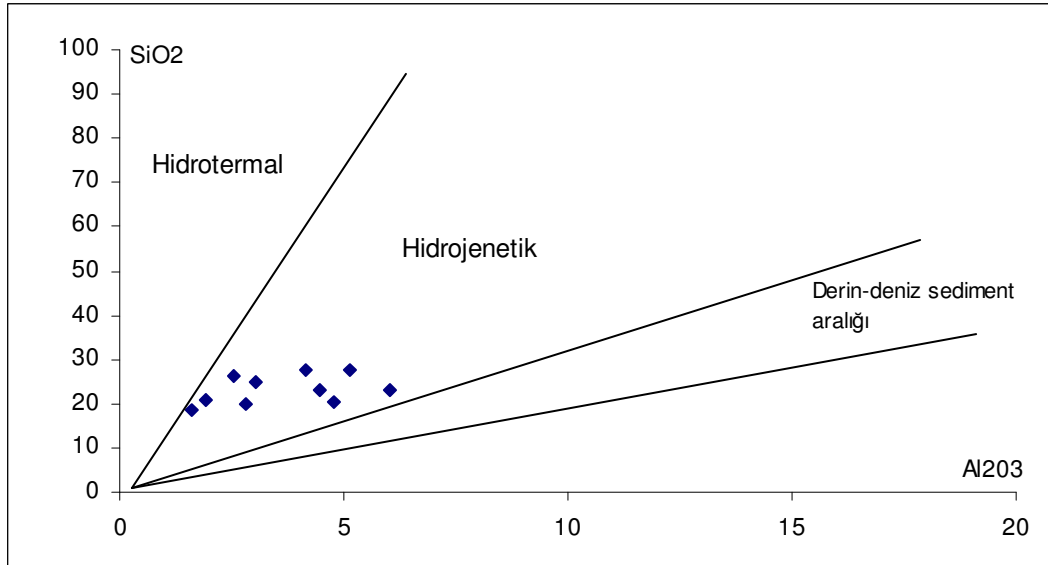
Şekil 4.2. Cevher örneklerinin Fe-Mn-10 (Ni+Co+Cu) ayırım diyagramı (Bonatti vd., 1972; Crerar vd., 1982' den).

Çalışma alanındaki örneklerin Al_2O_3 ve TiO_2 içerikleri Şekil 4.3' de görülmektedir. Çizelge 4.2' deki sedimanter Fe-Mn yataklarındaki ortalama Al değeri % 8,82, ortalama Ti değeri ise % 0,91'dir. Çalışma alanındaki ortalama Al değeri ise % 3,64; Ti değeri % 0,12' dir. Ti hidrotermal çözeltilerde genellikle hareketsizdir, aslında klastik bir girişin göstergesidir (Sugisaki, 1984; Türkyılmaz, 2004). Al sedimentlerdeki detritik kil minerallerinden kaynaklanmaktadır (Crerar vd., 1982; Türkyılmaz, 2004). Buna göre Maden Karmaşığı ile ilişkili Mn cevherlerinin oluşumunda detritik katkıların da önemli olduğu söylenebilir.

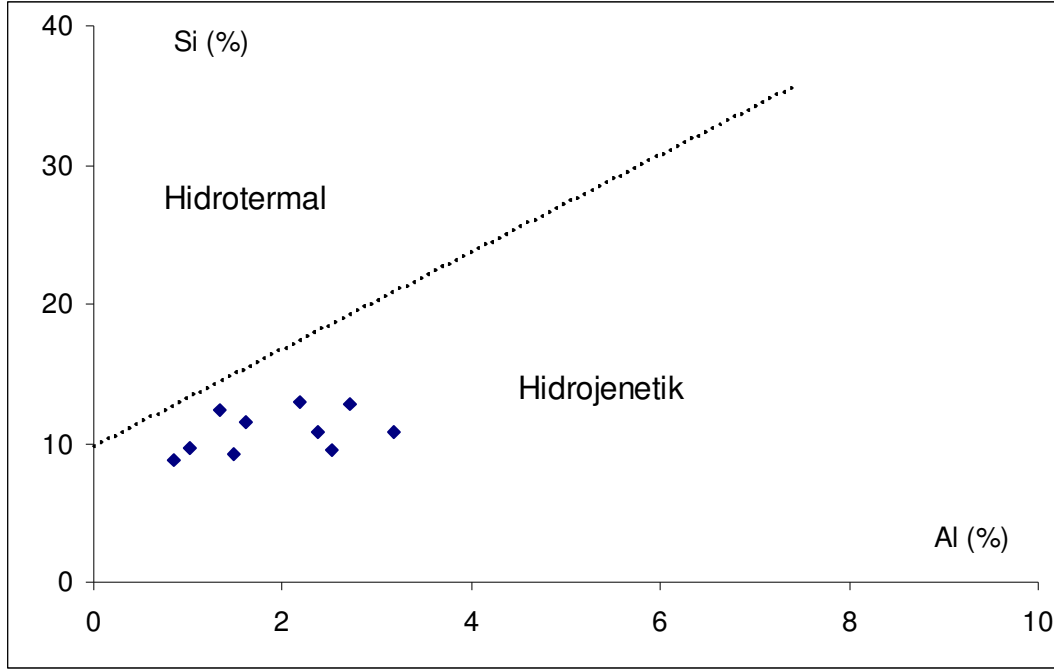
Wonder vd. (1988)' ne göre, hidrotermal yataklar hidrojenetik yataklardan SiO_2 ve Al_2O_3 miktarıyla ayrılmaktadır. Hidrojenetik yataklar derin deniz sedimentleri bölgesinde yoğunlaşırken, hidrotermal sedimentler düşük Al ve/veya yüksek silis içeriğine sahiptir. Aynı araştırmacı bu farklılığın hidrotermal ortamdaki lokal bir silis kaynağına bağlı olduğunu ifade etmektedir (Türkyılmaz, 2004). Şekil 4.4' de görüldüğü gibi, çalışma alanındaki örnekler yüksek Al_2O_3 ve düşük SiO_2 içerikleri nedeniyle hidrojenetik alanda yer almaktadır. Bununla birlikte, hidrotermal sedimentlerle normal derin deniz alüminyumlu sedimentlerin karışması ile yalancı hidrojenetik karakter gösterebilir (Wonder vd., 1988; Türkyılmaz, 2004). Bu nedenle bu SiO_2 - Al_2O_3 diyagramlarının yorumlanmasına dikkat edilmelidir.



Şekil 4.3. Cevher örneklerine ait TiO₂-Al₂O₃ diyagramı



Şekil 4.4. Cevher örneklerinin SiO₂-Al₂O₃ ayırım diyagramı (Wonder ve diğ., 1988' den)



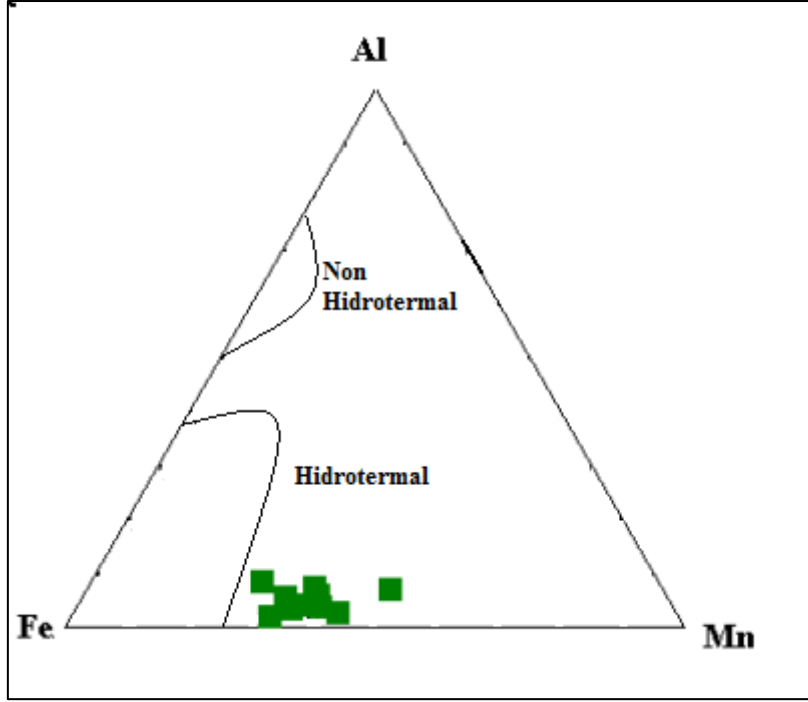
Şekil 4.5. Cevher örneklerine ait Si-Al diyagramı (Toth, 1980' den)

Aynı durum Şekil 4.5' deki Si-Al diyagramında da görülmektedir. Örneklerin hidrojenetik alana düşmesinin nedeni Si içeriklerinin düşük olmasıdır. Halbuki hidrotermal süreçlerin geliştiği ortamlarda çökelen Mn cevherleşmelerinde (Çizelge 4.2) Si oranının yüksek olduğu görülmektedir.

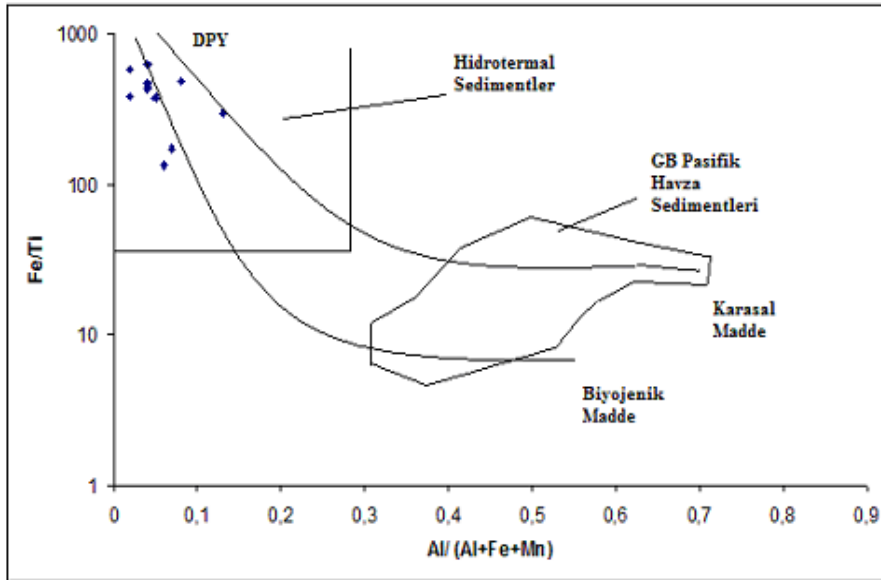
Değişik kökenli mangan yataklarının Mn, Fe ve Al içeriklerinin karşılaştırılmasıyla hidrotermal yataklar hidrojenetik yataklardan ayrılabilir. Şekil 4.6' da Maden Karmaşığı' na ait cevherler düşük Al ve nispeten yüksek Fe içeriğinden dolayı hidrotermal alanın yakınında yer almaktadır.

Boström (1970) ve Meylan vd. (1981), eksalatif yatakların karasal sedimentlerden ayırt edilebilmesi amacıyla $Fe/Ti - Al/(Al+Fe+Mn)$ diyagramının kullanılmasını önermişlerdir. Hidrotermal yataklar eğrinin yüksek kesimlerinde yer alırken, hidrojenetik yataklar alt kesimlerde yoğunlaşırlar (Türkyılmaz, 2004). Şekil 4.7' de görüldüğü gibi Maden Karmaşığı içerisindeki cevherlerin düşük $Al/(Al+Fe+Mn)$ içerikleri, yüksek Fe/Ti oranları ile hidrotermal alana düşmektedir.

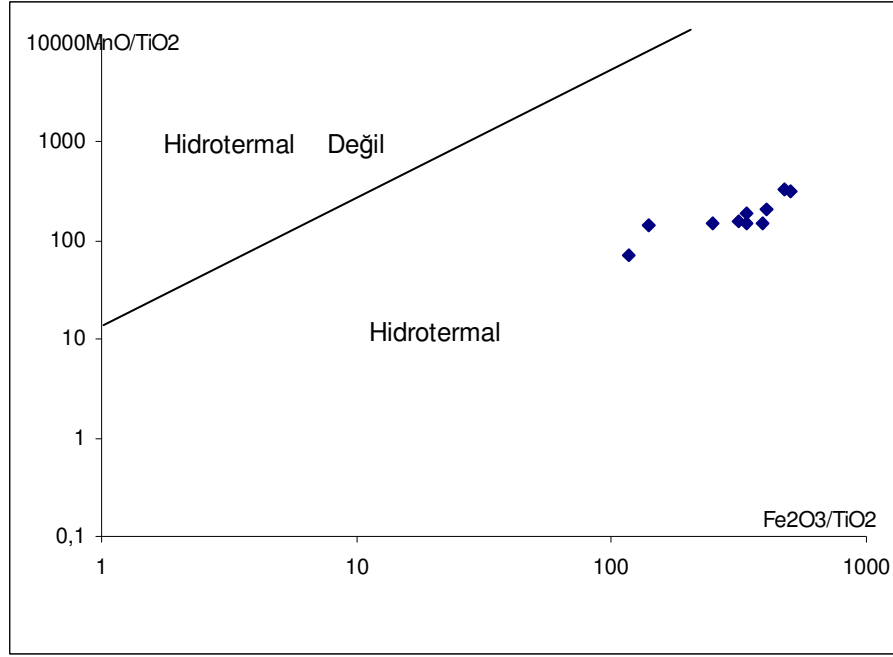
Şekil 4.8' de çörtlere göre ayrılabilirliği görülmektedir. Diyagramda MnO/TiO_2 oranına karşılık Fe_2O_3/TiO_2 oranı kullanılmıştır. Çalışma alanındaki örneklerin hidrotermal alana düştüğü görülmektedir.



Şekil 4.6. Manganez yataklarının Mn, Fe ve Al içeriklerine göre karşılaştırılması



Şekil 4.7. Hidrotermal, karasal ve biyojenik kökenli denizel sedimentlerin metal oranları ayırım diyagramı (Boström, 1970; Meylan vd., 1981; Türkyılmaz, 2004).



Şekil 4.8. Çörtlerin ayırımında kullanılan MnO/TiO₂-Fe₂O₃/ TiO₂ diyagramı (Adachi vd., 1986).

4.2. İz Element Jeokimyası

Maden Karmaşığı ile ilişkili manganez cevherleşmesindeki iz elementler Çizelge 4.5’ de verilmiştir. Farklı tipteki manganez yataklarına ait ortalama eser element içerikleri ise Çizelge 4.6’ da verilmektedir.

Çizelge 4.5. Hazar bölgesine ait manganez cevherleşmelerin iz element sonuçları (değerler ppm olarak verilmiştir).

	Mo	Cu	Pb	Zn	Ni	As	Co	Ga	Sr	Th	U	V	W	Zr	Y	Ba
HI-1	7,6	51,7	117,1	240	841,4	169,1	65,4	8,3	243,7	1,1	3,5	673	3,3	57,1	156,5	129,1
HI-2	9,3	73,4	84,4	293	574,9	197,6	60,3	8,7	176,2	1,2	3,2	553	8,3	61,8	144,8	74,5
HI-3	16	16,2	77,7	379	1207,6	168,6	76,1	12,2	211,6	1	4,4	1107	5,9	51,9	140,4	272,5
HI-4	6,1	221	126,4	296	548	151,2	52,3	9,2	189,9	1,4	3,2	446	4,5	62	132,9	37,6
HK-1	5,5	52,5	160,5	91	723,1	176,3	51,7	11	294,7	1,3	2,6	365	3,8	75,5	113,4	57,9
HK-2	4,7	5448,3	55,3	186	566,4	96,2	42	8	736,2	1,4	0,7	563	<.1	48,6	67,2	26,3
HK-4	4,6	388,3	195,3	723	983,9	176,8	95	8,2	236,6	1,1	2,1	376	2,2	81,4	134,7	52,4
HY-1	4,4	198,5	131,6	345	741,4	96,7	76,7	5,8	700,7	1,3	3,2	245	2,3	86,5	122,2	40,2
HY-2	5,4	180,1	71,1	355	753,4	147,9	57,4	7,5	1070,1	2,1	2,5	396	3	80	114,2	1182,3
HY-4	13	289,3	215,7	346	445,6	343,1	54,8	12,3	636	1,4	3,3	1512	7,4	63,7	149,9	64,2
ORT	7,7	691,9	123,5	325,4	738,6	172,4	63,2	9,1	449,6	1,3	3,0	623,6	4,1	66,9	127,7	193,7

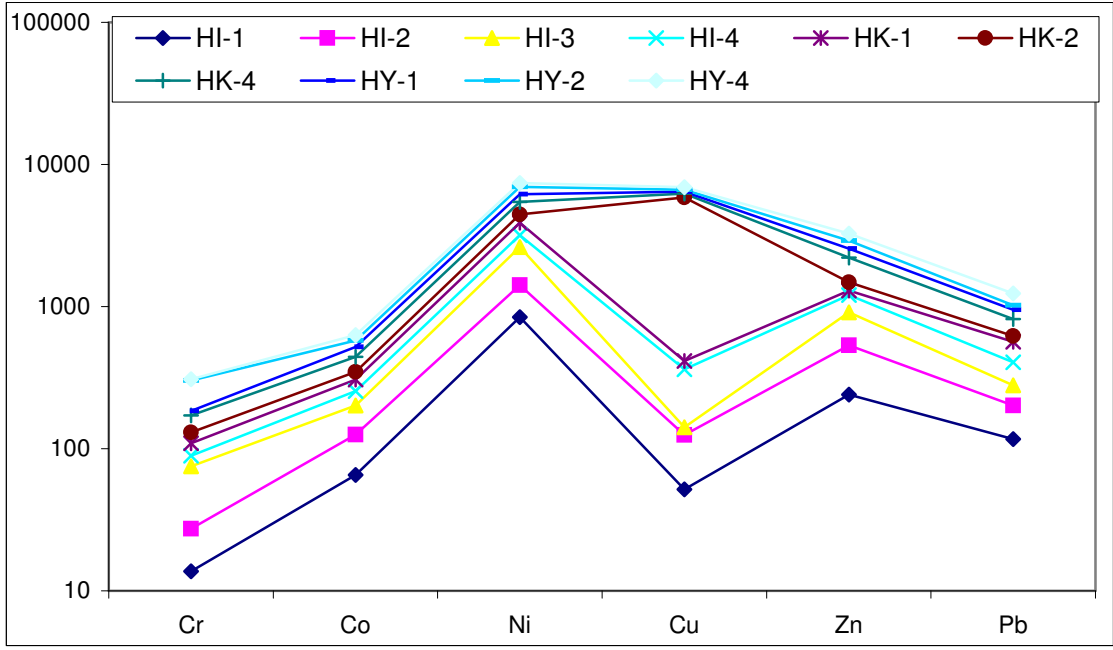
As	Zr	Nb	Y	Sr	Th	Pb	Zn	Cu	Ni	Co	Cr	V	Ba	
-	12	3	5	85	2	112	26	50	28	2	10	258	13,8	Wakasa, Hid. Choi ve Hariya, 1992
-	9	3	2	120	4	39	21	24	38	10	14	251	1,4	Hokkaido, Hid., Choi ve Hariya, 1992
-	62	8	-	483	2	14	128	1174	352	118	7	211	22,1	Koryu, Hid., Choi ve Hariya, 1992
-	48	4	-	260	98	18	147	691	341	222	16	468	8,1	Hinode, Hidj. Choi ve Hariya, 1992
-	24	3	34	202	2	17	123	342	224	65	16	268	13,3	Syotosibetu, Hid., Choi ve Hariya, 1992
-	104	4	80	102	4	267	314	500	432	433	186	1,64	99	Tokoro, Mn-Fe Yatağı, Choi ve Hariya, 1992
-	43	-	-	-	-	57	115	139	342	77	15	331	568	Groote Eylandt, Süperjen Pracejus ve Bolton, 1992
1182	-	-	4	321,3	-	1778	1405	108,3	58,6	11,3	11	-	-	Bigadiç, Hid. Damar, Gültekin ve Örgün, 1999
-	32	-	15	2100	-	-	49	26	167	59	26	106	6892	Binkılıç, Diyajenetik, Öztürk ve Frakes, 1995
2050	-	-	-	98	-	23	31	81	23	19	-	-	2,33	Ocaklı, Hid., Yalçınalp ve Taşhan, 1999
213	26,9	11	22,2	255	433	53,5	88,5	126,8	23	49,5	10	106	2719	Kasımağa, Denizaltı hid., Koç vd., 2000
160	97,8	4,5	122	1007	-	116,9	253	533	741	59,3	-	651,7	4334	Alihan, Denizaltı hid., Önal, 2000
39	29	2	8	328	0,35	4	68	270	73	106		202	2662	Koçali, Denizaltı hidrotermal, Türkyılmaz, 2004
162	52	3	126	2374	2	137	182	295	551	63		571	5232	Maden, Denizaltı hid., Türkyılmaz, 2004
172	66,9	3,2	128	450	1,33	124	325	692	739	63,2	32,2	624	194	Çalışma Alanı

Çizelge 4.6. Farklı tipteki manganez yataklarının ortalama eser element içerikleri, değerler ppm cinsindedir (Türkyılmaz, 2004).

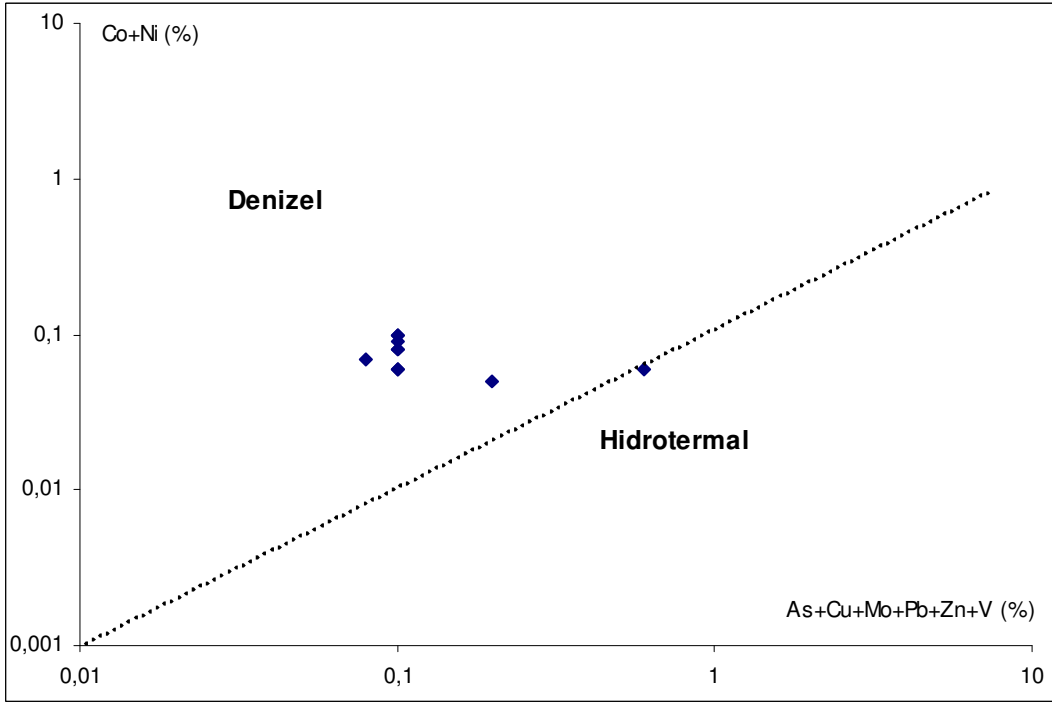
Çalışma alanındaki cevherleşmelerde iz element olarak Ba, Be, Co, Cs, Ga, Hf, Nb, Rb, Sn, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y, Mo, Cu, Pb, Zn, Ni, As, Cd, Sb, Bi, Ag, Au, Hg, Tl ve Se analizleri yapılmıştır. Bu analizler sonucunda yukarıdaki elementler cevherli örneklerde önemli konsantrasyonlarda olmayıp çok az miktarlarda gözlenmiştir. Bu elementler özellikle manganez yataklarının jenetik ilişkilerinin ortaya çıkarılmasında bugüne kadar sıkça kullanılmıştır. Bu çalışmalar Choi ve Haria (1992), Delian vd. (1992), Pracejus ve Bolton (1992), Nicholson (1992) ve Roy (1992) tarafından yapılmıştır. Bu çalışmalarda ana oksitlerin yanısıra yukarıdaki iz elementler de yaygın olarak kullanılmış ve yorumlanmıştır. Ancak mangan yataklarının jeokimyasal özelliklerinden yararlanarak, ortaya çıkacak jenetik modelin güvenilirliğinin hem saha bulguları, hem de mineralojik verilerle desteklenmesi gerekmektedir. Çünkü mangan oksitlerin kuvvetli absorpsiyon kapasitesine sahip olmaları nedeniyle, oluşum ortamlarında pek çok element zenginleşmesine yol açabilmektedir. Bu tür zenginleşmeler daha çok denizel kökenli Mn yataklarında görülmektedir (Roy, 1992; Gültekin vd., 1997).

Maden Karmaşığı ile ilişkili cevherleşmelerde cevherli örneklerdeki Cr, Co, Ni, Cu, Zn, Pb gibi iz elementlerin değişimine bakacak olursak; Co negatif, Ni pozitif bir anomali göstermekte, HI-1, 2, 3, 4, HK-1 nolu örneklerde Cu belirgin bir negatif anomali gösterirken, HK-2, 4, HY-1, 2, 4 nolu örneklerde ise pozitif anomali, yine Zn HK2 nolu örnekte negatif, diğer örneklerde ise pozitif bir anomali göstermektedir (Şekil 4.9).

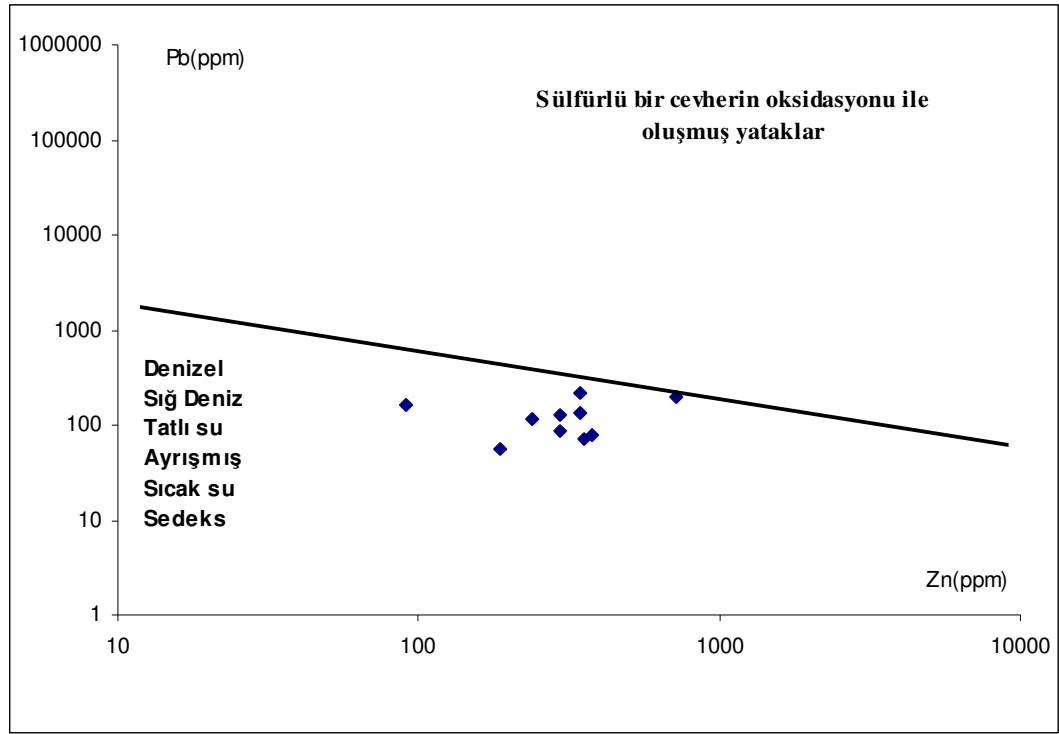
Metalojenik yoruma yardımcı olması için cevher örnekleri birçok ana oksit ve iz element diyagramlarına yerleştirilmiştir. Co+Ni – As+Cu+Mo+Pb+Zn+V diyagramlarında örnekler denizel alana düşmektedir (Şekil 4.10). Denizel ortamda sülfürlü bir cevherin oksidasyonu ile oluşmuş yatakları (duphidleri) diğer manganez oksit yataklarından ayırmak için kullanılan Pb-Zn diyagramında tüm cevher örnekleri yine denizel alanda yer almıştır (Şekil 4.11). Önal (2000) ve Türkyılmaz (2004)' in yaptığı çalışmalarda da Co+Ni–As+Cu+Mo+Pb+Zn+V diyagramlarında örnekler denizel alana düşmektedir. Yine Pb-Zn diyagramında örnekler denizel bölgede yer almaktadır.



Şekil.4.9. Maden Karmaşığı ile ilişkili manganez yataklarındaki cevherleşmelerine ait örneklerin iz element diyagramı



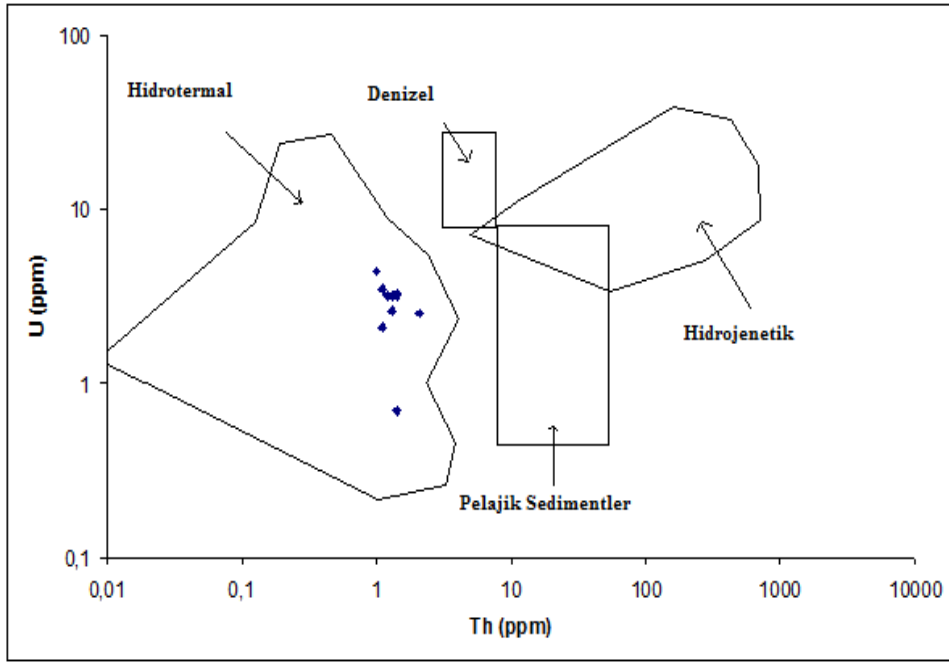
Şekil 4.10. Cevher kayaçların Co+Ni – As+Cu+Mo+Pb+Zn+V diyagramı (Nicholson, 1992).



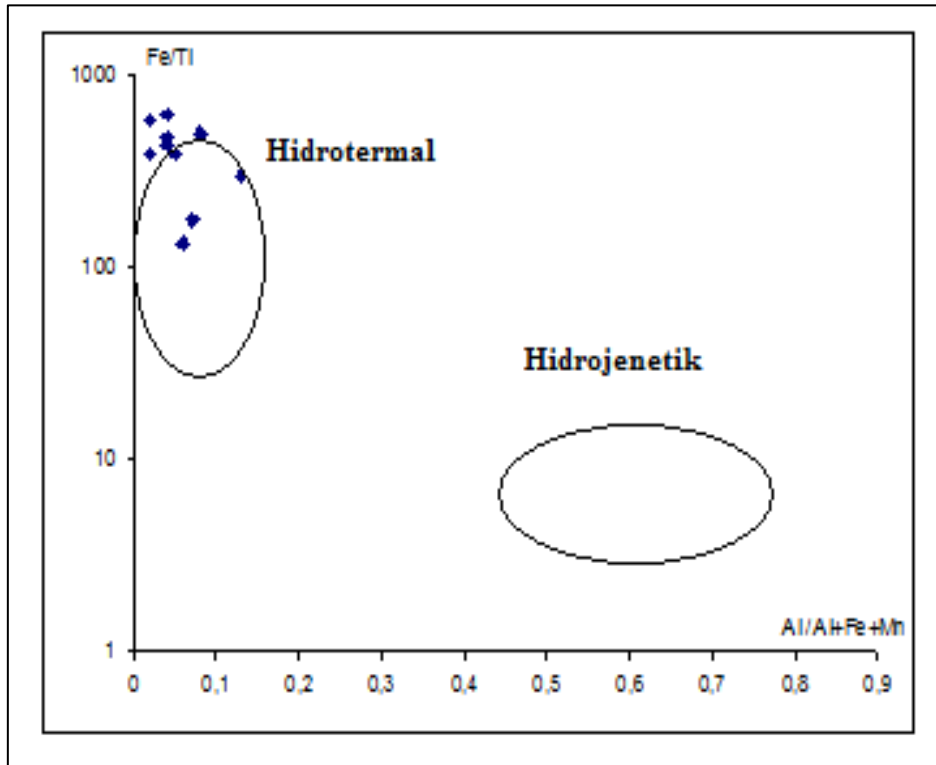
Şekil 4.11. Örneklerin Pb-Zn diyagramı (Nicholson, 1992).

Hidrotermal, hidrojenetik ve normal pelajik sedimentleri birbirinden ayırmak amacıyla U ve Th değerleri kullanılabilir. Çalışma alanındaki örnekler bu diyagramda hidrotermal alana düşmektedir (Şekil 4.12). Pelajik çökellerdeki karasal ve hidrotermal kaynaklı malzemelerin ayırt edilmesi amacıyla Boström (1970) tarafından $Fe/Ti - Al / Al + Fe + Mn$ diyagramı kullanılmıştır. Hidrotermal yataklar eğrinin yüksek kesiminde yer alırken, hidrojenetik yataklar eğrinin aşağı kesimlerindedir (Guillemot ve Nesteroff, 1980; Oygür, 1990). Çalışma bölgesinden alınan cevher örneklerinin hidrotermal alana daha yakın olduğu görülmektedir (Şekil 4.13). Yine hidrotermal ve hidrojenik yatakları birbirinden ayırmak için $Co/Zn - Co + Ni + Cu$ diyagramı kullanılabilir. Diyagramda çalışma alanındaki örnekler tamamen hidrotermal alanda yer almaktadır (Şekil 4.14).

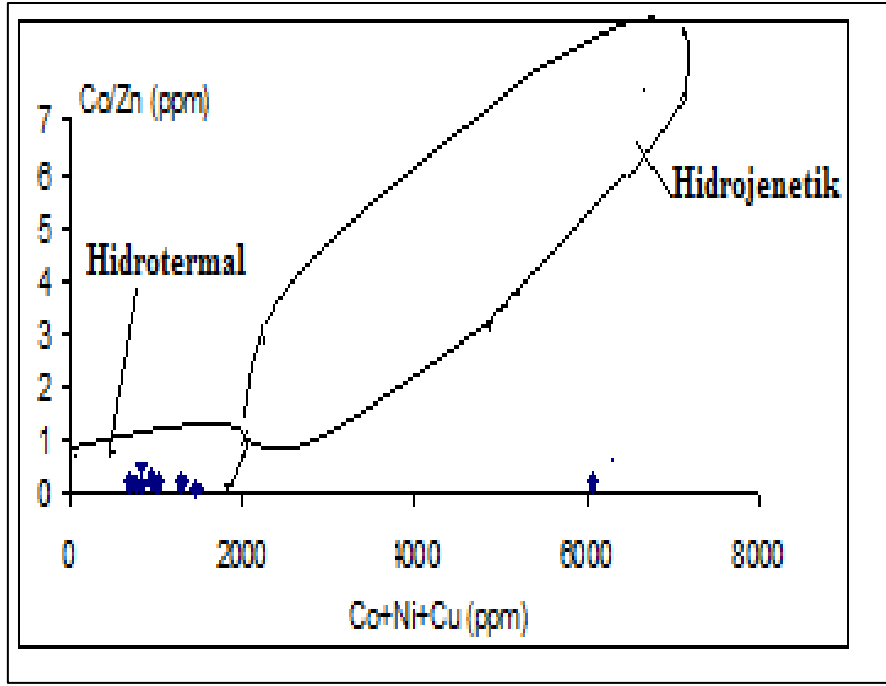
Manganez yataklarında okyanus boyunca birçok tektonik olaylar gelişmektedir. Mineralojik, kimyasal bileşim ve tektonik olaylara bağlı olarak hidrojenetik, diyajenetik ve hidrotermal olarak sınıflandırılabilirler (Fitzgerald et al., 2005).



Şekil 4.12. Cevher kayaçlarına ait U-Th diyagramı (Adachi vd.,1986; Türkyılmaz, 2004)



Şekil 4.13. Cevher örneklerinin Fe/Ti – Al/Al+Fe+Mn diyagramı (Oygür, 1990)



Şekil 4.14. Örneklerin Co/Zn – Co+Ni+Cu ayırım diyagramı

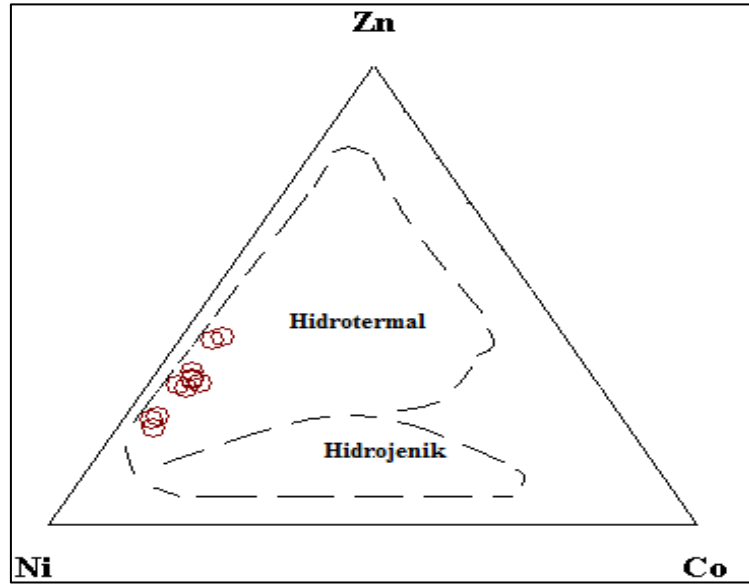
Hidrojenetik tabakalar yavaş şekilde çökelmektedir. İlk önce MnO_2 ve amorf Fe_2O_3 ' ce fakirdir. Bunlarda Mn/Fe oranı ~1, Ni ve Cu, NTE konsantrasyonları yüksektir (>3000 ppm) (Fitzgerald et al., 2005).

Diyajenetik yataklar; hidrotermal kaynaklardan uzak sedimentlerin diyajenetik olarak altere olmasıyla yavaş çökelen nodüller şeklinde oluşur. Hidrotermal Mn-oksit yatakları direkt olarak düşük sıcaklıktaki hidrotermal akışkanlardan çökelmeyle oluşur. Bu yataklar genelde laminalı ve strataboundturlar (Fitzgerald et al., 2005).

Okyanus tabanı yayılması merkezlerinde ve denizaltında jeotermal etkinliğin görüldüğü yerlerde yapılan jeokimyasal çalışmalar, buralardaki maden yataklarının oluşumunda hidrotermal dolaşımın etkili olduğunu göstermiştir (Boström, 1983; Oygür, 1990). Metalik cevherleşmeye neden olan hidrotermal sistem, okyanus kabuğuna ait volkanik kayalar içerisinde deniz suyunun dolaşımı sonucu oluşmaktadır. Soğuk, alkalın ve oksitleyici özellikteki deniz suyu, henüz sıcak olan okyanusal kabuktaki kırıklar boyunca aşağı doğru süzülür. Suyun süzülme derinliği, faylanma, kırılma ve çatlamanın kabuktaki gözenekliliğe ve termal gradyana bağlıdır. Gerek gözeneklilik ve gerekse termal sistemler, yavaş yada hızlı yayılan sirtlarda oldukça farklıdır. Deniz suyu, volkanik kayalarla teması sonucunda ısınır ve

bu kayalardan metalleri çözer. Dolaşımdaki deniz suyu ile çevre kayalar arasındaki tepkimeler Bonatti' ye (1984) göre kayacın ısı, kimyası ve mineralojisine, suyun kimyasına ve su / kayac oranına bağlıdır. Böylece sıcak (350° C), asidik ve indirgen birincil hidrotermal eriyikler oluşur ve bunlar yükselerek deniz tabanına bir sıcak kaynak olarak ulaşırlar. Bu hidrotermal eriyikler deniz suyuyla karışmadan polimetallik Cu, Fe, Pb, Zn sülfidler çökeler; tersine, hidrotermal eriyikler tümüyle normal deniz suyuyla karıştığında metalik Fe ve Mn oksitleri çökeler. Bu süreç, okyanus tabanının yavaş yayıldığı yerlerde gelişirse hidrotermal eriyiklerin deniz suyuyla karışmasından dolayı saçılmış ve ağsal cevherler; okyanus tabanının hızlı yayıldığı yerlerde ise hidrotermal eriyiklerin doğrudan deniz suyuna boşalmasıyla masif cevher oluşur (Oygür, 1990).

Cu, Co ve Ni, okyanus ortası sırtı çevresinde hidrotermal işlemlerle oluşanlara benzer şekilde hidrojenetik yataklarda güçlü şekilde zenginleşir (Bonatti et al., 1972; Toth, 1980; Shah et al., 2003). Choi ve Hariya (1992) tarafından Zn, Ni ve Co ilişkisine bakılarak denizel hidrotermal Mn yataklarıyla hidrojenik yatakların sınırları belirlenmiştir. Maden Karmaşığı' na ait örnekler Zn-Ni-Co diyagramında ise çok düşük Co ve yüksek Ni içerikleri tamamen hidrotermal alanda yer almışlardır (Şekil 4.15).



Şekil 4.15. Örneklerin Zn-Ni-Co üçgen diyagramı (Öztürk, 1993).

Co/Ni değeri sedimanter ortamın ve sedimantasyonun bir göstergesidir, özellikle de sıcak suyla oluşan bir yataklanmayı temsil eder. Çalışma alanındaki örneklerin Co/Ni değerlerinin düşük olması (0,06-0,1) bu yatakların oluşumunun derin denizel olduğunu gösterir (Jiancheng et al., 2005).

Sr elementinin taşınma kabiliyeti Ba' dan daha kuvvetlidir. Tatlı su ve deniz suyu karıştığında, Ba kolayca BaSO₄ olarak çökelir, bu nedenle tatlı su sedimantasyonunda Sr/Ba < 1, ama denizel yataklarda Sr/Ba > 1' dir. Sr içeriği deniz suyundaki tuzluluğun değişmesiyle sık sık değişime uğrar, bu nedenle deniz suyu tuzluluğunun işareti olarak kullanılabilir (Jiancheng et al., 2005). Yapılan analiz sonuçlarına göre Sr/Ba > 1 olduğundan denizel olarak kabul edebiliriz.

Mineralojik olarak braunit, hidrotermal kökeni göstermektedir (Nicholson, 1992), bu silisce zengin akışkanlar tarafından Mn oksitlerin erken diyajenetik alterasyonu sırasında gerçekleşmektedir (Ostwald, 1992). Braunit metamorfizma sırasında da oluşabilir (Bonatti et al., 1976; Velilla ve Jimenez-Millan, 2003). Nicholson (1992)' e göre, braunit Mn oksitlerin transformasyon işlemi düşük oksijen basıncı altında olmaktadır, çünkü braunit Mn⁺² ve Mn⁺³ içermektedir. Cevherleşmede braunitin varlığı, hidrotermal aktiviteyi göstermektedir. Çalışma alanında braunitin bulunmasına bağlı olarak, hidrotermal aktivite söz konusudur denilebilir.

4.3. Nadir Toprak Element Jeokimyası

Nadir Toprak Elementleri (NTE), (Lantanyum-Lutesyum) genelde magmatik süreçlerin bir göstergesidir. Kayaçlar içerisindeki NTE dağılımları, kayacın ortalama bileşiminin bir belirteci olabilir. NTE' ler bozunma ve diyajenetik süreç boyunca çözünürlüklerinin çok düşük olması nedeniyle kaynak kayaç belirlemede kullanılmaktadır.

Maden Karmaşığı ile ilişkili cevherleşmelerinin Nadir Toprak Element analiz sonuçları Çizelge 4.7' de verilmiştir. Analiz sonuçlarına göre cevherli örneklerde önemli bir NTE zenginleşmesi görülmektedir. NTE' lerin iki önemli elementi Ce ve Eu, özellikle sıvıların kökeni ve depolanma ortamının redoks potansiyellerine yaklaşımda bulunmada kullanılmaktadır. Pozitif bir Ce anomalisi hidrojenik bir manganez nodülünün özelliğidir. Negatif Ce anomalisi derin deniz, pozitif Ce anomalisi ise sığ denizi işaret etmektedir (Takahashi et al., 2000).

Çizelge 4.7. Maden Karmaşığı ile ilişkili manganez cevherleşmesine ait örneklerin NTE analitik sonuçları, değerler ppm cinsindedir.

	La	Ce	Pr	Nd	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
HI-1	145,6	25,4	32,78	136,5	24,2	6,04	27,29	4,62	25,22	4,73	14,55	1,73	11,17	1,58
HI-2	162,9	31,4	39,28	165	29,1	7,2	31,11	5,24	26,86	4,77	14,4	1,76	11,42	1,57
HI-3	134,3	21,5	24,18	103,3	17,5	4,4	22,01	3,58	20,29	3,82	12,44	1,5	9,74	1,36
HI-4	128	28,9	26,82	117	20,6	5,34	24,91	4,15	23,21	4,06	12,66	1,54	10,14	1,41
HK-1	151,2	36,6	35,73	146,7	26,1	6,2	26,85	4,51	22,65	3,95	11,96	1,46	9,55	1,35
HK-2	92,9	23,1	22,36	90,6	16,5	3,97	17,9	2,98	15,78	2,69	8,27	0,99	6,72	0,95
HK-4	176,9	31,5	36,39	150,6	26,2	6,59	29,68	5,1	27,05	4,85	14,66	1,76	11,98	1,65
HY-1	140,6	35,8	33,75	144,2	25,7	6,36	28,28	4,78	25,01	4,43	13,51	1,58	10,84	1,46
HY-2	127,1	29,9	27,6	118,2	20,8	5,33	23,6	3,98	21,66	3,81	11,88	1,44	9,41	1,32
HY-4	142,5	30,8	31,85	137,5	24,4	6,1	27,51	4,57	24,93	4,31	13,23	1,61	10,56	1,49
ORT	140,2	29,5	31,1	131,0	23,1	5,8	25,9	4,4	23,3	4,14	12,8	1,5	10,2	1,4

	Σ NTE	HNTE/ANTE	Eu/Sm	Sm/Nd	Σ Ce/ Σ Y	La/Yb	Ce/La	Y/Ho	δ Ce	δ Eu	Ce*	Ce _{anom}
HI-1	461,41	4,08	0,25	0,18	1,5	13,03	0,17	33,09	0,09	0,23	0,08	-1,08
HI-2	532,01	4,48	0,25	0,18	1,8	14,26	0,19	30,36	0,1	0,24	0,09	-1,06
HI-3	379,92	4,08	0,25	0,17	0,7	13,79	0,16	36,75	0,09	0,22	0,09	-1,1
HI-4	408,74	3,98	0,26	0,18	0,66	12,62	0,23	32,73	0,12	0,23	0,11	-0,97
HK-1	484,81	4,89	0,24	0,18	0,49	15,83	0,24	28,71	0,13	0,23	0,11	-0,95
HK-2	305,71	4,43	0,24	0,18	0,5	13,82	0,25	24,98	0,13	0,23	0,12	-0,94
HK-4	524,91	4,43	0,25	0,17	0,54	14,77	0,18	27,77	0,1	0,24	0,9	-1,06
HY-1	476,3	4,29	0,25	0,18	1,82	12,97	0,25	27,58	0,13	0,24	0,12	-0,93
HY-2	406,03	4,34	0,26	0,18	1,72	13,51	0,24	29,97	0,13	0,24	0,12	-0,95
HY-4	461,36	4,23	0,25	0,18	1,57	13,49	0,22	34,78	0,11	0,24	0,11	-0,99
ORT	444,12	4,32	0,25	0,18	1,13	13,81	0,21	30,67	0,11	0,23	0,19	-1,0

HREE/ANTE=(La+Ce+Pr+Nd+Sm+Eu)/(Gd+Tb+Dy+Ho+Er+Tm+Yb+Lu); Σ Ce/ Σ Y=(La+Ce+Pr+Nd+Sm+Eu)/(Gd+Tb+Dy+Ho+Er+Tm+Yb+Lu+Y); δ Eu=kondrit-normalize[(2Eu/Sm+Gd)]; δ Ce=kondrit-normalize [(2Ce/La+Pr)]; Ce_{an}=şeyl-normalize(PAAS; McLennan, 1989) log [3Ce/(2La+Nd)]; Ce*=şeyl-normalize(PAAS; McLennan, 1989) [2Ce/(La+Pr)] (Ronov vd., 1972, 1974; Jiancheng, 2005).

Yöredeki manganez cevherleşmelerin Σ NTE içerikleri 306 ile 532 ppm arasında değişmekte olup, bu örnekler kondritlere göre normalleştirildiğinde, Hafif Nadir Toprak Elementler (HNTE) bakımından zenginleştiği görülmektedir (Şekil 4.16). Maden Karmaşığı ile ilişkili cevherleşmede gözlenen Ce anomalisi (Ce/Ce^*) $\sim 0,1$ civarındadır. Yöredeki örnekler, kuvvetli negatif Ce anomalisi ve hafif negatif Eu anomalisi göstermektedir. Denizaltı hidrotermal yataklar kuvvetli bir negatif (tüketilmiş) Ce anomalisi gösterdiği için (Delian vd, 1992; Önal, 2000) çalışma alanındaki örnekleri bu gruba dahil edebiliriz. Ce anomalisi akışkanın sıcaklığına, hidrotermal kaynağın yakınlığına, redoks koşullarına ve hidrojenik kirlenme miktarına bağlıdır (Clauer et al., 1984; Hein et al., 1994, 1997; Jach et al., 2005). Bütün Permiyen çörtlere düşük negatif bir Ce anomalisi ($Ce/Ce^* = 0,75-0,95$) gösterirken, Triyas çörtlere düşük pozitif bir Ce anomalisi ($Ce/Ce^* = 1,1-1,3$), bazen de zayıf negatif bir anomalisi ($Ce/Ce^* = 0,95$) gösterirler. Ce anomalisi 0,2-0,5 arasında ise derin deniz çörtlere; 0,3-1,5 arasında ise Fransız çörtlere olarak isimlendirilir (Murray et al., 1990; Kunimaru, 1998). Çalışma alanındaki örneklerin Ce/Ce^* oranı ortalama olarak 0,1 civarında olup, bu da örneklerin derin deniz çörtlere benzer bir ortamda çökeldiğini göstermektedir. NTE özellikleri arasında, negatif bir Ce anomalisi genelde pelajik bir karakteri belirtir. Negatif Ce anomalileri yaygın olarak derin okyanus suları için belirgin bir özelliktir, kıvrımlı kayaçlar için belirgin değildir (Kunimaru, 1998).

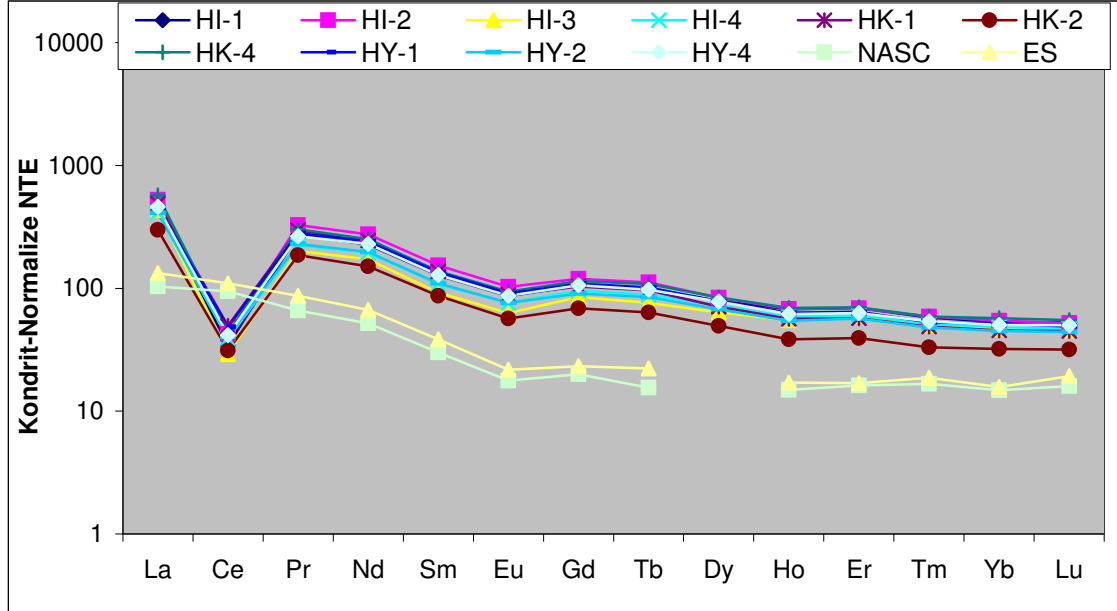
Dubin ve Volkov (1986) düşük Ce/La oranı ($\sim 0,1$) ile geniş bir NTE kısmının hidrojenetik demir ve manganez-hidroksit ile ilişkili olduğunu belirtmişlerdir. Çalışma alanından örneklerde bu oran 0,07 ile 0,1 arasında değişmektedir.

Murray et al. (1990) ve Murray (1994)' e göre, negatif Eu anomalisi kıvrımlı kayaçlarda daha yaygındır, çünkü bu kayaçlar genelde okyanus ortası sırtı bazaltlarından (MORB) daha büyük bir negatif Eu anomalisi gösterirler. Alınan cevher örneklerinde negatif bir Eu anomalisi gözlenmektedir.

Eu/Sm oranı hidrotermal etkinin bir göstergesi olarak bu elementin etkisini belirlemede kullanılmaktadır. Eu birçok hidrotermal oluşum içerisinde yüksek konsantrasyonlarda bulunan bir elementtir. Nehir ve sığ sular için $Eu/Sm = 0,21$ ve deniz suyu için 0,25' tir. Hidrojenetik, hidrojenetik-diyajenetik ve diyajenetik kökenli Mn-Fe nodüllerinde bu değer 0,23-0,26 arasındadır (Varentsov, 1993; Türkyılmaz, 2004). Çalışma alanındaki örneklerin Eu/Sm değerleri ortalama 0,25' tir.

Çalışma alanındaki örneklerin Σ HNTE/ Σ ANTE oranı genelde 3,98 ile 4,89 (ortalama 4,32) arasında değişmektedir. Bu değerlere göre çalışma alanında HNTE, manganez yataklarının oluşum sırasında özellikle de Mn-oksit işleminde öncelikli olarak zenginleşmiştir. Çalışma alanındaki örnekler Y/Ho oranı (25 ~ 37) ile şeyl, litosfer ve çoğu volkanik kayaçlar

aralığındaki bölgeye düşmektedir (McLennan, 1989; Jiancheng vd., 2005). Örneklerin δEu değerleri 0,22 ile 0,24 (ortalama 0,23) arasında negatif bir anomali göstermektedir.



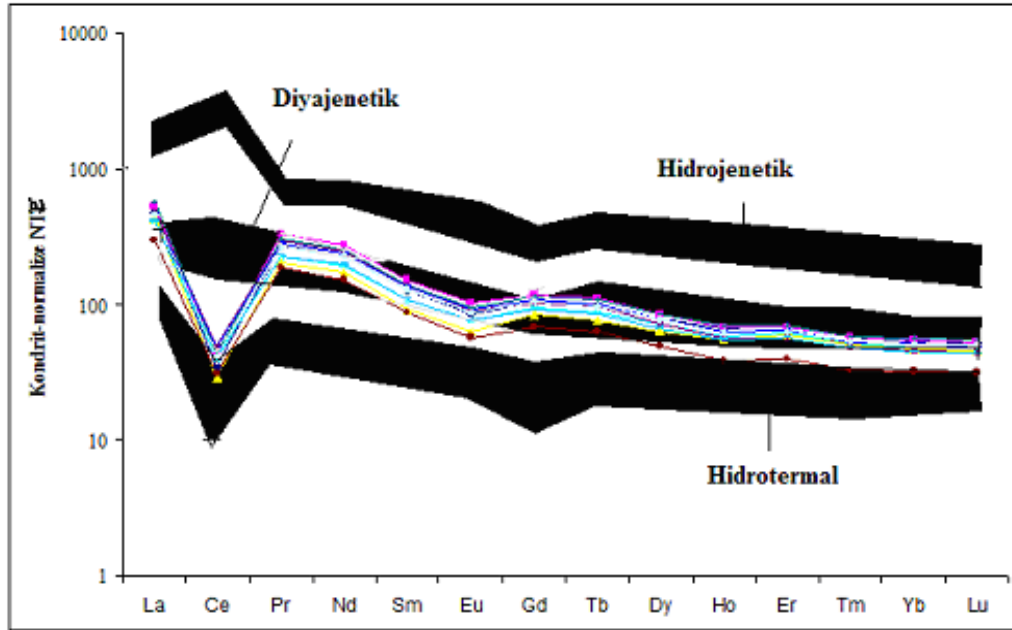
Şekil 4.16. Çalışma alanındaki örneklerin NTE' lerinin kondritlere göre normalleştirilmiş diyagramı.

Çalışma alanındaki manganez yataklarının δCe değerleri 0,09 ile 0,1 arasında değişmektedir. Negatif bir anomali göstermesi, cevheri oluşturan kayaçların ilksel olarak denizel organik veya kimyasal yatak olmasındandır. Manganez karbonat cevheri öncelikle denizel sedimantasyonla oluşmaktadır. Tuzlu pH ve Eh koşullarında, Ce başta Ce^{4+} şeklindedir, çözünürlüğü çok küçük olduğundan dolayı deniz suyunda kalması kolay değildir. $\text{Ce}^{4+}(\text{CeO}_4)$ olarak çökelir. Oksit cevherin Ce içeriği, oksitlenme zonunda oksidasyon-redüksiyon potansiyelinin artmasından dolayı oksitlenmemiş cevherden daha yüksektir. Ce Ce^{4+} e oksitlenir ve oluşan Ce^{4+} bileşeni çökelir, bu yüzden oksidasyon zonu Ce' ce zenginleşmektedir (Jiancheng vd., 2005).

NTE' ne göre manganez cevherleşmesi 3 gruba ayrılır: stratiform, stratabound ve detrital. Stratiform yatakların ΣNTE içeriği oldukça yüksek olup (~700), pozitif Ce ve Eu anomalisi göstermektedir, halbuki stratabound yataklarda oldukça tükenmiştir. ΣNTE içeriği daha düşük (~210) ve negatif Ce, düz Eu anomalisi görülmektedir. Detrital yataklar ise karışık bir NTE içeriğine sahiptir. Stratiform yataklar Mn ve Al' ce zengin olup, ortalama %26 MnO_2

içermektedir. Stratabound yataklar Mn' ce zengin olup, yüksek MnO₂ karakteristiktir (ort. %35). Bazı yataklar silisce de (SiO₂ %20-35) zengindir (Mishra vd., 2007).

Çalışma alanındaki örneklerin $\Sigma\text{HNTE}/\Sigma\text{ANTE}$ oranına göre manganez yatağı oluşmadan önce HNTE zenginleşmiştir. Dubinin ve Volkov' a göre düşük bir Ce/La oranı (0,12), hidrojenetik manganez-hidroksitlerle ilişkilidir. Çalışma alanındaki örneklerin de Ce/La oranı ~0,21' dir. Karbonat, biyojenik ve toprak bileşenlerinin artmasıyla Ce/La oranı da artmaktadır. Ayrıca yüksek Ce/La oranı (~4,5) stratiform yataklardaki volkanoklastikleri göstermektedir. Volkanoklastik bileşenin azalmasıyla, stratabound yataklarda bu oran 0,8' e kadar düşmektedir (Mishra vd., 2007). NTE içeriklerine göre hidrotermal, hidrojenetik ve diyajenetik yataklar birbirinden ayrılabilir. Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramında örneklerin dağılımı daha çok hidrotermal yataklara benzer bir dağılım gösterir. (Şekil 4.17).



Şekil 4.17. Kondrite göre normalize edilmiş NTE diyagramı (Hein et al. (1987, 1997), Aplin (1984), Clauer et al. (1984), Glasby et al. (1987)' den derlenmiştir; Usui ve diğ., 1997' den).

5. SONUÇLAR

1- Cevherleşmeler Orta Eosen yaşlı Maden Karmaşığı' na ait çamurtaşlı litolojisi içerisinde düzensiz mercekler ve ardalanmalı tabakalar şeklinde bulunmaktadır. Hazar yöresindeki cevherleşmeler birbirinden bağımsız üç ayrı bölgede gözlenmektedir. Bunlar doğudan batıya doğru Toplu T., Katran T. güneybatısı ve Mezarlık yöresindeki cevherleşmelerdir. Toplu T. cevherleşmeleri, KD-GB doğrultulu bir hat boyunca Bektaş ve Tilki taş sırtı boyunca yaklaşık 1400-1500 m. devam etmektedir. Cevherin kalınlığında yer yer incelmeler olmakla birlikte, 0.5-6 m. arasında kalınlığa erişmektedir. Katran T. cevherleşmeleri ise Katran Tepenin hemen güney batısından başlamakta ve 200-250 m. devam etmektedir. Doğrultusu KB-GD şeklindedir, kalınlıkları ise 0.5-1.5 m. arasındadır. Mezarlık bölgesi manganez oluşumlarında ise manganez tabakaların kalınlığı genellikle 8-10 cm. dir ve bu tabakalar üste doğru çamurtaşları ile ardalanmalı olarak devam etmektedir.

2-Cevher mineralleri manganit, pirolusit, hausmanit, braunit, rodokrozit, hematit ve limonittir. Cevher minerallerinden braunit metamorfik sedimanter manganez-oksit cevherlerinde yaygındır. Bazı durumlarda manganez-oksit yataklarının diyajenezi ile de oluşmuş olabilir. Hidrotermal yataklarda ise oldukça yaygındır. Bu mineralojik özellik bize bu cevherlerin hidrotermal katkılarla oluşmuş olduğunu göstermektedir.

3-Cevherli örneklerde ana oksit bileşenleri çokluk sırasına göre; Fe_2O_3 , SiO_2 , MnO ve CaO şeklinde değişmektedir. Maden Karmaşığı ile ilişkili Mn-oksit cevherlerinde ana oksitlerden Fe_2O_3 ve SiO_2 örneklerin % 57,49'unu, MnO ve Fe_2O_3 ise % 53,91' ini oluşturmaktadır. Bu cevherlerdeki MnO değerleri % 13,77 ile % 23,57 arasında değişmektedir ve ortalama olarak ise % 19,6 MnO içermektedir. Aynı cevherlerin Fe_2O_3 içerikleri % 19,74 ile % 44,21 arasındadır ve ortalaması % 34,31' dir. SiO_2 değerleri ise % 18,72 ile % 27,62 arasında değişmekte ve ortalama % 23,18' dir. Maden Karmaşığı ile ilişkili Mn cevherlerinde MnO ile Fe_2O_3 , MgO , TiO_2 ve Cr_2O_3 arasında pozitif korelasyon görülürken, SiO_2 , Al_2O_3 , Na_2O , CaO , K_2O ve P_2O_5 arasında negatif korelasyonlar görülmektedir. Maden Karmaşığı içerisindeki cevherlerin Fe/Mn oranları ~ 1,5 civarındadır. Bu değer de göstermektedir ki yöredeki oluşumlarda Fe ve Mn ayrılımı çok belirgin olarak gerçekleşmemiştir. Bu da hala çökelimin kaynak bölgeye çok daha yakın olduğunu işaret etmektedir.

4-Hazar bölgesine ait cevherleşmelerinin ana oksit ve iz elementlerinin ortalama kimyasal bileşimi, Türkiye' de GDA Bindirme kuşağındaki Maden Karmaşığı içerisindeki diğer Mn yataklarına ve Alihan (Pütürge-Malatya) demirli-manganez cevherleşmelerine benzer özelliklere sahiptir. Dünyada ise daha çok Tokoro (Japonya) hidrotermal manganez yatağına benzemektedir. Hidrojenik ve hidrotermal yatakların ayırımında kullanılan Zn, Ni, Co

elementlerinin Maden Karmaşığı içerisindeki cevherleşmelerdeki bolluklarına baktığımızda, bu üç elementten en fazla Ni ve Zn' ca zenginleşmiş olması, oluşumunda hidrotermal aktivitelerinin etkisinin olduğunu göstermektedir.

5-Yöredeki manganez yataklarının nadir toprak element konsantrasyonunun oldukça yüksek olduğu gözlenmiştir ve Σ NTE içerikleri 306-532 (ortalama 444 ppm) ppm arasında değişmektedir. Bu örnekleri kondritlere göre normalleştirdiğimizde ise HNTE bakımından zenginleştiği görülmüştür. Yöredeki örnekler, kuvvetli negatif Ce anomalisi ve hafif negatif Eu anomalisi göstermektedir. Kuvvetli negatif Ce anomalisi de cevherleşmelerin tümüyle hidrojenetik olmadığını göstermektedir. Gözlenen negatif Eu anomalileri cevherin çökelmiş olduğu çözeltinin sıcaklığının 250°C' nin üzerine çıkmadığını göstermektedir.

6- Cevherleşmelerin jeokimyasal özellikleri ve saha gözlemleri birlikte değerlendirildiğinde; Hazar çevresindeki cevherleşmelerin "hidrotermal-ekshalatif sedimanter" yataklara benzer şekilde oluştuğu sonucuna varılmaktadır.

KAYNAKLAR

- Açıkbaş, D., Baştuğ, M.C., 1975, V. Bölge Cacas-Hani yöresi kuzey sahalarının jeolojisi ve petrol olanakları. TPAO Rap. No. 917, (Yayınlanmamış), Ankara.
- Adachi, M., Yamamoto, K., and Sugisaki, R., 1986. Hydrothermal chert and associated siliceous rocks from the northern Pacific: Their geological significance as indication of ocean ridge activity. *Sed. Geol.*, 47, 125-148.
- Aktaş, G. and Robertson, A.H.F., 1984, The Maden Complex, SE Turkey: Evolution of a Neotethyan active margin; J.E Dixon ve A.H.F. Robertson, ed, *The Geological Evolution of the Eastern Mediterranean*, Edinburgh, 375-402.
- Aktaş, G. and Robertson A.H.F., 1990. Tectonic evolution of the Tethys suture zone in SE Turkey: Evidence from the petrology and geochemistry of Late Cretaceous and Middle Eocene extrusives. In: *Symp. on ophiolite genesis and evolution of oceanic lithosphere Geol. Soc., London, Special Publ.*, 311-328.
- Altunbey, M. ve Sağiroğlu A., 1995, Koçkale-Elazığ manganez cevherleşmelerinin özellikleri ve kökeni, *MTA Dergisi*, 117, 139-148.
- Bingöl, A.F., 1984, Geology of the Elazığ area in the Eastern Taurus region. In: O. Tekeli and C. Göncüoğlu (eds.), *Geology of the Taurus Belt Proceedings*, MTA, Ankara, 209-216.
- Bingöl, A.F., 1986a. New findings on the structural setting on the chromites in the Guleman Ophiolitic massive (Eastern Taurus-Turkey). *Journal of Fırat University, Science and Technology, Elazığ*, 1, 37-46.
- Bingöl, A.F., 1986b. Petrographic and petrologique characteristic of intrusive rocks of Guleman ophiolite (Eastern Taurus-Turkey). *Geosound*, 13/14, 41-57.
- Bingöl, A.F., 1987. Petrographic and petrological characteristic of the Guleman Ophiolitic Massive: *F.Ü. Fen Bilimleri Enst. Dergisi.*, s.1.
- Bingöl, A.F., 1988. Petrographical and petrological features of intrusive rocks of Yüksekova Complex in the Elazığ region (Eastern Taurus-Turkey). *Journ. of Fırat Univ.*, 3/2, 1-17.
- Bingöl, A.F., 1993. Çermik-Çüngüş ve Dicle yöresi magmatik kayaçlarının petrografik özellikleri. *F.Ü.Fen ve Müh. Bil. Derg.*, 5/1, 1-11.
- Bonatti, E., Kraemer, T., and Rydell, H., 1972. Classification and genesis of submarine iron-manganese deposits. In: D.R. Horn (eds), *Ferromanganese deposits on the ocean floor*, Washington, Natl, Sci. Foundation, 149-166.
- Bonatti, E., Zerbi, M., Kay, R., and Rydell, H.S., 1976, Metalliferous deposits Aphenine Ophiolites. *Geol. Soc.. America Bull.*, 87, 83-94.

- Boström, K., 1970, Submarine volcanism as a source of iron. *EarthbPlanet. Sci. Letters*, 9, 348-354.
- Choi, J.H. and Hariya, Y., 1992. Geochemistry and depositional environment of Mn oxide deposits in the Tokoro belt, Northeastern Hokkaido. *Japan. Econ. Geol.*, 87, 1265-1274.
- Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.S., Williams, L., and Feigenson, M.D., 1982. Manganiferous cherts of the Franciscan assemblage. I. General geology, ancient and modern analogues and implications for hydrothermal convection at oceanic spreading centers. *Econ. Geol.*, 540.
- Çelik, H., 2003; Mastar Dağı (Elazığ GD' su) çevresinin stratigrafik ve tektonik özellikleri: F.Ü. Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi (yayınlanmamış).
- Delian, F., 77, 519-Dasgupta, S., Bolton, B.R., Hariya, Y., Momoi, H., Miura, H., Liagu, L., and Roy, S., 1992. Mineralogy and geochemistry of the Proterozoic Wafangzi ferromanganese deposit, China. *Econ., Geol.*, 87, 1430-1440.
- Erdem, E., 1987. Elazığ-Karadere-Gölaradı köyleri arasındaki magmatitlerin petrografik incelemesi: YLS Tezi, F.Ü. Fen Bilimleri Enst., 67 s. (Yayınlanmamış).
- Erdem, E., 1994, Pütürge (Malatya) Metamorfikleri'nin Petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi.
- Erdoğan, B., 1977, Geology geochemistry and genesis of the sulphide deposits of the Ergani-Maden region SE Turkey., Ph. D.Thesis, Univ. New Brunswick.
- Engin, T., Bağcı, M., Sümer, Y. ve Özkan, Y.Z., 1983. Guleman (Elazığ) krom yatakları ve peridotit biriminin genel jeoloji konumu ve yapısal özellikleri: *MTA Dergisi*, 95/96, 77-100.
- Erdoğan, B., 1982. Ergani-Maden yöresindeki Güneydoğu Anadolu Ofiyolit Kuşağının Jeolojisi ve volkanik kayaları, *TJK Bült.*, v. 25, pp. 49-60.
- Fitzgerald, C.E., and Gillis, K.M., 2005. Hydrothermal manganese oxide deposits from Baby Bare seamount in the Northeast Pacific Ocean. *Marine Geology*, 225, 145-156.
- Hein, J.R., Kochinsky, A., Halbach, P., Manheim, F.T., Bau, M., Kang, J.K., and Lubick, N., 1997. Iron and manganese oxide mineralization in the Pacific. In: Nicholson, K., Hein, J.R., Buhn, B., Dasgupta, S. (Eds.). *Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits*, *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, vol. 119, pp. 123-138.
- Gültekin, A., H. 1997, Manganez yataklarının köken tesbitinde minerolojik ve kimyasal veriler. *Jeoloji Mühendisliği*, Sayı 50, 39-46.
- Herece, E. and Akay, E., 1992. Karlıova-Çelikhan arasında Doğu Anadolu Fayı. *Türkiye petrol Kongresi. Bildiriler*, 361-372.

- Jach, R., and Dudek, T., 2005. Origin of a Toarcian manganese carbonate/silicate deposit from the Krizna unit, Tatra Mountains, Poland. *Chemical Geology*, 224, 136-152.
- Jiancheng, X., Xiaoyong, Y., Jianguo, D., and Wei, X., 2005. Geochemical Characteristics of Sedimentary Manganese Deposit of Guichi, Anhui Province, China. *Journal of Rare Earths*, 24, 374-380.
- Karaman, T., 1993. Malatya Doğu ve Güneydoğu'sunun Jeolojisi ve Petrografisi. Doktora Tezi, Selçuk Üniv. Fen Bil. Ens., 198s., (Yayınlanmamış).
- Ketin, İ., 1983. Türkiye jeolojisine genel bir bakış: İTÜ Matbaası, No. 1259, 595 s., İstanbul.
- Kılıç, A.D., 2005, Hazar Gölü (Sivrice-Elazığ) güneyinin petrografik ve petrolojik özellikleri. Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 102 s.
- Meylan, M.A., Glasby, G.P., Knedler, K.E., and Johnston, J.E., 1981. Metalliferous deep-sea sediments. In: K.H., Wolf (eds.), *Handbook of strata-bound and stratiform ore deposits*, Amsterdam, Elsevier, 9, 77-178.
- Mishra, P.P., Mohapatra, B.K., and Singh, P.P., 2007. Contrasting REE Signatures on Manganese Ores of Iron Ore group in north Orissa, India. *Journal of Rare Earths*, 25, 749-758.
- Nicholson, K., 1992. Genetic types of manganese oxide deposits in Scotland: Indicators of paleo-ocean-spreading rate and a Devonien geochemical mobility boundary. *Econ. Geol.*, 87, 1301-1309.
- Oygür, V., 1990. Çayırılı (Ankara-Haymana) Manganez yatağının Jeolojisi, Oluşumu ve Kökeni üzerine görüşler. *MTA Dergisi*, 110, 29-43.
- Önal, A., 2000. Alihan-Pütürge (Malatya) demirli-manganez cevherleşmesinin jeokimyası. Yük. Lis. Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 56 s.
- Özkan, Y.Z., 1982. Guleman (Elazığ) ofiyolitinin jeolojisi ve petrolojisi: İ.Ü. Yerbilimleri Dergisi., 3(1-2), 295-312.
- Özkan, Y.Z., and Öztunalı, Ö., 1984. Petrology of the magmatic rocks of Guleman ophiolite Int. Symp. on the Taurus Belt., MTA, 285-293.
- Özkaya, İ., 1974. Güneydoğu Anadolu Sason ve Baykan yöresi stratigrafisi. *TJK Bült.*, 17 (1), 51-72.
- Özkaya, İ., 1975. Sason yöresinin yapısal jeolojisi: Cumhuriyetin 50. yılı Yerbilimleri Kongresi, Tebliğler, 21-30, Ankara.
- Özkaya, İ., 1978. Ergani-Maden yöresinin stratigrafisi: *TJK Bült.*, 2, 120-139.
- Öztürk, H., 1993. Türkiye manganez yatakları: Oluşum ve tipleri, *Jeoloji Mühendisliği*, 43, 24-33.

- Öztürk, H., 1997. Manganese deposits in Turkey: Distribution, types and tectonic setting. *Ore Geology Reviews* 12 (3), 187-203.
- Öztürk, H., and James, R. H., 1997. Mineralogy and stable isotopes of black shale-hosted manganese ores Southwestern Taurides, Turkey. *Economic Geology* 92, 733-744.
- Perinçek, D., 1979a. Palu-Karabegan-Elazığ-Sivrice-Malatya alanının jeolojisi ve petrol imkanları: TPAO arşiv no: 1361(yayınlanmamış).
- Perinçek, D., 1979b. The geology of Hazro-Korudağ-Çüngüş-Maden-Ergani-Hazar Malatya area. Guide book, TJK yayını, 33s.
- Perinçek, D., 1980b, Bitlis metamorfitlelerinde volkanitli Triyas: TJK Bült., 23, 201-211, Ankara.
- Perinçek, D., and Özkaya, İ., 1981. Arabistan levhası kuzey kenarı tektonik evrimi. *Yerbilimleri*, 8, 91-101.
- Perinçek, D., and Kozlu, H., 1984, Stratigraphy and structural relations of the units in the Afşin-Elbistan-Doğanşehir region (Eastern Taurus). *Geology of the Taurus belt. Int. Symp. Proc. Eds. Tekeli, O. and Göncüoğlu, M.C.*, p. 181-198, Ankara.
- Pracejus, B., and Bolton, B., 1992. Geochemistry of supergene manganese oxide deposits, Groote Eylandt, Australia. *Econ. Geol.*, 87, 1310-1335.
- Ramdohr, P., 1980. *The rare minerals and their intergrowths: Acedamia-Verlag, Berlin*, 1202 p.
- Rigo De Righi, M., and Cortesini, A., 1964. Gravity tectonics in Foothill structure of southeast Turkey: *Amer. Assoc. Petrol. Geologist Bull.* 48, 1911-1937.
- Roy, S., 1992, Environments and processes of manganese deposition. *Econ. Geol.*, Vol. 87, pp.1218-1236.
- Shah, M.T., and Moon, C.J., 2003. Mineralogy, geochemistry and genesis of the ferromanganese ores from Hazara area, NW Himalayas, northern Pakistan. *Journal of Asian Earth Sciences*, 23, 1-15.
- Sugisaki, R., 1984. Relation between chemical composition and sedimentation rate of Pasific ocean-floor sediments deposited since the middle Cretaceous, Basic evidence for chemical constraints on depositional environments of ancient sediments. *Jour. Geology*, 92, 235-259.
- Sungurlu, O., 1975. VI. Bölge kuzey sahaların jeolojisi: TPAO Raporu. No. 817, (yayınlanmamış).
- Sungurlu, O., Perinçek, D., Kurt, G., Tuna, E., Dülger, S., Çelikdemir, E., and Naz, H., 1985. Elazığ-Palu-Hazar alanının jeolojisi: petrol İşleri genel müdürlüğü dergisi., 29, 83-191.
- Karaman, T., 1993. Malatya Doğu ve Güneydoğusunun jeolojisi ve petrografisi. Doktora Tezi, Selçuk Univ. Fen Bil. Enst., 198 s., (Yayınlanmamış).

- Takahashi, Y., Shimizu, H., Kagi, H., Yoshida, H., Usui, A., and Nomura, M., 2000. A new method for the determination of Ce^{III}/Ce^{IV} ratios in geological materials; application for weathering, sedimentary and diagenetic processes. *Earth and Planetary Letters*, 182, 201-207.
- Toth, J.R., 1980, Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron. *Geol. Soc. America Bull.*, 91, 44-54.
- Turan, M., Aksoy, E. ve Bingöl, A.F., 1993. Doğu Toroslar' ın evriminin Elazığ civarındaki özellikleri. Hacettepe Üniversitesinde Yerbilimlerinin 25. Yılı Symp., Ankara, 25 s.
- Turan, M., Aksoy, E., ve Bingöl, A.F. 1995. Doğu Torosların Jeodinamik Evriminin Elazığ Civarındaki Özellikleri., *F.Ü.Fen ve Mühendislik Bilimleri Dergisi*, 7 / 2, 177-200.
- Türkyılmaz, B., 2004. Güneydoğu Anadolu Bindirme Kuşağındaki mangan yataklarının mineralojik, jeokimyasal ve kökensel olarak incelenmesi., Doktora Tezi, F.Ü. Fen Bil. Enst., Elazığ, 160 s.
- Usui, A., Someya, and M., 1997. Distribution and composition of marin hydrogenetic and hydrothermal manganese deposits in the north-west Pasific. In: Nicholson, K., Hein, J.R., Buhn, B., Dasgupta, S. (eds.), *Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits*, *Geol. Soc. Lond. Spec. Publ.*, vol. 119, pp. 177-198.
- Wonder, J.D., Spry, P.G., and Windom, K.E., 1988. Geochemistry and origin of manganese rich rocks related to iron-formation and sulfide deposits, Western Georgia. *Econ. Geol.*, 83, 1070-1081.
- Yazgan, E., 1972, Etude geologique et petrographique du complexe ophiolitique de la region situee au Sud-Est de Malatya (Taurus oriental, Turguie). *Univ. Geneve*, no:4, Doktora Tezi, 236 s.
- Yazgan, E., 1981. Doğu Toroslarda etkin bir paleo-kıta kenarı etüdü (Üst Kretase-Orta Eosen), Malatya-Elazığ, Doğu Anadolu. *Yerbilimleri*, 7,83-104.
- Yazgan, E., 1983. A geotraverse between the Arabian Platform and the Munzur Nappes. *Int. Symp. on the geology of the Taurus Belt*, *Field Guide Book*, Ankara, 199-208.
- Yazgan, E., 1984. Geodynamic evaluation of the Eastern Taurus region. In: O. Tekeli and C. Göncüoğlu (eds.), *Geology of the Taurus Belt Proceedings*, MTA, Ankara, 199-208.
- Yazgan, E. and Chessex, R., 1991. Geology and tectonic evolution of the Southeastern Taurides in the region of Malatya. *Tür. Pet. Jeo. Der.*, Ankara, 3,1,1-14.
- Yılmaz, Y., Yiğitbaş, E., Yıldırım, M. ve Genç, Ş.C., 1992. Güneydoğu Anadolu metamorfik masiflerinin kökeni. *Tür. 9. Petrol Kong. Bild.*, Ankara, 296-306.

- Yılmaz, Y., 1993. New evidence and model on the evolution of the southeast Anatolian orogen. Geol. Soc. Of Amer. Bull., 105, 251-271.
- Yiğitbaş, E., Yılmaz, Y. ve Genç, Ş.C., 1992. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Eosen nap yerleşmesi: Türkiye 9. Petrol Kong. Bild., Ankara, 307-318.
- Yiğitbaş, E., Genç, Ş.C., ve Yılmaz, Y., 1993. Güneydoğu Anadolu orojenik kuşağında Maden grubunun tektonik konumu ve jeolojik önemi; A. Suat Erk Jeoloji Sempozyumu (2-5 Eylül 1991) Bildirileri, A.Ü. Fen Fak. 251-264.