



**T.C.
İSTANBUL ÜNİVERSİTESİ-CERRAHPAŞA
LİSANSÜSTÜ EĞİTİM ENSTİTÜSÜ
YÜKSEK LİSANS TEZİ**

**GÖKÇEADA (ÇANAKKALE) MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN
JEOKİMYASI VE OLUŞUMU**

Öğrenci Ad SOYAD

Jalal BASHIROV

**DANIŞMAN
Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK**

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

**Program Adı
Jeoloji Mühendisliği**

Haziran, 2023

TEZ KABUL VE ONAYI

Jalal BASHIROV tarafından, **Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK** danışmanlığında hazırlanan "**GÖKÇEADA (ÇANAKKALE) MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN JEOKİMYASI VE OLUŞUMU**" başlıklı bu çalışma, jürimiz tarafından **06/06/2023** tarihinde yapılan sınav sonucunda **oy birliği** ile başarılı bulunarak **Yüksek Lisans Tezi** olarak kabul edilmiştir.

Tez Jürisi

	İmza	Sonuç
DANIŞMAN	Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK	<input checked="" type="checkbox"/>
	İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa	Kabul <input type="checkbox"/>
	Jeoloji Mühendisliği	Ret
ÜYE	Prof. Dr. Nurullah HANILÇI	<input checked="" type="checkbox"/>
	İstanbul Üniversitesi- Cerrahpaşa	Kabul <input type="checkbox"/>
	Jeoloji Mühendisliği	Ret
ÜYE	Prof. Dr. Emin ÇİFTÇİ	<input checked="" type="checkbox"/>
	İstanbul Teknik Üniversitesi	Kabul <input type="checkbox"/>
	Jeoloji Mühendisliği	Ret

BEYAN

Bu tez çalışmasının kendi çalışmam olduğunu, tezin planlanmasından yazımına kadar bütün aşamalarda etik dışı davranışımın olmadığını, bu tezdeki bütün bilgileri akademik ve bilimsel etik kuralları içinde elde ettiğimi, bu tez çalışmasıyla elde edilmeyen bütün bilgi ve yorumlara kaynak gösterdiğimi ve bu kaynakları da kaynaklar listesine aldığımı, yine bu tezin çalışılması ve yazımı sırasında patent ve telif haklarını ihlal edici bir davranışımın olmadığını ve her türlü hukuki sorumluluğu aldığımı kabul ederim.

Öğrenci Jalal BASHIROV

(İmza)



Değerli tez danışmanım Prof. Hüseyin ÖZTÜRK'e ithaf ediyorum...

BÜTÇE DESTEKLERİ

GÖKÇEADA (ÇANAKKALE) MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN JEOKİMYASI VE OLUŞUMU

Bu tez çalışması için herhangi bir kurumdan bütçe desteği alınmamıştır.

TEŞEKKÜR

Yüksek lisans boyunca tez çalışmamın gerçekleşmesini sağlayan ve ister yüksek lisans öğrenimim isterse de tez yazımı süresi boyunca yaptığı değerli katkılarından ötürü danışman hocam sayın Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK'e sonsuz teşekkürlerimi bildiririm.

Arazi çalışmalarına katılıb, eksiklerimi gidererek çalışmalarına yön veren Prof. Dr. Nurullah HANILÇI'ye derin minnettarlığımı bildiririm.

Tez yazımı ve laboratuvar işleri sürecinde kendi desteğini asla esirgemeyerek örneklerin ve tezdeki resimlerin hazırlanmasındaki değerli yardımını gösteren, tüm sorularımı sabırla dinleyerek yardımcı olmak için gerekli her şeyi yapan Arş. Grv. Dr. Cem KASAPÇI'ya teşekkürlerimi bir borç bilirim.

Tez çalışmamın gerekli tüm aşamalarında sorularıma cevap vererek gerekli desteği sağlayan Arş. Grv. Dr. Zeynep CANSU'ya ve arazi çalışmalarında Merkez grubunun danışmanı olarak bize yardımcı olan değerli hocam Arş. Grv. Dr. Özge KARSLIOĞLU'na şükranlarımı sunarım. Arazi çalışmalarında desteğini esirgemeyerek bana destek olan jeoloji mühendisi Feridun HACILAR'a ve jeoloji harita kampında bulunan İstanbul Üniversitesi Jeoloji mühendisliği bölümü, üçüncü sınıf lisans öğrencilerine samimi arkadaşlıklarından dolayı derin teşekkürlerimi bildiririm.

Haziran 2023

Jalal BASHIROV

İÇİNDEKİLER

Sayfa No

1. GİRİŞ	1
1.1. GÖKÇEADA’NIN COĞRAFİ KONUMU	1
1.2. GÖKÇEADA’NIN MORFOLOJİSİ	1
1.3. GÖKÇEADA’NIN HİDROGRAFİSİ	1
1.4. İNCELEME ALANINA ULAŞIM	1
2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE	3
2.1. AMAÇ VE KAPSAM	3
2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	3
2.3. BÖLGESEL JEOLJİ	5
2.3.1. ERKEN PALEOZOYİK	5
2.3.2. TERSİYER.....	5
<i>Eosen</i>	6
<i>Oligosen</i>	6
<i>Miyosen</i>	6
2.3.3. Kuvaterner.....	7
3. YÖNTEM	11
3.1. SAHA ÇALIŞMALARI	11
3.2. LABORATUVAR İNCELEMELERİ	11
3.2.1. İnce Kesit Çalışmaları.....	11
3.2.2. Cevher Parlatması Kesit İncelemesi	12
3.2.3. Büro Çalışmaları	12
4. BULGULAR	13
4.1. STRATİGRAFİ	13
<i>Mezardere formasyonu</i>	13
<i>Osmancık formasyonu</i>	16
<i>Eşelek volkanitleri</i>	18
4.2. YAPISAL UNSURLAR	19
4.3. GÖKÇEADA’NIN JEOLJİK EVRİMİ	21

4.4. EKONOMİK JEOLJİ.....	23
4.4.1. Manganez ve mineralleri.....	23
4.4.2. Yataklanma tipleri.....	26
4.4.3. Türkiye mangan yatakları.....	29
4.5. KIRANCIK MANGANEZ CEVHERLEŞMESİ.....	32
4.5.1. Cevherleşmenin geometrisi.....	32
4.5.2. Alterasyon özellikleri.....	38
4.5.3. Cevherleşmenin mineralojisi.....	45
4.5.4. Cevherleşmenin jeokimyası.....	46
<i>Ana element içeriğine göre jenetik değerlendirme.....</i>	<i>47</i>
<i>Eser element içeriğine göre jenetik değerlendirme.....</i>	<i>49</i>
<i>Nadir yer element içeriğine göre jenetik değerlendirme.....</i>	<i>51</i>
5. TARTIŞMA.....	52
5.1. MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUMU.....	52
6. SONUÇ VE ÖNERİLER.....	53

ŞEKİL LİSTESİ

Sayfa No

- Şekil 1.1. İnceleme alanının yer buldur haritası. 2
- Şekil 2.1. Gökçeada'nın jeoloji haritası: Qal- Alüvyon; Qym- Yamaç molozu; Tmç- Çanakkale Formasyonu: Kumtaşı, kıltaşı, silttaşı vb.; Tme- Eşelek volkanitleri: Bazaltik andezit, andezitik piroklastitler; Tmel- Lav üyesi: Gri-koyu gri renkli piroksen andezitik lav; Tmk- Kesmekaya volkanitleri: Kül-blok akıntısı, lahar türü piroklastit akmaları; Togi- Gökçeada ignimbiriti: Kirli beyaz reklı pomzalı ve pomza akmalı; Togd- Gökçeada domları: Porfirik dokulu andezit; Tomu- Mutludere sokulumu: Kuvars monzonit, diyorit-diyorit porfir; Tec- Mezdere Formasyonu: Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, marn vb.; Tec- Ceylan Formasyonu: Kıltaşı, kumtaşı, silttaşı, şeyl, marn vb.; Teck- Kumtaşı üyesi: Orta-kalın tabakalı kumtaşı, silttaşı; Tes- Soğucak Formasyonu: Resifal kireçtaşı; Teko- Koyunbaba Formasyonu: Konglomera, kumtaşı, silttaşı; Tek- Karaağaç Formasyonu: Kumtaşı, kıltaşı, kireçtaşı, marn, çakıltaşı vb.; Tekd- Dağçıtepe volkaniti: Riyolitik lav, tüf ve tüfit; Peça- Çamlıca metamorfileri: Mika şist, serisit şist, klorit şist vb. (Sarı ve diğ., 2015'ten alınmıştır). 8
- Şekil 2.2: Gökçeada'ya ilişkin KB-GD doğrultusunda ölçeksiz şematik jeolojik kesit (Kça; Çamlıca metamorfileri, Tek; Karaağaç Formasyonu, Tekd; Dağçıtepe volkaniti, Tec; Ceylan Formasyonu, Tom; Mezdere Formasyonu, Tomu; Mutludere sokulumu, Togd; Gökçeada domları, Togi; Gökçeada ignimbiriti, Tme; Eşelek volkanitleri, Tmel; Eşelek volkanitleri lav üyesi, Tmç; Çanakkale Formasyonu, Qal; Alüvyon), (Sarı ve diğ., 2015'den alınmıştır)..... 9
- Şekil 2.3: Gökçeada'nın genelleştirilmiş sütun kesiti (Sarı ve diğ., 2015'den alınarak hazırlanmıştır)..... 10
- Şekil 3.1: Struers marka ince kesit hazırlama makinesi. 11
- Şekil 4.1: İnceleme alanın jeoloji haritası ve jeolojik enine kesiti. 14
- Şekil 4.2: Tokluca Sırtı'nın güney batısında Mezdere formasyonuna kumtaşı tabaklarının arasında gözlemlenen 5-10 cm'lik kömür bandı seviyesi (E: 405279, N: 4448098). 15
- Şekil 4.3: Tokluca Sırtı'nın güney batısında Mezdere formasyonuna ait kıltaşı üzerine uyumlu çökelmiş Osmancık formasyonuna ait çakıllı kumtaşı seviyesinin görünümü (E: 405600, N: 4448029). 15
- Şekil 4.4: Tokluca Sırtı'nın güneyinde Mezdere formasyonuna ait bitki fosilleri (E: 405413, N: 4448350). 16
- Şekil 4.5: Umut Tepe'nin kuzey batısında yerleşen Osmancık formasyonunun taban seviyesine ait pelesipod kavkıları (E: 405134, N: 4448743). 17

Şekil 4.6: Yayvan Tepe'nin kuzey batısında gözlemlenen Osmancık formasyonuna ait çakıltaşı seviyesi (E: 406144, N: 4447725).	17
Şekil 4.7: Ahlatlı Sırtı'nın doğusunda gözlemlenmiş andezitik aglomeralar (E: 407633, N: 4447941).	18
Şekil 4.8: Gökçeada'nın stratigrafik kesiti (A) ve jeoloji haritası (B) (Koral ve diğ., 2008). Gökçeada'nın basitleştirilmiş jeolojik haritası ve tektonik özellikleri, adanın 3 boyutlu morfolojisi üzerine eklenmiştir (dikey abartı 1:1).	20
Şekil 4.9: Gökçeada için basitleştirilmiş bir tektonik model. Faylar boyunca hareketler KD-GB doğrultusunda genişlemeye neden olurken, KB-GD sıkışmasına ve adanın kuzeyinde horst-graben yapısının belirginleşmesine neden olmuştur (Koral ve diğ., 2008).	22
Şekil 4.10: KAF'ın yer aldığı Saros Çukuru'na göre Gökçeada'daki morfotektonik özelliklerin ve yükselmenin gelişimi için basitleştirilmiş eskizler. Morfotektonik özelliklerin neden asimetrik dağılım gösterdiğini açıklıyor (Koral ve diğ., 2008).	23
Şekil 4.11: Jeolojik zaman çizelgesinde Mn cevherinin yayılım gösterme grafiği.	28
Şekil 4.12: Türkiye manganez yataklarının tipleri (Öztürk ve diğ., 2019'dan yararlanılarak hazırlanmıştır).	31
Şekil 4.13: Madencilik işlerinin durdurulduğu yer. Cevherin toprakta morumsu-siyah iz salmış döküntü halindeki yayılımı. Kırmızı renkli çizgiler cevherin yayılım gösterdiği yeri, siyah çizgi ise fay hattını göstermektedir.	33
Şekil 4.14: 72°GB eğimli mangan cevherinin volkanik tüflerin kırık-çatlaklarında gelişim gösterdiği fay düzlemi.	33
Şekil 4.15: Manganez cevherinin yayılım gösterdiği fayın genel fotosu. Siyah çizgi fay hattını göstermektedir.	34
Şekil 4.16: Faylı dere boyunca gelişim göstermiş mangan boyalı tüf. Manganez boyalı tüfler kırmızı çizgiyle belirtilmiştir.	35
Şekil 4.17: Volkanik tüf ve mangan oksitinin birlikte bulunduğu G12 örneği.	36
Şekil 4.18: Faylı dere boyunca gelişim göstermiş mangan cevheri. Siyah çizgi fay hattını, kırmızı çizgi ise cevherleşmeyi gösteriyor.	37
Şekil 4.19: Kırık-çatlaklarından sızarak volkanik birimlerin üstünü sıvayan mangan boyalı volkanik tüfler.	38
Şekil 4.20: Volkanik tüflerde gelişim gösteren manganez cevheri.	39
Şekil 4.21: Volkanik tüflerde gelişim göstermiş mangan cevheri.	40
Şekil 4.22: Volkanik tüflerin içerisinde gelişmiş mangan cevherleşmesinin genel görünümü. Volkanik tüflerde kil alterasyonu gelişmiştir.	41

Şekil 4.23: Volkanik birimlerde gelişim göstermiş mangan cevheri.....	42
Şekil 4.24: Volkanik birimlerde gelişim göstermiş mangan cevheri.....	42
Şekil 4.25: Mangan örneklerinin konumu.	44
Şekil 4.26: Mangan cevherinde gözlemlenen piritli ve demirli zon (G12 örneğinin kesiti). ...	45
Şekil 4.27: Manganez cevherindeki piritler (G10 örneğinin kesiti).	45
Şekil 4.28: Cevher örneklerinin Si-Al diyagramındaki konumları (Toth, 1980).	48
Şekil 4.29: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar ve Gökçeada'daki ana element değerlerinin PAAS'a göre normalize edilmiş diagramı. Alminyum ve sodyum oksid değerleri düşük değerlere sahip olsada, mangan, kalsium ve demir oksidin zenginlik gösterdiği görülmektedir. Diğer değerler ise ara sıralarda yer almaktadır.	49
Şekil 4.30: Fe ve Mn'ye karşı (Co + Ni + Cu) x 10'un üçlü diyagramı, Toth 1980'den alınmıştır ("Hidrojenetik" ve "hidrotermal" alanlar Bonatti ve diğerleri, 1972b'den, Pasifik manganez nodülleri Toth 1980'den, DPY (Doğu Pasifik Yükselişi) metali tortul verileri, Corliss ve Dymond, 1975'ten, Bauer Havzası smektit verileri Eklund, 1974'ten, Elmalar ve Nikopol manganez yatağı verileri ise Öztürk, 2020'den alınmıştır).	50
Şekil 4.31: Şaşmaz vd., 2013 ve Toth, 1980'den yararlanılarak hazırlanmış manganez yataklarının oluşumu için ayırıcı diagram.	50
Şekil 4.32: Cevher örneklerinin şöyle göre normalize edilerek çizilmiş spider diyagramı (normalize PAAS'a göre yapılmıştır).	51
Şekil 5.1: Manganın sığ su kırıntılı sedimanlarından ve okyanus ortası sırt bazaltlarından derin sulara transferi. Ölçeksiz (Maynard, 1983).	52

TABLO LİSTESİ

Sayfa No

Tablo 1: Mn cevher yataklarındaki baskın Mn minerali (https://www.sedimentaryores.net/Manganese/Minerals%20table.html).....	24
Tablo 2: Ekonomik değere sahip manganez mineralleri (Çardaklı, 2010; http://metalpedia.asianmetal.com/metal/manganese/ ; https://az.wikipedia.org/wiki/Ramsdellit ; https://tr2tr.wiki/wiki/Coronadite).....	24
Tablo 3: Manganez maden yataklarının sınıflandırılması (Tözün, 2013).	27
Tablo 4: Türkiye manganez rezervleri (MAPEG, 2019; İşletmelerin 2018 yılı faaliyet raporlarından alınmıştır).	29
Tablo 5: İnceleme alanından toplanan örneklerin açıklaması ve koordinatı.	43
Tablo 6: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar, Gökçeada ve PAAS manganez cevheri örneklerinin ana element analiz sonuçları (Öztürk, 2020'den alınmıştır).	46
Tablo 7: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar, Gökçeada ve PAAS manganez cevheri örneklerinin iz element analiz sonuçları (Öztürk, 2020'den alınmıştır).....	46
Tablo 8: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar, Gökçeada ve PAAS manganez cevheri örneklerinin nadir toprak element analiz sonuçları (Öztürk, 2020'den alınmıştır).	47

SİMGE VE KISALTMA LİSTESİ

Simge	: Açıklama
°C	: Derece Santigrat
Kısaltma	: Açıklama
m	: Metre
cm	: Santimetre
PAAS	: Post-Archaean Australian Shale (Arkeyen Sonrası Avustralya Şeyli)
pH	: Hidrojenin gücü
ppm	: Milyonda bir (konsantrasyon)
MTA	: Maden Tetkik Arama
NTE	: Nadir Toprak Elementleri

ÖZET

[YÜKSEK LİSANS TEZİ]

[GÖKÇEADA (ÇANAKKALE) MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN JEOKİMYASI VE OLUŞUMU]

[Öğrenci Jalal BASHIROV]

İstanbul Üniversitesi-Cerrahpaşa

Lisansüstü Eğitim Enstitüsü

Jeoloji Mühendisliği Anabilim Dalı

Jeoloji Mühendisliği Programı

[Danışman : Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK]

Kırançık manganez cevherleşmesi, Gökçeada'nın GD'da yer alır ve Orta Miyosen yaşlı Eşlek volkanitleri içinde oluşmuştur. Cevherleşme fay boyunca bantlı yapılı 60 ve 80 cm kalınlıklı damarlar şeklinde; K48°B doğrultulu, 72°GB eğimli piroklastitlerin kırık ve çatlaklarında gözlemlenmiştir. Çakır Derenin kuzey kolunda, fayla kontrol edilen derede, toz ve döküntü halinde gelişim gösteren mangan, hidrotermal yolla oluşmuştur. Manganez cevherleşmesinin rezervi belli değildir ve maden işletmesinden düşük tenörlü olduğu anlaşılmaktadır. Cevherin volkanik birimlere yerleşme şekli ramplasman (yerini alma) ve epijenetiktir (ardoluşumlu).

Mangan dolgusu ile yan kayac kontağı arasında kalan sınırdaki alterasyon ürünü olarak meydana gelen killeşme oluşumunun hidrotermal kökenli olduğuna işaret etmektedir.

Kırançık manganez cevherleşme zonundaki mineral parajenezi "kuvars-pirit-kaolinit-rodokrosit-limonit-götit-pirolusit-psilomelan" şeklindedir. Volkanik birimlerdeki ayrışma, değişme ve parçalanma sonucu ortaya çıkan primer mineraller "kuvars-pirit-rodokrosit", sekonder mineraller ise "limonit-götit-hematit-pirolusit-kaolinit-psilomelan"dır.

Manganez cevherleşmesinin hidrotermal yolla oluştuğunu gösteren element içeriği değerlendirmeleri hakkında ana element içeriklerinde göre Toth (1980) Si-Al diyagramı sayesinde hidrotermal yolla oluştuğunu söyleyebiliriz. Eser element içeriğindeki yüksek Ni, As, Pb, Ba, Zn, Co ve düşük Mo değerleri mineral jenezinin düşük sıcaklık koşullarındaki hidrotermal ortamın varlığını göstermektedir. Co/Zn oranı 0,02 değeri ile hidrotermal yataklara işaret etmektedir. Nadir element içeriğindeki güçlü negatif Ce ve pozitif Eu anomalisi hidrotermal çözeltilere işaret etmektedir.

Haziran 2023, [84] sayfa.

Anahtar kelimeler: [oluşum, manganez cevherleşmesi, hidrotermal, jeokimya.]

ABSTRACT

[M.Sc. THESIS]

[GEOCHEMISTRY AND FORMATION OF GÖKÇEADA (ÇANAKKALE) MANGANESE MINERALIZATION]

[Jalal BASHIROV]

İstanbul University-Cerrahpaşa

Institute of Graduate Studies

Department of Geological Engineering

Geological Engineering

[Supervisor : Prof. Dr. Hüseyin ÖZTÜRK]

Kırançık manganese mineralization is located in the SE of Gökçeada and was formed within the Middle Miocene aged Eşelek volcanics. The mineralization is in the form of 60 and 80 cm thick veins with banded structure along the fault; It is observed in fractures and cracks of pyroclastics trending N48°W and dipping 72°SW. On the northern branch of Çakır Stream, in the fault-controlled stream, manganese, which developed as dust and debris, was formed by hydrothermal way. The reserve of manganese mineralization is not known and it is understood from the mining operation that it is of low grade. The way the ore settles in volcanic units is displacement and epigenetic (consecutive).

Argilization formation, which occurs as an alteration product at the boundary between the manganese fill and the contact of the host rock, indicates that the formation is of hydrothermal origin.

The mineral paragenesis in the Kırançık manganese mineralization zone is in the form of “kvars-pyrite-kaolinite-rhodochrosite-limonite-goethite-pyrolusite-psilomelane”. Primary minerals that emerge as a result of weathering, change and fragmentation in volcanic units are “kvars-pyrite-rhodochrosite”, and secondary minerals are “limonite-goethite-hematite-pyrolusite-kaolinite-psilomelane”.

Regarding the element content evaluations showing that manganese mineralization is formed by the hydrothermal way, we can say that it is formed by the hydrothermal way thanks to the Toth (1980) Si-Al diagram according to the main element contents. High Ni, As, Pb, Ba, Zn, Co and low Mo values in trace element content indicate the presence of hydrothermal environment in low temperature conditions of mineral genesis. The Co/Zn ratio indicates

hydrothermal deposits with a value of 0.02. The strong negative Ce and positive Eu anomaly in the rare element content indicates hydrothermal solutions. |
June 2023, 84 pages.

Keywords: [formation, manganese mineralization, hydrothermal, geochemistry.]



1. GİRİŞ

1.1. GÖKÇEADA'NIN COĞRAFİ KONUMU

Coğrafi konum olarak Gelibolu yarımadasının batısında ve Bozcaada'nın KB'da yer alan Gökçeada 285 km² yüzölçümüne ve Türkiye'deki en büyük ada ünvanına sahiptir. Gökçeada, kuzeyindeki Saros körfezine sokulan Ege çukurları ile Gelibolu yarımadasını taşıyan şelf bölgesi üzerindedir (Kapsız, 2013).

1.2. GÖKÇEADA'NIN MORFOLOJİSİ

Çoğunluğun dağlık ve tepelik alan olduğu adada, alüvyal düzlükler çok dar alan kaplamaktadır. Ada Neotektonik dönemde yükselerek güneye çarpılması sonucunda bugünkü morfolojik olarak kısmen asimetrik özelliğini kazanmıştır. Adanın en yüksek noktası olan Doruk dağı 673 metre yükseklik ile adanın kuzey kısmında yer almaktadır. Bazı yerlerde yüksekliği 400 metreyi geçen tepelerle kaplı adanın güney kısmı kuzeye göre daha alçak bir topografyaya sahiptir (Kapsız, 2004).

1.3. GÖKÇEADA'NIN HİDROGRAFİSİ

Gökçeada'nın 3 büyük akarsuyu Büyükdere, Ballıdere ve Değirmendere'dir. Değirmendere'nin batıdan doğuya doğru olan akışından farklı olarak, Büyükdere ve Ballıdere adanın kuzeydoğu – güneybatı doğrultusunda akış göstererek adayı ikiye ayırmıştır. Büyükdere adanın merkezinden başlayarak Kale koyunda denize ulaşmaktadır. Ballıdere ise adanın merkezinden Ege denizine kadar uzanmaktadır. Değirmendere'de dediğimiz gibi adanın batısından doğusuna doğru akmaktadır (Kapsız, 2004).

1.4. İNCELEME ALANINA ULAŞIM

Gökçeada Türkiye'nin en batı kısmında yerleşmektedir. Gökçeada'ya ulaşım yalnız deniz yolu ile sağlandığı için deniz yolu ile feribota yada deniz otobüslerine binmek gerekir. Eceabat-Kabatepe Limanı'ndan Gökçeada'ya düzenli olarak feribot ve arabalı vapur seferleri yapılmaktadır.

İnceleme alanı H15C2 paftasında Gökçeada'nın GD'da Kırançık Tepesi ile Tokmaklı Tepe arasında yer almaktadır. Manganez cevherleşmesi terkediliş (veya üretim yapılmayan) bir cevherleşme olduğundan cevher mostralalarına ulaşan yol bulunmamaktadır. Cevherli mostralara 455 metre mesafeye kadar köy yolu ile ulaşılmakta ve sonrasında yaya olarak 35 metre mesafeye kadar cevherleşmeye ulaşım sağlanmaktadır (Şekil 1.1).



Şekil 1.1. İnceleme alanının yer buldur haritası.

2. KAVRAMSAL ÇERÇEVE

2.1. AMAÇ VE KAPSAM

Gökçeada şimdiedek bir çok araştırmacının dikkatini çekmiş ve üzerinde bir çok farklı konulardan ve alanlardan araştırma yapılmış, Türkiye'nin en büyük adası ünvanına sahip bir adadır. Adada Mezozoyik'ten Kuvaterner'e kadar farklı jeolojik birimler mostra ve yüzlek vermektedir.

Bizim araştırmanın amacı ve kapsamı aşağıdaki gibidir:

1. Jeoloji haritası yapılması ile Mn cevherleşmesinin bulunduğu alanın kayaç türlerinin tanımlanması.
2. Manganez cevherleşmesinin fay boyunca nasıl gelişim gösterdiğinin saptanması.
3. Cevherleşmenin kökeninin öğrenilmesi için örnekler toplanması ve laboratuvar incelemeleri yapılması.

Manganez cevherinin ve inceleme alanının jeolojik özelliklerinin saptanması konusunda 1/25000 ölçekli topografya haritası kullanılmıştır. Jeoloji haritasını hazırlamak için ise çeşitli kurumlardan alınmış bilgi, veri ve dökümanlar kullanılmıştır. Örneğin, MTA dergilerindeki ve başka araştırmacılar tarafından hazırlanmış jeoloji harita bilgileri topografya haritalarına aktararak modifiye edilmiştir. Bundan başka elde olan verilere dayanarak gerekli jeolojik kesitler hazırlanmıştır.

2.2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

İnceleme alanının jeolojisiyle ilgili olarak şimdiedek yapılmış çalışmaların literatür özeti aşağıdaki gibidir.

Akartuna (1950), Gökçeada'yı İmroz adası adı altında kendinden önce yayınlanmış İngiliz ve Yunan jeologlarının çalışmalarını kendi makalesinde değerlendirmiş ve buna kendi bulgularını da ilave ederek bilime değerli katkılar sunmuştur. Makalede ilk önce adada Tersiyer yaşlı birimlerin olduğu ve Eosen yaşlı kireçtaşı ve flišlerin adadaki en yaşlı tortullar olduğu bildirilmektedir. Eosen ve Oligosen yaşlı flišleri ise birbirinden ayırt edilmiştir. Bundan başka kendinden önceki adadaki gözlemleri kendi 2 makalesinde hülasa yapmış Yunan jeolog olan GEOEGALAS'ın Sarmasiyen olarak belirttiğı adanın batısındaki Orta Miyosen yaşlı istifin aslında var olmadığını belirtmiştir. Başka bir anlaşmazlık ise Üst Miyosen'in sınırlı bir bölgede (GD'daki Kefalos uzantısı ile adanın batısında İnce burun ile Kömür burnu arasında) yayıldığı konusundadır.

Ercan ve diğ. (1995), "Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan Adalarındaki Tersiyer Volkanizmasının Özellikleri" başlıklı yayınlarında volkanik birimlerde özel çalışmalar yapmış ve volkanitleri "Balıklıçeşme, Çan, Kirazlı, Behram, Hüseyinfakı volkanitleri" ve "Ezine Bazaltı" olmakla 6 gruba ayırmışlardır. Araştırmacılar, çalışma alanının Alt Oligosen'den başlayarak kara haline

geçip yükseldiğini lav, tuf ve aglomeralardan oluşan volkanik ortamın aktif olduğu sonucuna varmışlardır.

Ercan (1996), “Biga ve Gelibolu yarımadaı ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarının jeolojik, arkeolojik ve tarihi özellikleri” başlıklı yazısında adanın genelde Senozoyik yaşlı birimlerden temelini ise Alt Eosen yaşlı Karaağaç formasyonundan (fliş, kıltaşı, marn, kireçtaşı ve kumtaşı) teşkil olduğunu gözlemlemişlerdir. Bunun üzerine ise Orta Eosen yaşlı Soğucak formasyonu, onunda üzerine Mezardere ve Osmancık formasyonu gelmektedir. Bununda üzerine ise andezit ve dasit türlü volkanik kayaların geldiği belirtilmiş daha üstte ise Miyosen yaşlı Gazhanedere formasyonu (yer yer marn ve kıltaşı ara katkılı kumtaşları) geldiği öne sürülmüştür.

Temel ve Çiftçi (2002), “Gelibolu Yarımadası, Gökçeada ve Bozcaada Tersiyer Çökellerinin Stratigrafisi ve Ortamsal Özellikleri” başlıklı çalışmalarında Gökçeada’nın jeolojisini öğrenmiş ve adada yüzlek veren volkanitler ve Tersiyer yaşlı çökeller Gelibolu Yarımadası’yla benzerlikler gösterdiğini gözlemlemişlerdir.

Araştırmacıların gözlemlerine göre toplam kalınlıkları 2 km civarında olan sedimanlar KD–GB doğrultulu adanın orta kesimleri boyunca yayılmıştır. Orta Eosen’de Soğucak formasyonuna rastlanmaktadır. Eosen yaşlı Ceylan formasyonunun fasiyesleri ise yer yer tüflerle aralanmalı çökelmiştir. Oligosen’in başlangıcından sonuna kadar gerçekleşen sığlaşma havzının tamamen karasallaşmasına sebep olmuştur. Danişmen formasyonunun Armutburnu üyesi, yazarların değindiği karasallaşmayı desteklemektedir. Erken-Orta Miyosen’de ise Ayvacık volkanitlerinin andezitik kayaları çok büyük bir alanı kapsamaktadır. Ayvacık volkanitlerinin üstüne ise sığ denizel ortama sahip Kirazlı formasyonu gelmektedir.

Kesgin ve Varol (2003), “Gökçeada ve Bozcaada’nın Tersiyer Jeolojisi” isimli çalışmalarında, genel olarak Tersiyer yaşlı birimlerden bahs etmektedirler. Erken Eosen yaşlı birimler Gökçeada’da Karaağaç formasyonu ile Bozcaada’da ise Fıçitepe formasyonu ile temsil edilmektedir. Orta Eosen yaşlı Soğucak formasyonu Nummulit fosilli kendisini üstleyen Ceylan formasyonu ise şeyl-kumtaşı aralanması ile çökeliğe devam etmektedir. Oligosen devrinde Mezardere ve Osmancık formasyonu gözlenmektedir. Bununda üzerine gelen Danişmen formasyonu Miyosen yaşlı volkanik birimlerle örtülmektedir. Üst Miyosen ile Erken Pliyosen zamanı aralığında ise Kirazlı, Gazhanedere ve Alçitepe Formasyonları çökelmiştir.

Kapsız (2004), “Gökçeada’da fiziki coğrafya araştırmaları” başlıklı yüksek lisans tezinde adanın jeolojisini ve jeomorfolojik evrimini ele almıştır. Araştırmacıya göre adada, volkanik ve tektonik olayların etkisi, adanın morfolojisinde önemli yer tutmaktadır. Adada volkanik birimlerin etkisinde dikkati çekecek değerdedir.

Pliyosen döneminde Saros körfezindeki açılma ile adanın yükselmesi ile adada, KG yönlü asimetri oluşturmuştur. Bu sebeple, adanın kuzeyi güneyine nazaran daha yüksektir. Bu yüzden ki, adanın kuzey kıyılarında çok fazla plaja rastalayamazsınız. Adada pediment benzeri etek düzlükleri çok gelişmiştir. Pliyosen’den şimdiedek pediment nitelikli etek düzlükleri ve birikintileri aşındırılarak parçalanmıştır.

Ada genel olarak KD-GB yönünde uzanmaktadır ve adanın drenaj kuruluşlarında KD-GB yönlü çizgilerle uyumludur.

Araştırmacı tezinde adanın tatlı su rezervi, iklim özellikleri, hidrografik özellikler, toprak gelişimi ve bitki örtüsünde değinmiştir.

Koral, Öztürk ve Hanilçi (2008), “Gökçeada adanın tektonik kaynaklı kıyı yükselme mekanizması” başlıklı ingilizce makalesinde, Gökçeada (eski adıyla İmros) adasındaki kıyı yükselişine yönelik kanıtları sunulmaktadır. Araştırmacıların araştırmalarına göre birçok kıyı tektonik, morfolojik ve jeolojik özelliğinin saha kanıtları ve bunlarla eşleşen sismik veriler, adanın hızlı bir yükselme yaşadığını göstermektedir. Bundan başka araştırmacılara göre yükselmenin başlama yaşı belirsiz olduğundan, gerçek yükselme oranı bilinmemektedir. Adadaki yükseliş hızlı görülsede oran KAF için başlama yaşına göre büyük ölçüde değişecek ve bu da tartışmaya her daim açıktır.

Öztürk ve diğ. (2020), “Türkiye’nin Mn yatakları” başlıklı ingilizce makalesinde Türkiye’deki Mn yataklarından bahs ederken Gökçeada’daki Mn cevherleşmesi hakkında cevherin adanın güneyinde 1.5 m kalınlığa ve 200 m uzunluğa varan damar şeklinde oluşduğunu söylemiştir. Araştırmacılara göre cevherleşme, Oligosen volkanoklastiklerinde 70-80° KD’ye eğimli bir damar olarak meydana gelir ve cevher damarı çevresindeki volkanoklastik kayalar arjilli alterasyon göstermektedirler. Bundan başka araştırmacılar cevher gövdesinin geometrisi açık ocakta görülebildiğini ve düşük Mn tenörü nedeniyle madencilik işlerinin durdurulduğunda belirtmektedir. Yapılan araştırmalara göre Mn cevherinin mineralleri piroluzit, psilomelan, limonit ve götittir. Steriller ise kalsit, kuvars, dolomit ve barittir. Araştırmacılar son olarak ise cevher hakkında epitermal damar kökenini açıkça gösteren yüksek miktarda Pb, Zn, Sb ve Au içerdiğinide belirtmişlerdir.

Sarı ve diğ. (2015), “Gökçeada’nın Jeolojisi” başlıklı çalışmalarında adanın detaylı jeoloji haritasını hazırlamışlar. Bundan başka bu çalışmada volkanitleri 6 farklı gruba ayırmışlar. Ayrıca ilk kez Eosen yaşlı volkanizmanın ürünlerini tespit etmişlerdir. Adadaki Çamlıca metamorfitlelerinin yaşıda Erken Paleozoik olarak yaşlandırılmıştır. Araştırmacılar eski çalışmalarda Fıçitepe formasyonu olarak tanımlanmış (Temel ve Çiftçi, 2002; İlgar ve diğ., 2008) birimi, Koyunbaba formasyonu ile değiştirmişlerdir. Bundan başka Ak Tepe, İnceburun, Zeytinli, Kuzu Limanı ve Koçdere Fayları öğrenilmiştir.

2.3. BÖLGESEL JEOLJİ

Adada Mezozoyik’ten Kuvaterner’e kadar hem metamorfik, hem magmatik, hem de çökel birimler yüzeylenmektedir.

2.3.1. ERKEN PALEOZOYİK

Sarı ve diğ. (2015) yayınladığı makaleye göre Erken Paleozoyik yaşlı Çamlıca metamorfitleleri kuvars, serizit ve şistten oluşmaktadır. Birim lokasyon olarak adanın kuzeybatısında yerleşen Dağıçi Tepe’de ve Dağıçi Tepe’nin batısındaki dere içinde yüzlek vermektedir.

2.3.2. TERSİYER

Keskin ve Varol (2003), Erken Tersiyer birimlerinin temelini gözlenmediğini ifade etsede, Temel ve Çiftçi (2002) ofiyolitik melanj olduğunu söylemektedir. Koral ve diğerleri (2008), adanın en yaşlı birimlerinin kuzeyde gözlemlendiğini söylemişlerdir. Adadaki birimlerin Erken Eosen’den Miyosen sonlarına kadar uzandığı genel kabul görmektedir (Kesgin ve Varol, 2003). Sonuç olarak, adadaki Tersiyer yaşlı birimler, 3 ayrı gruba ayrılmaktadır: Eosen, Oligosen ve Miyosen yaşlı birimler.

Eosen

Akartuna ve Atan'ın (1978) araştırmalarına göre Orta - st Eosen'e ait sedimanlar adadaki Tersiyer'in en yaşlı formasyonlarıdır. Eosen yaşlı bu okeller lokasyon olarak çok büyük bir alanda gözlenmektedir.

Alt Eosen yaşlı Karaağaç formasyonu Çamlıca metamorfiteilerinin üstüne uyumsuzlukla gelmektedir. Dağii Tepe'nin batı-güneybatısındaki dere içerisinde gözlemlenen birim; kumtaşı, siltaşı, kiltatşı ve marn ardanmasından oluşmaktadır (Sarı ve diğ., 2015) (şekil 2.1).

En iyi şekilde Dağii Tepe'de gözlemlenen Dağiitepe Volkanit yesi riyolitik bileşimli lav ve tüflerden oluşmakta ve Çamlıca metamorfiteilerini keserek Karaağaç formasyonu içine yerleşmektedir (Sarı ve diğ., 2015) (şekil 2.1).

Orta Eosen yaşlı Koyunbaba formasyonu Karaağaç formasyonunun üzerine uyumsuz olarak gelmektedir. Birim lokasyon olarak Kolbaşı Tepe'de, Raşit Tepe'nin güneyinde ve Soğucak Tepe'nin kuzeyinde kumtaşı ve akiltatşı ile temsil edilmektedir (Sarı ve diğ., 2015) (şekil 2.1).

Kireçtaşı ve kumtaşından oluşan Orta Eosen yaşlı Soğucak formasyonu Koyunbaba formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Ayrıca kireçtaşları bol nummulites fosilleri barındırmaktadır. Birimin taşıdığı sedimantar yapısal özelliklere ve fosillerine dayanarak sığ denizel ortamda oluştuğunu syliye biliriz. Birim lokasyon olarak Yumurta Tepe, Ak Tepe, Soğucak Tepe kuzeyi, Delik Tepe ve Karaçalı Tepe arasında gözlemlenmektedir (Sarı ve diğ., 2015) (şekil 2.1).

şeyl-kumtaşı ardanmasından oluşan Ceylan formasyonu, Soğucak formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmektedir. Derin deniz ortamında okelmiş Ceylan Formasyonu nummulit fossileri incelenerek Orta-Geç Eosen yaşlı olduğu saptanmıştır. Birimin gözlendiği alanlar adada Tepeköy, şirinky, Bademli köyü, şahinkaya, Dereköy, Kuzu Limanı ve Gökçeada ile merkezi arasındadır (Sarı ve diğ., 2015) (şekil 2.1).

Oligosen

Ceylan formasyonu zerine Oligosen yaşlı delta ortamına sahip Mezardere formasyonu uyumlu olarak gelmektedir. Bu formasyon egemen olarak kumtaşlarından oluşsada genellikle kumtaşı ve şeyl ardanmasından oluşmaktadır (Kesgin ve Varol, 2003).

Mezardere zerine uyumsuz olarak gelen st Oligosen yaşlı Gökçeada Ignimbiriti adanın doğusunda ve güneyinde yüzlek vermektedir. Birim adanın doğusundan Aktaş Tepe'ye kadar yüzeylenmektedir. Gökçeada Ignimbiriti kirli beyaz ve pembe renkli, yer yer pomza akmaları olarak adada gözlenmektedir (Sarı ve diğ., 2015) (şekil 2.1).

Miyosen

Lokasyon olarak güneydoğuda yer alan Aydncık yarımadasında mostralar vermekte olan birimler adadaki Miyosen yaşlı andezitlerdir (Kesgin ve Varol, 2003).

Gökçeada'daki volkanitleri ile ilgili kapsamlı bir araştırma yapan Sarı ve diğ., (2015) yayınladıkları makalede Miyosen yaşlı birimleri 3 kısma ayırmaktadır: Kesmekaya volkanitleri, Eşelek volkanitleri ve Çanakkale formasyonu.

Eski çalışmalarda Hisarlıdağ volkanitleri (Kesgin ve Varol, 2003) ve Ayvacık formasyonu (Temel ve Çiftçi, 2002) olarak isimlendirilmiş Kesmekaya volkanitleri, Sarı ve diğ. tarafından (2015) lav ve piroklastik akma olarak tanımlanmış ve Gökçeada ignimbriti üzerine uyumsuz olarak geldiği belirtilmiştir. Birim lokasyon olarak Sürmeli ve Aktaş Tepe arasında yüzeylenmektedir. Sümeli Tepe'deki lavlardan yapılan radyometrik yaş tayininde K/Ar yöntemiyle birimin yaşı $37,2 \pm 1$ My (Alt-Miyosen) olarak hesaplanmıştır (Sarı ve diğ., 2015).

İlk kez Sarı ve diğ. tarafından (2015) haritalanmış Eşelek volkanitleri andezit, lav ve piroklastitlerden oluşmaktadır. Kesmekaya volkanitlerini örten Eşelek volkanitleri Üst-Miyosen yaşlı Çanakkale formasyonu ile uyumsuz örtüldüyü için Orta Miyosen olarak yaşlandırılmıştır. Birim lokasyon olarak Eğrice Tepe ile Dal Tepe'den başlayarak, Eşelek güneybatısında Kocaçavuş ve Esencik Tepelerini de kapsayacak şekilde geniş bir alanda gözlenmektedir.

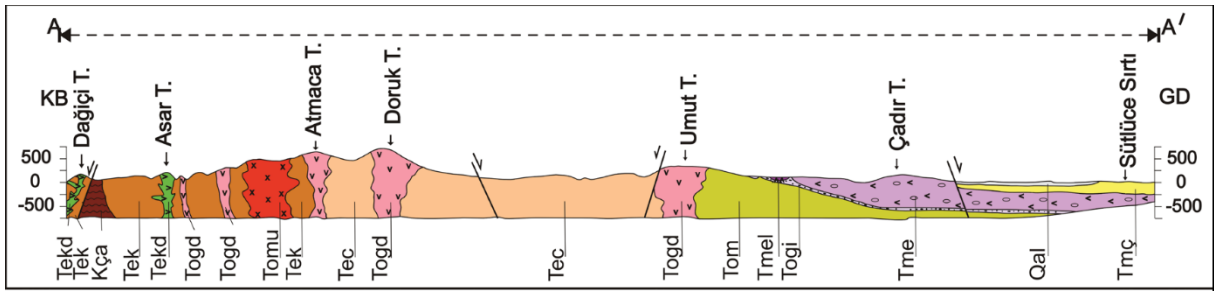
Geç Miyosen yaşlı sığ denizel ortamda gelişmiş Çanakkale formasyonu alttaki birimleri uyumsuzlukla (yatay şekilde) örtmektedir ve kumtaşı, silttaşından oluşmaktadır. Birim lokasyon olarak adanın doğusunda, güneyinde ve güneydoğusundaki dar alanları örtmektedir (Sarı ve diğ., 2015).

Birimin Miyosen olarak yaşlandırılma nedeni kumtaşları arasındaki ince şeyl bantlarından toplanan fosil örnekleridir (Akartuna ve Atan, 1978).

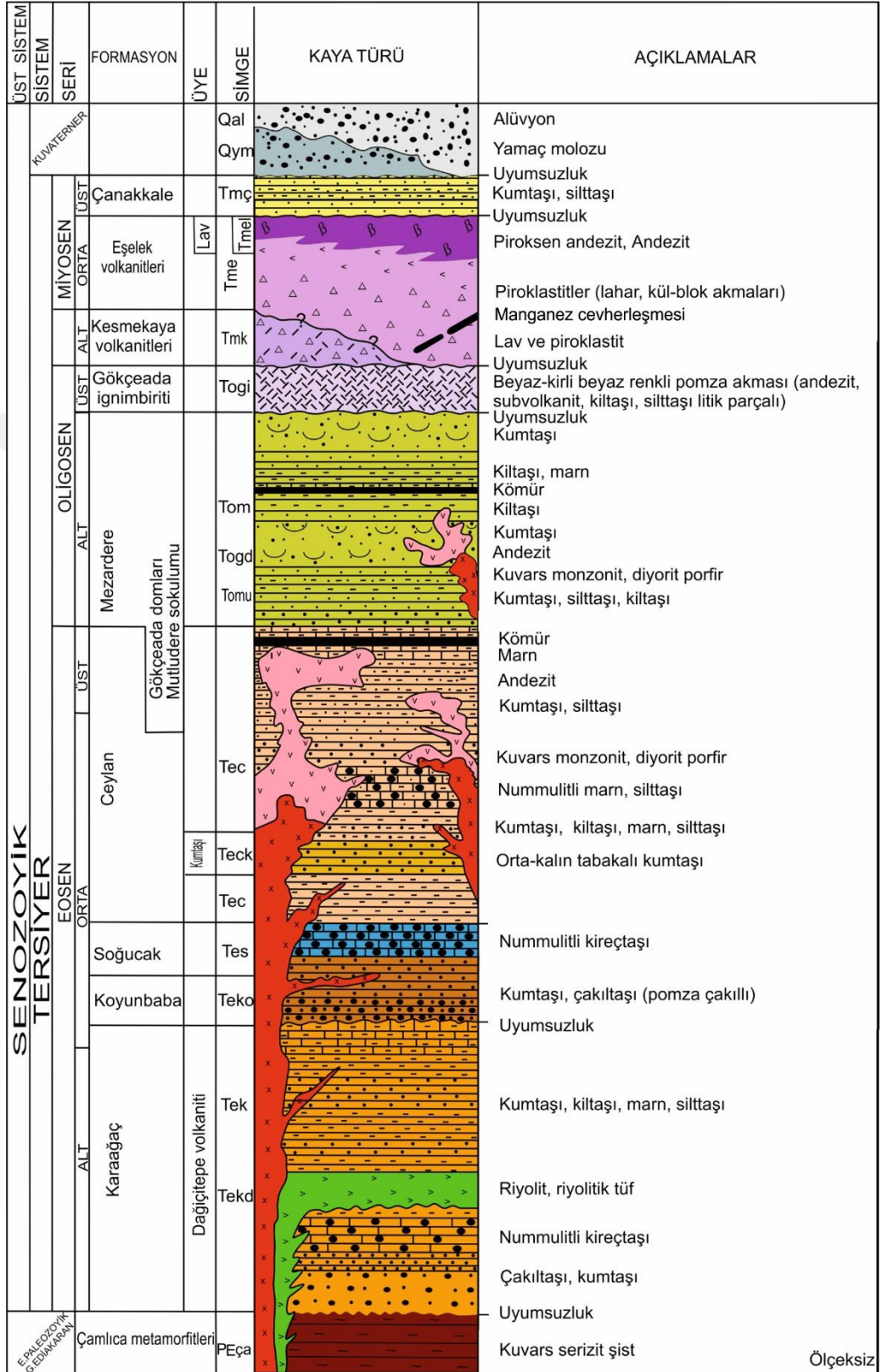
2.3.3. Kuvaterner

Gökçeada'da genel olarak Kuvaterner yaşlı en geniş dolgu alanı Büyükdere akarsuyudur. Adanın doğu kıyılarında da Kuvaterner yaşlı alüvyon ve yamaç molozu gözlemlenmektedir (Şekil 2.1).

andezit, andezitik piroklastitler; Tmel- Lav üyesi: Gri-koyu gri renkli piroksen andezitik lav; Tmk- Kesmekaya volkanitleri: Kül-blok akıntısı, lahar türü piroklastit akmaları; Togi- Gökçeada ignimbiriti: Kirli beyaz reklı pomzalı ve pomza akmalı; Togd- Gökçeada domları: Porfirik dokulu andezit; Tomu- Mutludere sokulumu: Kuvars monzonit, diyorit-diyorit porfir; Tom- Mezardere Formasyonu: Çakıltaşı, kumtaşı, silttaşı, marn vb.; Tec- Ceylan Formasyonu: Kıltaşı, kumtaşı, silttaşı, şeyl, marn vb.; Teck- Kumtaşı üyesi: Orta-kalın tabakalı kumtaşı, silttaşı; Tes- Soğucak Formasyonu: Resifal kireçtaşı; Teko- Koyunbaba Formasyonu: Konglomera, kumtaşı, silttaşı; Tek- Karaağaç Formasyonu: Kumtaşı, kıltaşı, kireçtaşı, marn, çakıltaşı vb.; Tekd- Dağičitepe volkaniti: Riyolitik lav, tüf ve tüfit; Peça- Çamlıca metamorfiteeri: Mika şist, serisit şist, klorit şist vb. (Sarı ve diğ., 2015'ten alınmıştır).



Şekil 2.2: Gökçeada'ya ilişkin KB-GD doğrultusunda ölçeksiz şematik jeolojik kesit (Kça; Çamlıca metamorfiteeri, Tek; Karaağaç Formasyonu, Tekd; Dağičitepe volkaniti, Tec; Ceylan Formasyonu, Tom; Mezardere Formasyonu, Tomu; Mutludere sokulumu, Togd; Gökçeada domları, Togi; Gökçeada ignimbiriti, Tme; Eşelek volkanitleri, Tmel; Eşelek volkanitleri lav üyesi, Tmç; Çanakkale Formasyonu, Qal; Alüvyon), (Sarı ve diğ., 2015'den alınmıştır).



Ölçeksiz

Şekil 2.3: Gökçeada'nın genelleştirilmiş sütun kesiti (Sarı ve diğ., 2015'den alınarak hazırlanmıştır).

3. YÖNTEM

3.1. SAHA ÇALIŞMALARI

Saha çalışmaları 2022 yılı 26 Haziran ile 6 Temmuz arası tarihlerde 1/25000 ölçekli H15C2 paftasında yapılmıştır. Saha çalışmaları sırasında jeolog çekici, pusulası, örnek poşeti gibi gerekli ekipmanlar kullanılmıştır. Çalışmada inceleme alanı ve fay başlangıcından sonuna kadar gezilmiş, gerekli yerlerin fotoğrafları çekilmiş, cevherleşmenin nasıl yüzlek verdiği öğrenilmiş, gerekli yerlerden de örnekler toplanmıştır.

3.2. LABORATUVAR İNCELEMELERİ

Saha çalışmalarından toplanmış cevher ve yan kayaç örnekleri gerekli laboratuvar çalışmalarına tabi tutulmuştur.

3.2.1. İnce Kesit Çalışmaları

İnceleme alanından toplanmış örneklerin incelemesi yapılabilmesi için İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Bölümü Maden Yatakları Ana Bilim Dalı Örnek Hazırlama laboratuvarlarında Struers marka (Şekil 3.1) ince kesit hazırlama aleti kullanılarak ince kesitler hazırlanmıştır.

Öncelikle toplanmış örneği en iyi temsil eden parça yaklaşık 2 cm kalınlıkta kesilir. Sonra kesilmiş bu parçadan 3x2x1 boyutlu (kibrit kutusuna benzerlikte) bir dilim hazırlanır. Hazırlanmış dilimin bir yüzeyi zımpara ile önce düzleştirilir, sonra temizlenir, yıkanır ve 30 °C-li etüvde kurutulmak için bir geceliğine bırakılır. Sonrasında örnekler asetonla temizlenir. Yapıştırıcı ve kanada balsamı ile düzleştirilmiş yüzey, lam üzerine yapıştırılır. Son olarak ise makine içerisindeki testere yardımı ile diğer yüzey 30 µ'a kadar inceltir.



Şekil 3.1: Struers marka ince kesit hazırlama makinesi.

3.2.2. Cevher Parlatma Kesit İncelemesi

Toplanan örnekler İstanbul Üniversitesi Cerrahpaşa Jeoloji Mühendisliği Bölümü laboratuvarlarında Struers marka kayaç kesme makinası ile 2x3,5x0,5 cm ölçülerinde kesilmiş ve cevher parajenezi öğrenilmiştir.

3.2.3. Büro Çalışmaları

Bu kısımda adadan toplanmış veriler Google Earth Pro, Adobe Illustrator, Coreldraw ve Adobe Photoshop CS6 programlarına aktarılmış ve gerekli işlemler yapılarak haritalar hazırlanmıştır.



4. BULGULAR

4.1. STRATİGRAFİ

İnceleme alanında Alt-Oligosen yaşlı Mezardere formasyonu, onun üstüne uyumlu şekilde gelen Orta-Oligosen yaşlı Osmancık formasyonu ve onunda üzerine uyumsuz gelen Eşelek volkanitleri gözlemlenmiştir.

Mezardere formasyonu

Formasyon saha gözlemleri eşliğinde incelenen alanda lokasyon olarak Ahlatlı sırtının KB'sı, Çamur dere'nin KD'su ve Telekom Tepe'nin GB'da gözlenmektedir. Formasyon Yayvan Tepe volkanitlerinden ve Ahlatlı sırtındaki Oligosen yaşlı birimlerden dolayı kesinti gösterebilir. Yayvan Tepenin batısı boyunca devam ederek mostra vermektedir (Şekil 4.1).

Mezardere formasyonu baskın olarak kumtaşı, killi ve ara seviyeli silttaşı ile temsil olunmaktadır. Kumtaşlarının alterasyona uğramış yüzeyleri sarımsı kahverengimsi, taze yüzeyleri ise sarımsı gri renklidir. Bundan başka kumtaşları karbonat tutturuculu/çimentolu ve ince-orta tabakalıdır. İnceleme alanındaki killi renk olarak mavimsi gri ve yeşilimsi gri renkli, karbonatlı, bol kırık-çatlaklı ve ince laminalıdır. Kumtaşı tabakalarının arasında 5-10 cm'lik kömür bandı seviyeleride gözlemlenmiştir (Şekil 4.2).

Mezardere formasyonunun en üst tabakasında limonitli sarı renkli kumtaşı gözlemlenmiştir. İnce orta tabakalı karbonat tutturuculu tabaka arasında bitki kalıntılarına da rastlanmıştır (Şekil 4.3).

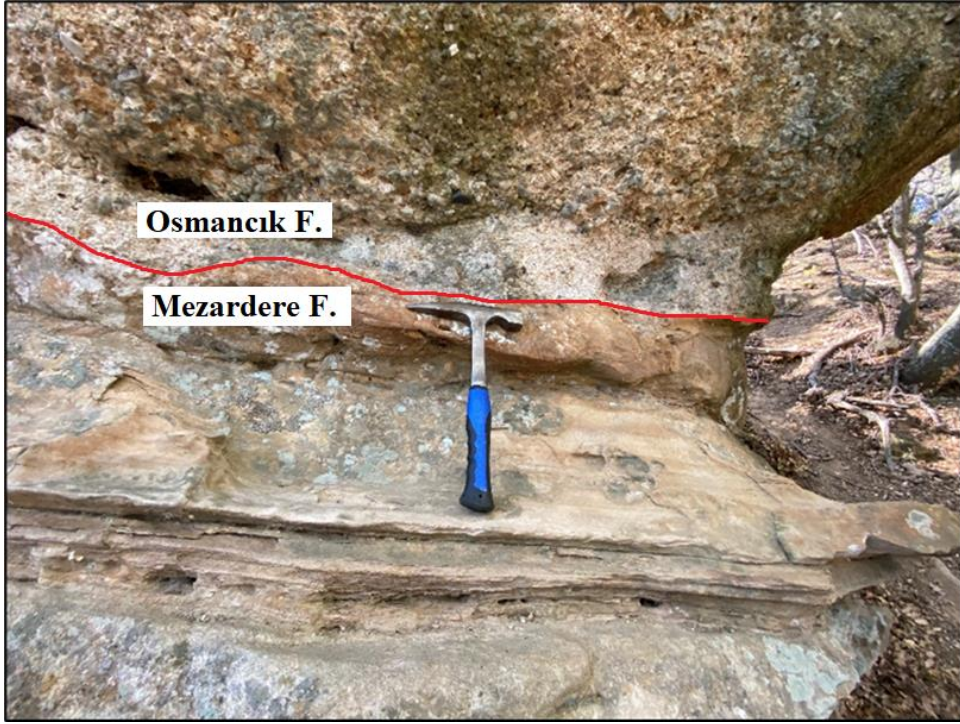
İnceleme alanının görünür tabanını Mezardere formasyonunun birimleri oluşturmaktadır. Ceylan formasyonunun üzerine uyumlu şekilde gelen Mezardere formasyonu Osmancık formasyonu ile örtülmektedir (Şekil 4.4).

İnceleme alanının en yaşlı birimi Mezardere formasyonu ile temsil edilmektedir. Bu birim tabanında kumtaşı ara seviyeli silttaşı ve kil ardalanması ile temsil edilir. Temel ve Çiftçi (2002) Gökçeada'da Mezardere formasyonu ismini ilk kez kullanmışlardır. Bu çalışma kapsamında da, Mezardere formasyonunun kullanılması uygun görülmüştür.

Mezardere'de bitki fosillerine rastlasakda yaşlandırmaya yönelik bir çalışma yapmadık. Sancay vd. (2002) tarafından toplanan (dinoflagellat tipli) fosillere göre Mezardere formasyonu Erken Oligosen yaşlıdır.



Şekil 4.2: Tokluca Sırtı'nın güney batısında Mezardere formasyonuna kumtaşı tabaklarının arasında gözlemlenen 5-10 cm'lık kömür bandı seviyesi (E: 405279, N: 4448098).



Şekil 4.3: Tokluca Sırtı'nın güney batısında Mezardere formasyonuna ait kilitli üzerine uyumlu çökelmiş Osmancık formasyonuna ait çakıllı kumtaşı seviyesinin görünümü (E: 405600, N: 4448029).



Şekil 4.4: Tokluca Sırtı'nın güneyinde Mezardere formasyonuna ait bitki fosilleri (E: 405413, N: 4448350).

Osmancık formasyonu

Birim Gökçeada Aydıncık yolu Kırancık Tepe mevkesine kadar, Topluca Sırtı güneyi ve GD'su, Ahlatlı sırtı ve Telekom anteni güneybatısında dar bir akanda yüzlek vermektedir.

İnceleme alanında Osmancık formasyonu kumtaşı, çakıllı kumtaşı ve çakıltaşı birimleri ile ardalı olarak temsil edilmektedir. Kumtaşlarının altere olmuş yüzeyinin rengi sarımsı koyu gri, taze yüzey rengi beyazımsı gri, yer yer hardalımsı sarı, bazende şarabi renkli olarak gözlemlenmiştir. Osmancık formasyonunun taban seviyesinde pelesipot fosilleri içeren ince-orta kalınlıkta kumtaşları ile temsil edilmektedir (Şekil 4.5). Bunun üzerine 1.5-2 metre seviyeli çakıllar polejenik seviyeli, iyi yuvarlaklaşmış, genel olarak kötü boylanmalı olup bazı lokasyonlarda iyi boylanmalı, yer yer matris destekli, yer yer de tane destekli şekilde gözlemlenmiştir (Şekil 4.6). Bunun üzerine ise kumtaşı seviyesi gelmektedir.

Osmancık formasyonu, Yağmuncuk mostrasındaki tip kesitinde 780 metre kalınlığında ölçülmüştür (Atalık, 1992).

Osmancık formasyonunun altta Mezardere formasyonu üzerine uyumlu olarak gelmekte ve üste gelen volkanik birimler ile açısız uyumsuzluk teşkil ettiğine dair delil teşkil etmektedir.

Bizim çalışmamızda da Osmancık formasyonu olarak isimlendirilen birim, ilk defa Ünal (1967) tarafından "Osmancık kumtaşı" adı ile isimlendirilmiştir amma Kasar ve diğ. (1983) heterojen litolojiden dolayı birimi Osmancık formasyonu olarak isimlendirmişlerdir.

Osmancık formasyonunda literatüre göre eskiden gözlemlenmiş lamellibrans, ostrakod ve gastropod (omurgalı) fosilleri Alt Oligosen (Tongriyen ve Stapaniyen) olarak

yaşlandırılmıştır (Ozansoy, 1962; Lebküchner, 1974). Ayrıca linyitlerde yapılan palinolojik çalışmalar kömürlerin Erken-Geç Oligosen yaşında olduğu belirlenmiştir (Alışan, 1985; Alışan ve Gerhard, 1987; Ediger ve Alışan, 1989; Batı ve diğ., 1993; 2002; Akyol ve Aygün, 1995; Açıklan, 2012). Tüm bu verilere dayanarak Osmancık formasyonunun Oligosen yaşlı olduğunu söyleyebiliriz.



Şekil 4.5: Umut Tepe'nin kuzey batısında yerleşen Osmancık formasyonunun taban seviyesine ait pelesipod kavkuları (E: 405134, N: 4448743).



Şekil 4.6: Yayvan Tepe'nin kuzey batısında gözlemlenen Osmancık formasyonuna ait çakıltaşı seviyesi (E: 406144, N: 4447725).

Eşelek volkanitleri

İnceleme alanındaki volkanitleri ana kayaç ve döküntüler olmakla iki şekilde gözlemlenmiştir. Volkanitler lokasyon olarak Kırancık Tepe, Beşiktaş Tepe, Avcılar Sırtı, Tokmaklı Tepe, Serçe Dere, Taşlı Sırtı, Söğütü Dere, Yayvan Tepe, Çakır Tepe ve Ömerli Tepe batısında gözlenmektedir.

Dış yüzey rengi koyu gri, iç yüzey rengi açık gri olan ana kayaç volkanik aglomeralardan ve piroklastitlerden oluşmaktadır. İnceleme alanında gözlemlenmiş aglomeralar, bazaltik andezitik olup içerisinde amfibol, plajiyoklas ve az miktarda kuvars içermektedir. Aglomeralar elipsoidal şekilli olup hem tane, hem de matriks destekli çakıltaşlarından oluşmaktadır (Şekil 4.7). Manganez cevherleşmesinin gözlemlendiği birim tüflerden oluşmaktadır. İlk kez Sarı ve diğerlerinin (2015) “Gökçeada Jeolojisi” başlıklı makalesinde bahs ettiği Eşelek volkanitlerinin andezit bileşimli lav ve piroklastitlerden oluştuğu söylenilmektedirler .

Adadaki volkanik kayaçlar; damarlar, dayklar veya tortul tabakalarla ara tabakalı volkanoklastikler olarak ortaya çıkar. Adanın topografik yükseklerini oluşturan volkanik birimler andezitik kompozisyonludurlar (Ercan ve diğ., 1995).

Alt dokanağı Osmancık formasyonu olan volkanik birimler kumtaşlarının üzerine aşıl uyumsuzlukla aglomeralar olarak gelmektedir (Şekil 4.7). Üst dokanak ilişkisi ise inceleme alanında tarafımızca gözlemlenmemiştir.

Sarı ve diğ., (2015) makalede Eşelek volkanitlerinin, Kesmekaya volkanitlerini üzerlemesi ve Çanakkale formasyonu tarafından uyumsuzlukla örtülmesinden dolayı Orta-Miyosen yaşlı olduğunu belirtmektedirler.

Volkanitler hem Gökçeada’da hem de bizim inceleme alanımızdaki en büyük alanı kapsamaktadır.



Şekil 4.7: Ahlatlı Sırtı’nın doğusunda gözlemlenmiş andezitik aglomeralar (E: 407633, N: 4447941).

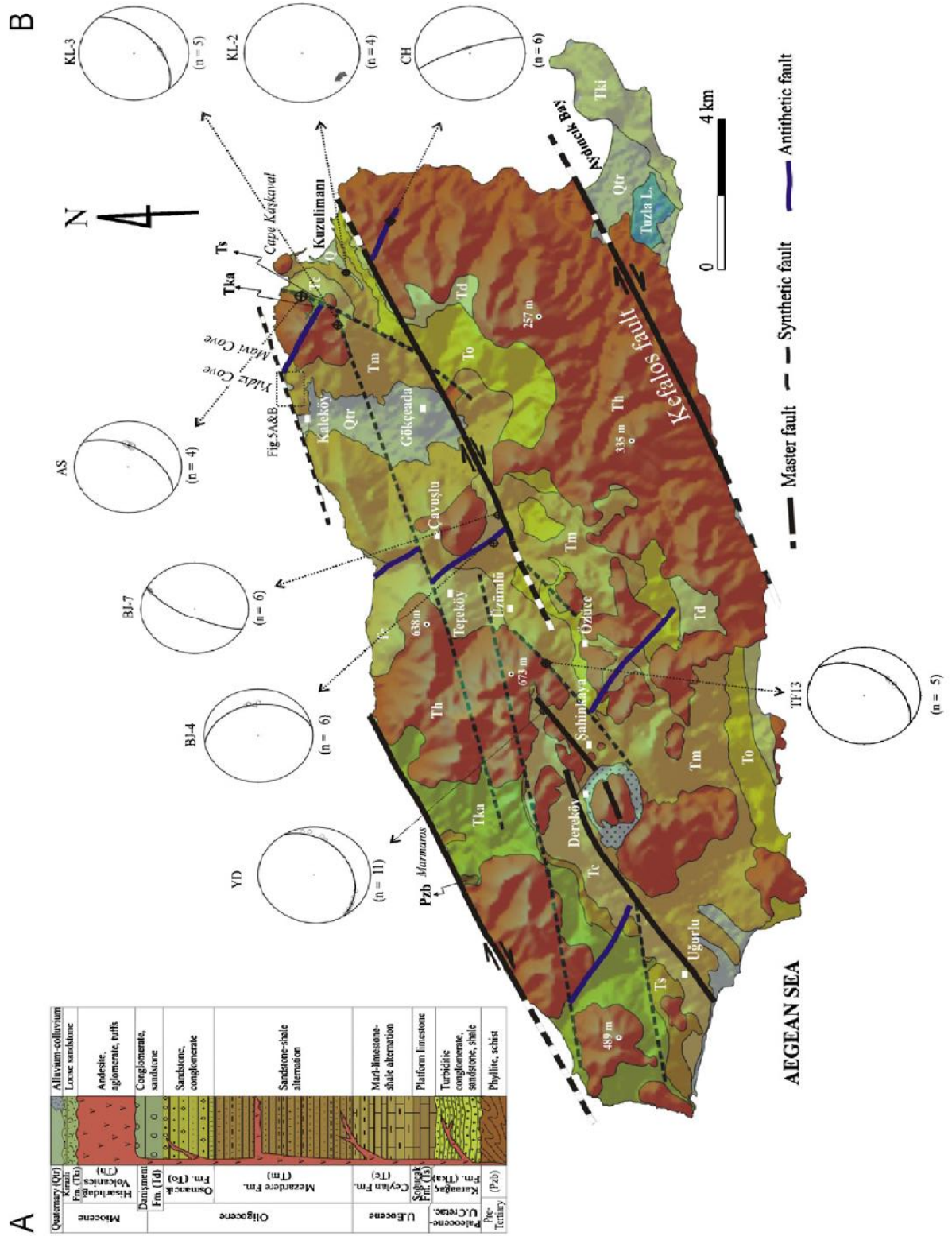
4.2. YAPISAL UNSURLAR

Adada yaş fark etmeksizin bir çok birimlerde doğrultu atımlı ve normal faylar gözlenmektedir. Kuzey Anadolu Fayı Gökçeada'nın kuzeyinden geçerek Ege Denizi'ne doğru uzanmaktadır. Ada genel olarak KD-GB yönlü fayların kontrolü altındadır. Adanın kuzeyi güneyine göre daha engebelidir ve tabaka eğimleri genelde 20-40° arasında değişmektedir. Adadaki birimler batıdan doğuya doğru gençleşmektedir. Adanın kuzeyinde yüzeylemiş metamorfik birimler adanın tektonik yükselmesine dair delillerden biridir (Sarı ve diğ., 2015).

Gökçeada'nın deprem konusunda tehlikeli bir yer olduğunu Yenibademli Höyük'te göçük altında kalmış insan kalıntılarında da anlamak mümkündür (Hüryılmaz, 2011).

Gökçeada'da geçen asrardan günümüze 4.0'ten büyük sadece üç adet deprem kayda geçmiştir. Episanırları deniz içinde olan hiposantırları ise adanın KD ve kuzeyine isabet eden bu depremler 4.1, 4.8 ve 5.0 büyüklüğünde olmuştur ki, (www.sayisalgrafik.com/deprem-Bounkoeri) KAF'ın gelişimiyle ilişkilendirilmektedir (Akdemir ve diğ., 2008).





Şekil 4.8: Gökçeada'nın stratigrafik kesiti (A) ve jeoloji haritası (B) (Koral ve diğ., 2008). Gökçeada'nın basitleştirilmiş jeolojik haritası ve tektonik özellikleri, adanın 3 boyutlu morfolojisi üzerine eklenmiştir (dikey abartı 1:1).

Koral ve diğ. (2008) yayınladığı makalede adanın faylarıyla ilgili şunlar yer almaktadır: Ada sismik olarak aktif KAF zonuna neredeyse paralel uzanan KD-GB yönelimli bir dizi fay içermektedir. Bu dizinin en batısı, adanın çizgisel bir eğilim gösteren kuzey kıyısı boyunca yer almaktadır. Daha uzun eksen boyunca ve ada boyunca ise başka bir fay dizisi meydana gelmektedir. Bu fay dizisi Kuzulimanı, Gökçeada ve Uğurlu yakınlarında alüvyon çökelleri ile yan yanadır. Adanın güneydoğu kesiminde Tuzla Gölü çöküntüsünü sınırlayan fay, genel olarak Kefalos fayı olarak anılmaktadır ve Üst Miyosen-Pliyosen çökellerini Oligosen volkanitlerinden ayırarak alüvyon örtüsü ile sınırlanmaktadır. Bu faylar sahada bir litolojik birimin aniden kaybolması, fay diklikleri, şelaleler, kaynakların ortaya çıkması ve traverten oluşumları gibi morfolojik kanıtlarla tanınır. Sağ adım düzeninde (sağ-kademeli) olarak meydana gelirler ve hemen hemen dikey baskın eğik atımlı faylardır.

Kefalos fayı bizim alanımıza en yakın fay olsada tarafımızca gözlemlenmemiştir.

Bu faylara eğik olarak KB yönelimli antitetik faylarda vardır. Böyle bir fay Kuzulimanı'nın birkaç km batısında meydana gelir ve Eosen birimlerinin yükselmesine neden olur. Bir diğeri ise adanın merkezinde belirgin bir eğimli kayma bileşeni ile meydana gelir.

Üçüncü fay grubu, KD gidişli faylarla sentetiktir ve net bir kesişen ilişkiye sahip değildir. Böyle bir fay, Kaleköy yakınlarında kuzey kıyı boyunca mevcuttur. Kesik ve bozulmuş tabakalanma, pınarlar, asılı vadiler ve yükselmiş teraslar gibi morfotektonik özellikler sergiler. Bu dizinin diğeri batı kıyısından Kuzulimanı'na doğru uzanır ve sol yönlü doğrultu atımlı bir bileşenle normal bir fay karakteri gösterir (Koral ve diğ., 2008).

4.3. GÖKÇEADA'NIN JEOLJİK EVRİMİ

Gökçeada'da inceleme alanında; Orta Eosen-Geç Oligosen, Geç Miyosen ve Pliyosen olmakla dört esas çökelim dönemi mevcuttur (Kesgin, 2002).

1. Orta Eosen-Geç Oligosen çökelim dönemi:

Bu dönem; Soğucak, Ceylan ve Osmancık formasyonunun çökeldiği, sığ deniz, derinleşen deniz ve sonrasında duraksama evresiyle yeniden sığlaşan bir denizel ortamı ifade etmektedir. Oligosen sonlarında ise bölge kara haline geçmektedir.

Mezardere formasyonunun delta ortamında yer alan ince kumtaşı, ara seviyeli siltaşı ve kil ardalanması fasiyesleri üzerine uyumlu şekilde gelen kalın kumtaşı istif, Osmancık formasyonunun çökelim ortamının özelliklerini açıklamaktadır. Genelde çapraz yer yerde dereceli katmanlanma ve fosil kavkuları yapılarına sahip kumtaşları, kıyı yakını ve plaj ortamını yansıtan fosilli ve kavkılı bantları arasında bol miktarda ince şeyl ve kömür seviyeleride içermektedir.

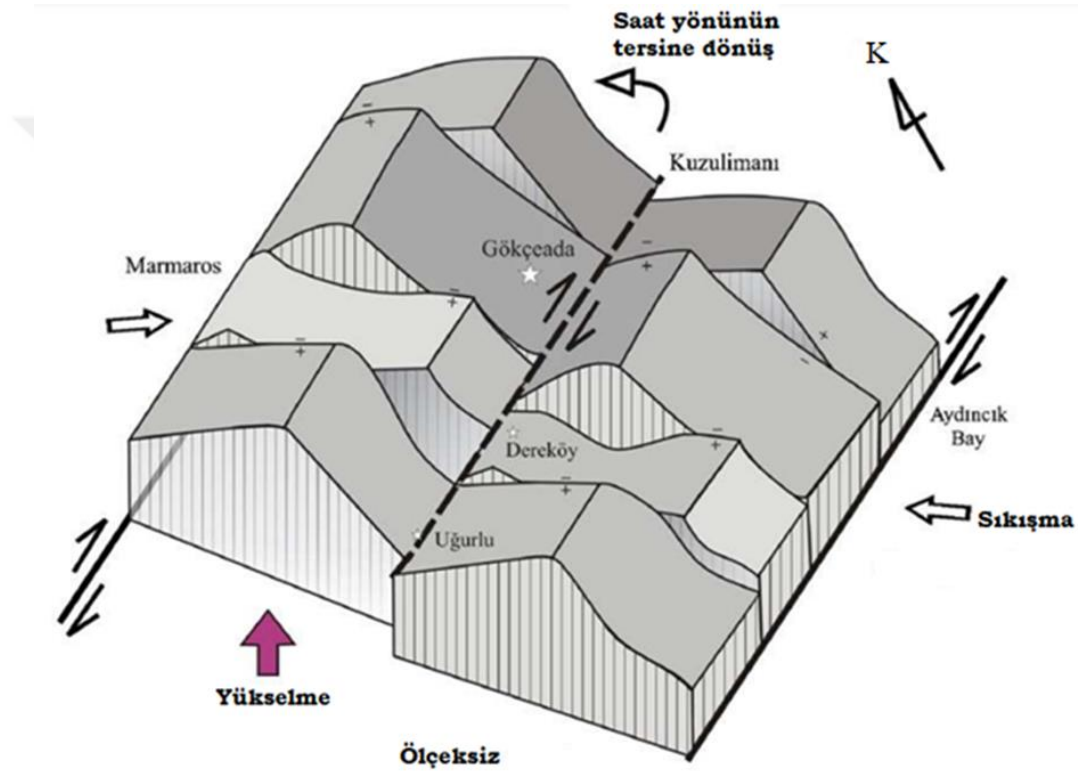
2. Geç Miyosen dönemi:

Geç Miyosen dönemi, Geç Miyosen döneminde KG yönlü gerilmelerin etkisi sonucunda oluşmuş grabenler, tektonik kontrollü bir sedimantasyonu simgelemektedir. Oligosen dönemi sonunda sığlaşarak kara haline dönüşen bölgeler, Erken-Orta Miyosen devrinde aşınma dönemi geçirmiştir. Geç Miyosen'de ise ada özellikle KAF zonunun gelişimi sonucunda baskın bir tektonik kontrollü çökelme sistemine geçmiştir. Çökelme ürünü olarak kıyı yakını alanlarda ve

alüvyon düzlüğünde denizel fasiyeler gelişmiştir. Fakat fay kontrollü gelişim görmüş havzalarda özellikle faya yakın bölgelerde genelde akarsu fasiyesi çökelim gösterirken, graben gelişimiyle açıkta kalan alanlarda kalın bir denizel kıyı yakını fasiyeler çökelim göstermiştir. Gerilme kuvvetlerinin farklı yönlerde gelişimi sonucu birbirleriyle kesişmekte olan graben gelişimlerinin varlığı eski yayınlarda detaylı şekilde ele alınmaktadır (Yılmaz ve diğ., 2000).

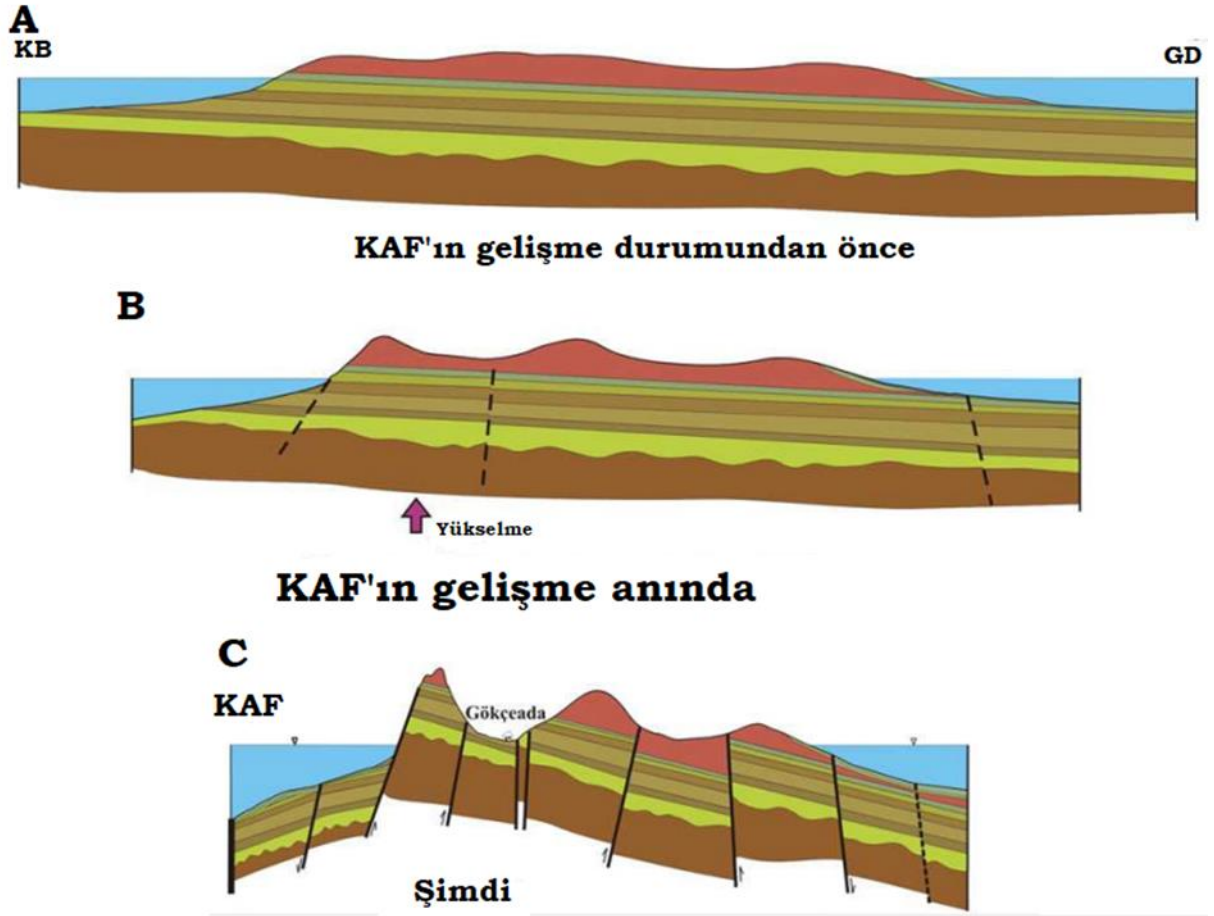
Koral ve diğ. (2008)'e göre adanın morfolojik özelliklerinin fay diklikleri, asılı vadiler, su kaynakları ve başka morfolojik birimleri içeren belirgin morfolojik özelliklere sahip olduğunu söylenecek aktif tektoniğin kanıtı olarak sunulmaktadır.

Araştırmacılar adanın batı kesimindeki derin vadilerde bile Üst Miyosen-Pliyosen'den daha genç birimlerin olmamasını yükselmenin ek kanıtı olarak göstermektedirler.



Şekil 4.9: Gökçeada için basitleştirilmiş bir tektonik model. Faylar boyunca hareketler KD-GB doğrultusunda genişlemeye neden olurken, KB-GD sıkışmasına ve adanın kuzeyinde horst-graben yapısının belirginleşmesine neden olmuştur (Koral ve diğ., 2008).

Gökçeada'daki yükselme çeşitli fayların etkileşimi ile bağlantılıdır (Şekil). Adadaki KD ve KB doğrultulu fayların, adanın yükselmesinin ve KD eğimli morfolojisinin nedeni olduğuna inanılmaktadır (Şekil 4.10). Faylar üzerindeki yanal hareket, gözlenen kıyı yükselmesi (sonucunda kısalmaya neden olurken) kuzey Ege Oluşunu oluşturan KKD yönelimli genişlemenin nedenidir (Şekil 4.10). Adadaki faylar, adanın yükselmesine ve adanın merkezinin göreceli genişlemesine neden olmuştur (Şekil 4.9).



Şekil 4.10: KAF'ın yer aldığı Saros Çukuru'na göre Gökçeada'daki morfotektonik özelliklerin ve yükselmenin gelişimi için basitleştirilmiş eskizler. Morfotektonik özelliklerin neden asimetrik dağılım gösterdiğini açıklıyor (Koral ve diğ., 2008).

Adadaki yükselmenin/faylanmanın başlangıç yaşının geç Pliyosen olduğu varsayılırsa (örn., Barka, 1992; Herece ve Akay, 2003), düşey yer değiştirme oranı birkaç milimetre (1–1.5 mm/yıl) civarında olacaktır. Ancak faylanma/yükselme geç Pleistosen'de başlasaydı (örn., Le Pichon ve diğ., 2001; Şengör ve diğ., 2005; Koral, 2007) oran santimetre (1–1.5 cm/yıl) civarında olacaktır (Koral ve diğ., 2008).

4.4. EKONOMİK JEOLJİ

4.4.1. Manganez ve mineralleri

Manganez demir içindeki oksijen ve kükürtü temizleyerek çeliğe dönüştürülmesinde önemli rol oynayan bir mineraldir (Güngördü, 2010).

Manganez, yer kabuğunda en bol bulunan dokuzuncu veya onuncu elementtir. Endüstriyel kullanımının çoğu, pil üretimine giden çok daha az miktarda çelik yapımındadır. Kimyasal özelliklerinde demire çok benzer. Buna göre, Mn yaygın olarak Fe minerallerinde küçük miktarlarda sonradan gelmiş şekilde bulunur.

Manganez cevherleri karbonatlar, genellikle rodokrozit, ancak bazen kutnahorit veya en yaygınları braunit, biksbit ve hausmanit olan çeşitli silikatlar ve oksitler olabilir (Tablo 1). Karbonatlar C ve O için faydalı izotop sinyalleri taşırlar.

Tablo 1: Mn cevher yataklarındaki baskın Mn minerali (<https://www.sedimentaryores.net/Manganese/Minerals%20table.html>).

İsim	Formül	Yatak yüzdesi
Rodokrozit	MnCO ₃	32
Braunit	Mn ₇ SiO ₁₂	24.3
Kriptomelan	KMn ₈ O ₁₆	8.7
Manganit	MnOOH	7.8
Pirolüzit	MnO ₂	4.9
Hausmanit	Mn ₃ O ₄	2.9
Romañit (psilomelan)	BaMn ²⁺ Mn ₈ ⁴⁺ O ₁₆ (OH) ₄	3.9
Amorf (şekilsiz) oksitler		1.9
Kutnahorit	CaMn(CO ₃) ₂	1.9
Mn-kalsit	(Ca,Mn)CO ₃	1.9
Todorokit	(Mn,Ca,Mg)Mn ₃ O ₇ H ₂ O	1.9
Başka (oksidler)		7.8

Manganez genellikle geniş ölçüde oksit olarak depolanmış kristalin kayaçların içinde oluşmaktadır (Çardaklı, 2010).

Manganez genellikle oksijenli kompozisyonlar şeklinde oluşmaktadır. MnO₂ normal sıcaklık ve basınç altında en kararlısıdır. Aynı şartlar altında MnO en kararsız bileşim olmakla bu bileşime tekabül eden mineraller yok denecek kadar azdır (Çardaklı, 2010).

Manganlı karışığın cevher olabilmesi için içinde manganez en azından % 35 bir pay tutmalıdır. Cevherin mangan içeriği % 10-35 arasında ise bu cevhere demirli mangan cevheri, % 5-10 arasında ise manganlı demir cevheri, % 5'in altında ise ve genel olarak demir içeriyorsa buna demir cevheri denilmektedir (Çardaklı, 2010).

Doğada, bileşiminde manganez bulunan 300'den fazla mineral mevcuttur. Mangan elementi genellikle oksijen, karbon ve silisyum gibi elementlerle kolay birleşip farklı bileşikler oluştururlar. Bunlardan metal üretiminde ve hammadde olarak en yaygın kullanılanları; pirolusit/ramsdellit/polianit (MnO₂), psilomelan (BaMn₉O₁₈·2H₂O), manganit (Mn₂O₃·H₂O), hausmanit (Mn₃O₄), rodokrosit (MnCO₃), rhodonit (MnSiO₃), kriptomelan (KMn₈O₁₆), braunit (3Mn₂O₃·MnSiO₃), biksbit (Mn,Fe)₂O₃ ve jakopsittir (MnFe₂O₄) (Eroğlu ve diğ., 2019) (Tablo 2).

Tablo 2: Ekonomik değere sahip manganez mineralleri (Çardaklı, 2010; <http://metalpedia.asianmetal.com/metal/manganese/>; <https://az.wikipedia.org/wiki/Ramsdellit>; <https://tr2tr.wiki/wiki/Coronadite>).

Mineral Adı	Formül	Renk	Mn içeriği (%)	Sertlik	Yoğunluk (ton/m ³)	Kristal Sistemi
Pirolüsit	MnO ₂	Çelik grisi - siyah	63	6-7	5	Kubik

Ramsdellit	MnO ₂	Koyu gri - siyah	63	3	4,7	Rombik
Polianit	MnO ₂	Siyah - çelik grisi	...	6-6,5	5	---
Manganit	Mn ₂ O ₃ ·H ₂ O	Siyah - çelik grisi	62	4	4,3	Rombohedra 1
Kriptomelan	KMn ₈ O ₁₆	Siyah - çelik grisi	45-60	5-6	4,3	---
Psilomelan	BaMn ₉ O ₁₈ ·2H ₂ O	Siyah - koyu gri	35-60	5-6	4,4-4,7	---
Hausmanit	MnMn ₂ O ₄	Kahverengi - siyah	72	4,8	4,7-5	Tetragonal
Braunit	3Mn ₂ O ₃ ·MnSiO ₃	Kahverengi - siyah	50-60	6-6,5	4,7-4,9	Tetragonal
Biksbit	(Mn, Fe) ₂ O ₃	Siyah	30-40	6	5	---
Jakopsit	MnFe ₂ O ₄	Siyah	24	6	4,8	---
Hollandit	BaMn ₈ O ₁₆	Siyah - çelik grisi	24	6	4,5-5	---
Koronadit	PbMn ₈ O ₁₆	Siyah - çelik grisi	24	5,2-5,6	4,5-5	Monoklinik
Rodokrozit	MnCO ₃	Kırmızı-pembe-kahve	48	3,5-4,5	3,3-3,6	Heksagonal
Rhodonit	MnSiO ₃	Pembe	42	5,5-6,5	3,4-3,6	Triklinik

Hausmanit (Mn²⁺Mn³⁺2O₄): Sert kahverengimsi siyah opak bir mineraldir (Çardaklı, 2010).

Piroluzit (MnO₂): %60-63 manganez içerir ve bazen çeşitli miktarlarda kimyasal olarak su içerir. Bulunuş yeri genellikle manganez taşıyan hidrotermal yatak ve kayaçların yüksek oksitleyici koşullar altında değişime uğraması ile sığ denizel ortamlarda, bataklık ve göller içinde ve manganitin yaygın bir alterasyon ürünü olarakır (Çardaklı, 2010; Hanelçi, 2017).

Manganit (Mn³⁺O(OH)): Çelik grisi renkte olup, orta sertlikte metalik parlaklığa sahiptir. Düşük sıcaklıktaki hidrotermal veya hot-spring manganez yataklarında, sedimanter yataklardaki mangan minerallerinin değişimi ile ve bazı kil yatakları ile lateritlerde bulunmaktadır. (Çardaklı, 2010; Hanelçi, 2017).

Psilomelan/Ramaneşit (BaMn²⁺Mn⁴⁺8O₁₆(OH)₄): İçerik olarak % 70-80 arası manganlı oksit bileşiği içerip bunun % 10-15 civarında oksijen bulundurmaktadır. Diğer mangan minerallerinden ayırt edici özelliği yüksek sertliğe sahip olmasıdır. Koyu griden ve siyah renkli, şekilsiz (amorf) bir mineraldir. Bulunuşu: mangan karbonatlar ve silikatların atmosferik koşullar altında bozunması ile ikincil olarak oluşurlar (Çardaklı, 2010; Hanelçi, 2017).

Rodokrozit ($MnCO_3$): Rodokrozit manganın en ünlü karbonat mineralidir. Ayırt edici özelliği pembe rengi, camsı parlaklığı, kristal biçimi ve sıcak HCl aside reaksiyon göstermesidir. (Çardaklı, 2010; Hanelçi, 2017).

Rhodonit ($CaMn_3Mn(Si_5O_{15})$): Rhodonit, piroksen mineral grubunun bir üyesidir. Dik açılarda prizmatik bölünmeye sahiptir. Genellikle rodokrozit ile oluşur (Çardaklı, 2010).

Braunit ($Mn^{+2}Mn^{+3}_6SiO_{12}$): Yaklaşık %69 Mn ve %10'a kadar SiO_2 içerir, bileşimi itibariyle susuz manganез seskioksite karşılık gelir. Bu mineral, orta sertlikte koyu gri ila siyahtır. Oksitli ve silikatlı manganların metamorfizması sonucu olarak oluşmaktadır (Çardaklı, 2010; Hanelçi, 2017).

Jakobsit ($Mn^{2+}Fe^{3+}_2O_4$): Jakopsit bir manganез demir oksit mineralidir. Aynı zamanda manyetit ve spineldir (Çardaklı, 2010).

Biksbit ($Mn^{+3}_2O_3$): %30-40 Mn içerir. Yaklaşık % 25 mol Fe_2O_3 içerebilir. Koleksiyonerler tarafından aranan metalik koyu siyah nadir bir mineraldir (Çardaklı, 2010; <https://www.mindat.org/min-691.html>).

%45-60 Mn içeren Kriptomelan ve manganез oksitlerin ve değişken manganез içeriğine sahip demir oksitlerin sulu bir karışımı olan Wad gibi diğer bazı manganез mineralleri de vardır (Çardaklı, 2010).

4.4.2. Yataklanma tipleri

Kalkofil özelliği düşük olan manganез çok nadir durumlarda (alabandit – MnS gibi) sülfid minerali geliştirebilmektedir (Hem, 1972). Manganез silikat mineralleri içerisinde (biyotit, amfibolit gibi mafik silikat mineralleri gibi minerallerde) aksesuar elementi olarak bulunur (Tözün, 2013).

Ekonomik değeri olan manganез maden yatakları epijenetik, sinjenetik ve sindiyajenetik olarak, sedimanter ve volkanik birimlerde gelişmektedir (Tablo 3). Denizel tortularda sinjenetik olarak oluşan yataklanmalar, manganезin en büyük yataklanma türlerini oluşturmaktadır (Tözün, 2013).

Manganез cevheri, içinde bulunduğu kaya ile eş zamanlı gelişirse sinjenetik, ana kayadan daha sonra ve farklı koşullarda gelişirse epijenetik olarak tanımlanır (Tözün, 2013).

Sinjenetik şekilde gelişen yataklarda zenginleşme, strataform yada stratabound şeklinde yataklanır. Epijenetik şekilde gelişen yataklarda ise iki tabaka düzlemi arasında gelişmişse tabakaya paralel, daha sonradan gelişen fay ve eklemleri doldurup, tabakaları keserek gelişmişse, damar tipi şeklinde yataklanır (Tözün, 2013).

Sinjenetik tipli gelişim göstermiş manganез yatakları, denizel ortamlarda manganın tortullarla aynı yaşlı tabakalanmaya uyumlu çökmesi sonucunda oluşur. Bu tür yataklanma, büyük ölçülerde O_2 miktarına göre katmanlaşmış deniz sütununda “redoks çizgisinin” deniz tabanını kestiği zonlarda gelişmektedir (Tözün, 2013).

Epijenetik tipli gelişim göstermiş manganез yatakları, deniz altı fay sistemlerinin temin ettiği hidrotermal akışkanlar (volkanik ve/veya deniz suyu döngüsü) aracılığıyla önceden oluşan sedimanter yada volkanik kayaçların içindeki porozitelerde ve/veya süreksizlik düzlemleri zonu boyunca gelişim gösterirler. Sinjenetik şekilde oluşum göstermiş yatakların süperjen alterasyonlarla zenginleşip epijenetik özellik kazanması da mümkündür (Tözün, 2013).

Sindiyajenetik mangan yataklanması, tortulların gömülmesi esnasında gelişen diyajenez sürecinde, manganezin poroziteleri doldurarak çökmesi sonucunda gelişir (Tözün, 2013).

Tablo 3: Manganez maden yataklarının sınıflandırılması (Tözün, 2013).

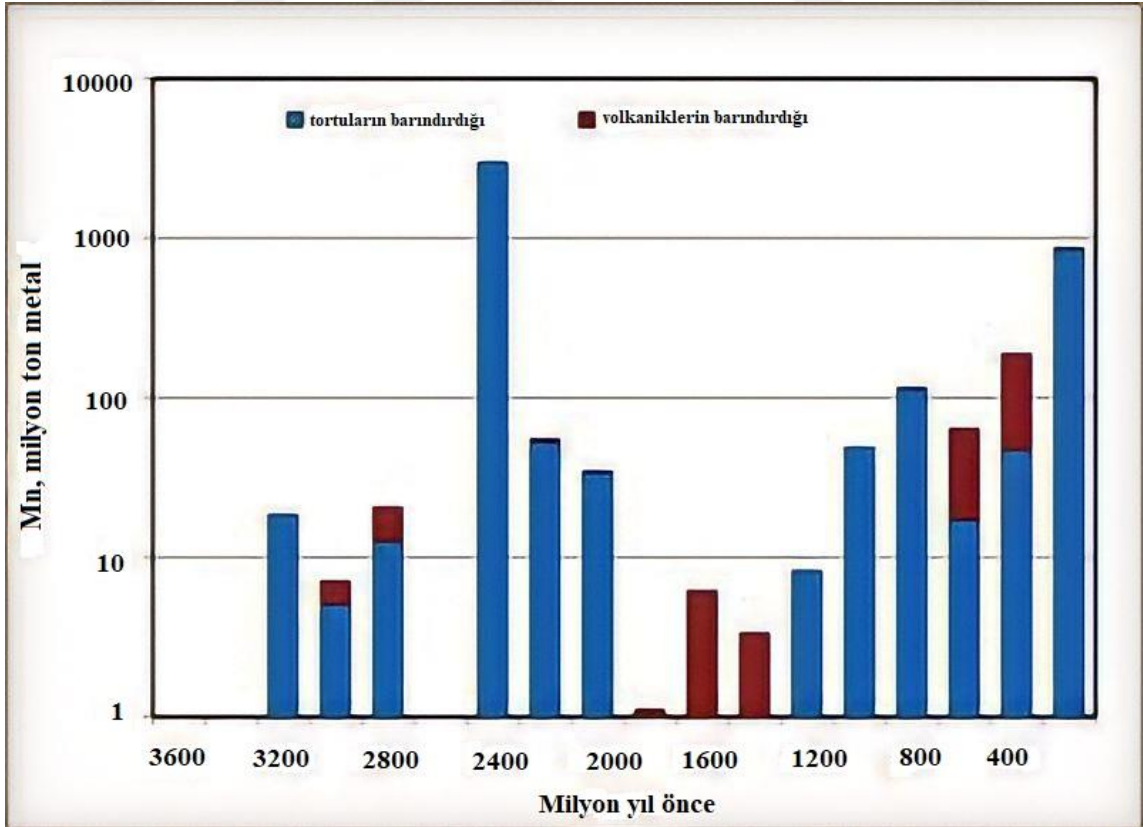
Maden yatağı	Zaman İlişkisi	Ana Kaya	Oluşum Yaşı	Örnekler	Referans
Sedimanter Kayalarla İlişkili Yataklar	Sinjenetik	Kırıntılı	Oligosen (28 My.)	Nikopol, Ukrayna Chiatura, Gürcistan	Varentsov, 2002
			Oligosen (28 My.)	Binkılıç, Türkiye	Öztürk, 1998
			Geç Kretase (94 My.)	Ulukent, Gökçeovacık, Türkiye	Öztürk ve Hein, 1997
			Geç Kretase (99 My.)	Groote Eyland, Avustralya	Frakes ve Bolton, 1984
			Erken Jura (183 My.)	Urkut, Macaristan	Polgári ve diğ., 2004
		Karbonatlı	Geç Jura (156 My.)	Molango, Meksika	Okita, 1992
		Tabakalı Demir Fm. (BIF)	Neoproterozoik (700 My.)	Urucum, Brezilya	Klein ve Ladeira, 2004
			Paleoproterozoik (2050 My.)	Kalahari-Mamatwan, Güney Afrika	Tsikos ve diğ., 2003
	Epijenetik	Karstik	Geç Kretase (95 My.)	İmini-Fas	Gutzmer ve diğ., 2006
			Kambriyen (501 My.)	Timna, İsrail	Laznicka, 1992
			Paleoproterozoik (2100 My.)	Postmasburg, Güney Afrika	Gutzmer ve Beukes, 1996
		Süperjen	Geç Kretase (99 My.)	Groote Eyland, Avustralya	Pracejus ve Bolton, 1992
			Mezoproterozoyik (1740 My.)	Moanda, Gabon	Hein ve Bolton, 1993
	Sindiyajenetik			Artillary, ABD	Spencer, 1991
Sinjenetik	Metabazikler	Geç Kretase (85 My.)	Çayırılı, Türkiye	Öygür, 1990	
	Dasit	Geç Kretase (85 My.)	Ocaklı, Türkiye	Öztürk, 1997a	

Volkanik Kayalarla İlişkili Yataklar		Yeşil Kayalar (Green-Stone)	Paleoproterozoik (2300 My.)	Nusuta (Birimian), Gana	Roy, 2006
	Epijenetik	Felsik-Ortaç Volkanikler	Pliyosen	Kimolos adası, Yunanistan	Lykakis ve Kiliyas, 2010
			Paleoproterozoik	Bergslagen, İsveç	Hogmalm ve diğ., 2012

Mn cevherleri tortu, volkanik kayaç veya karst barındırılabilir olarak sınıflandırılabilir. Bu türler arasındaki kimyasal ayrımlar şunları içerir:

- volkanik kayaların barındırdığı tortularda çok daha yüksek miktarlardaki SiO_2 , muhtemelen pelajik radyolary ve diatomların önemli katkılarıyla daha okyanusal bir ortamı yansıtıyor.
- yukarı doğru yükselme ile ilgili olabilecek tortu tarafından barındırılan yataklarda daha yüksek miktarlarda bulunan P_2O_5 .
- kriptomelan grubu minerallerin yapısındaki açık tünellerin sağladığı Ba ve Pb'deki karstik yatakların güçlü zenginleşmesi.

Mn cevher yatakları jeolojik zaman içinde eşit olarak dağılmamıştır. Bunun yerine, biri Paleoproterozoyik'te, ikincisi Neoproterozoyik'te, üçüncüsü Senozoyik'te olmak üzere üç gruba ayrılırlar. 1800'den 1100 Ma'ya kadar tortuların barındırdığı depozitoların çarpıcı bir şekilde kaybolması da söz konusudur (Şekil 4.11) (http://www.sedimentaryores.net/Index_Mn.html):



Şekil 4.11: Jeolojik zaman çizelgesinde Mn cevherinin yayılım gösterme grafiği.

Paleoproterozoyik (2500-1600 milyon yıl önce) zirve açık farkla en büyüğüdür ve zaman içinde Bantlı Demir Oluşumunun ana bölümüne tekabül eder. Büyük ölçüde Oligosen ile sınırlı olan Senozoik (son 66 milyon yıl) Fe mineralizasyonuna sahip değildir (http://www.sedimentaryores.net/Index_Mn.html).

Volkanojenik manganez yatakları, andezitik ve bazaltik kayalarda stratabound yada damar şeklinde gelişim gösterebilir. Bundan başka Mn iyonlarının hareketliliğine göre volkanojenik kayaların ilerisindeki çökelmiş tortularda da stratiform olarak gelişebilmektedir. Volkanizmanın etkisiyle gelişim gösteren bu yataklarda, hidrotermal etkilerin izleri izlenebilmektedir. Bundan dolayı, Mn-zenginleşmesinin volkanizma anında yada daha sonra metal bileşiği zenginleşmiş hidrotermal akışkanlar sayesinde oluştuğu ortaya çıkmaktadır.

Sinjenetik yataklar (hidrotermal akışkanlarla ilişkisi olan), epijenetik gelişen yataklardan daha çok yaygındır. Mangan içeren katmanlar volkanitlerle veya sedimanter kayalarla ardalanmalı şekilde gözlemlenebilir. Volkanik kökenli manganez yatakları, ayırt edici özelliklerine göre gruplanmıştır (bak. Mosier L. D. ve Page J. N., 1988). Yataklanma şekilleri ise mercek, kama veya damar şeklindedir ve bundan da başka katmanlı, stokwork, breş dolgusu veya saçılımlı şekillerde de gelişimler gösterebilmektedir (Öztürk, 1997b).

4.4.3. Türkiye mangan yatakları

Türkiye'deki başlıca manganez rezervleri Denizli-Tavas, Zonguldak-Ereğli, Gaziantep-Musabeyli, Artvin-Borçka ve Erzincan-Kemaliye'de yerleşmektedir. Bunlar arasındaki Denizli-Tavas bölgesinde yerleşen 4 milyon ton kanıtlanmış rezervi ile en büyük tonajlı manganez cevheri yatağıdır ve burdaki yıllık üretim yaklaşık 20.000 tondur. Bu yatak düşük manganez içerikli (%30-31 Mn) karbonat tipli cevher gövdesidir. Bunun ise demir çelik endüstrisinde kullanılması adına farklı kurumlar tarafından birçok çalışma yapılmıştır (Devlet Planlama Teşkilatı, 2001).

MTA'nın yayınladığı raporlara göre Türkiye'de nerdeyse her bölgede çok azda olsa manganez yataklarının varlığı tespit edilmiştir. Amma bunların çoğu ekonomik olarak yararsızdır. Bu yüzden dünya piyasasında Türkiye'nin payı çok azdır.

MAPEG'e iletilen 2018 yılı raporlarına göre Türkiye illerindeki manganez rezervi Tablo 4'deki gibidir.

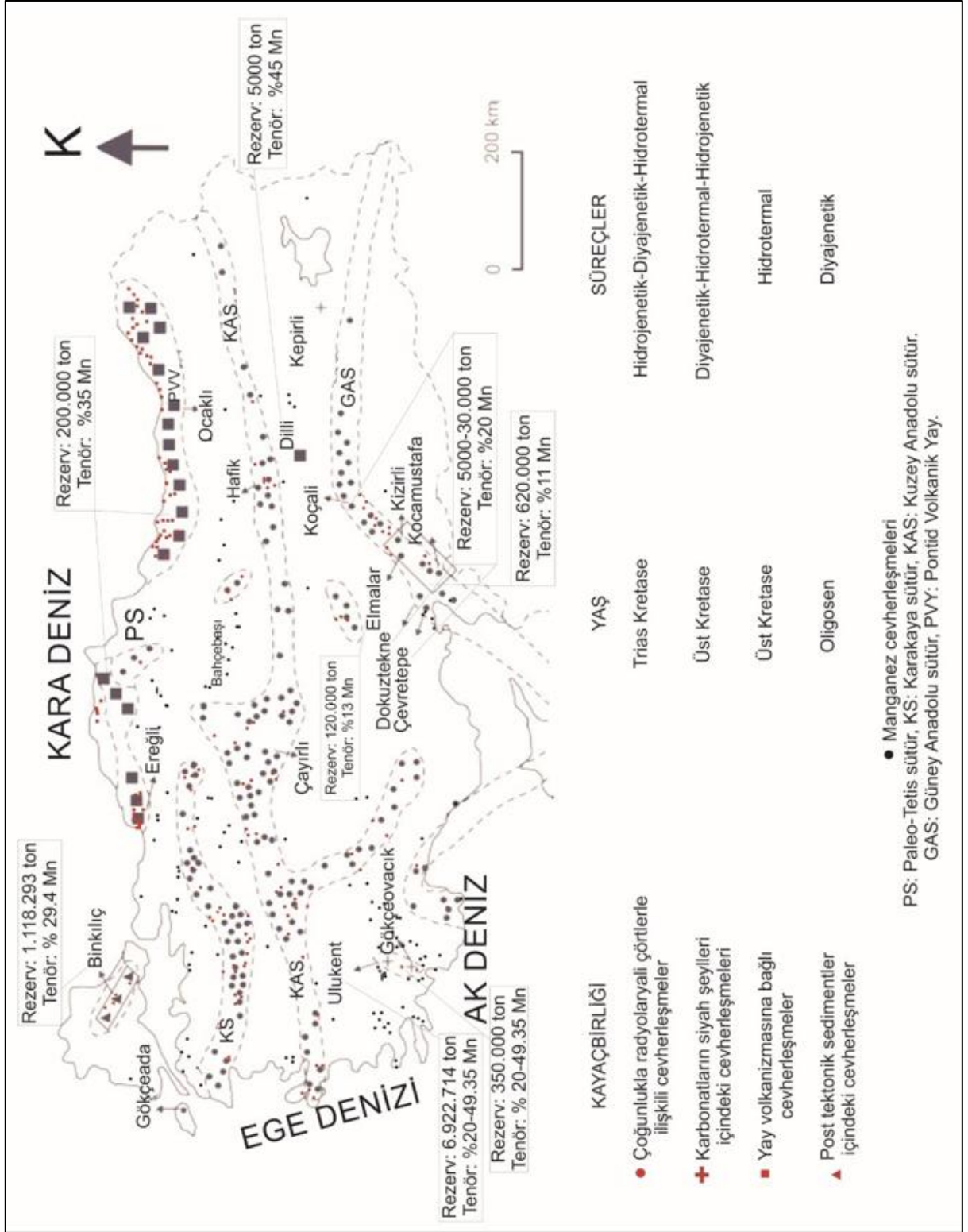
Tablo 4: Türkiye manganez rezervleri (MAPEG, 2019; İşletmelerin 2018 yılı faaliyet raporlarından alınmıştır).

İL	Görünür Rezerv
ADİYAMAN	7.509.723
ANKARA	71.898
ANTALYA	58.600
BALIKESİR	898.294
BURDUR	9.228.217
ÇORUM	5.080.939
DENİZLİ	20.451.259
ELAZIĞ	848.750
ERZİNCAN	139.381
ERZURUM	406.475
ESKİŞEHİR	18.930

İSTANBUL	2.622.198
KAHRAMANMARAŞ	59.859
KASTAMONU	50.000
KAYSERİ	270.440
KONYA	8.600.000
KÜTAHYA	963.033
MALATYA	346.284
MUĞLA	326.400
SİVAS	4.128.206
TOPLAM	62.078.887

Türkiye'nin en büyük manganez rezervine sahip Denizli-Tavas-Ulukent yatağında 90'lı yıllarda başta Erdemir olmak üzere İsdemir ve Kardemir fabrikaları yıllık ortalama 20.000 ton üretim gerçekleştirmiştir.





Şekil 4.12: Türkiye manganez yataklarının tipleri (Öztürk ve diğ., 1993'ten yararlanılarak hazırlanmıştır).

Prof. Hüseyin Öztürk'ün 1993 yılında yayınladığı makaleye esasen Türkiye'deki manganez yatakları aşağıdaki gibi gruplandırılmıştır:

Birinci grup: radyolaryali çörtlere bulunan hidrotermal ve hidrojenetik kökenli yataklar.

İkinci grup: alt Kretase yaşlı karbonatlarda bulunan siyah şeyllerle ilişkili olan yataklar.

Üçüncü grup: (Karadeniz kıta yayındaki) volkanitler ile ardalanmalı şekilde çökellerin çeşitli düzeylerinde damar, stok ve katman yapılı gelişim göstermiş hidrotermal kökenli yataklar.

Dördüncü grup: Trakya Havza'sındaki Oligosen yaşlı çökeller içerisinde bulunan genelde düşük Mn-Si içerikli ancak yüksek rezervli yataklar.

4.5. KIRANCIK MANGANEZ CEVHERLEŞMESİ

4.5.1. Cevherleşmenin geometrisi

Adanın GD'da Kırancık ve Tokmaklı Tepe arasında Çakır Dere'nin kuzey kolu üzerinde Eşlek volkanitlerinin içinde K48°B doğrultu ve 72°GB eğimli bir damar şeklinde, yer-yer bir-birinden kopuk parçalar şeklinde fay boyunca gelişmiştir (Şekil 4.15 ve 4.18). Mn cevherleşmesi toplamda 750 m uzunluğa sahiptir (Şekil 4.15, 4.25). Adadaki ekonomik açıdan bilinen en önemli manganez cevherleşmesi budur (Öztürk ve diğ., 2020) Bu cevherleşme dışında lokal alanda gelişmiş kırık dolguları şeklinde önem arz etmeyen mostralalar bulunmaktadır (Şekil 4.19). Cevher damarı çevresindeki piroklastitler arjilli alterasyon göstermektedir (Şekil 4.20, 4.21, 4.22, 4.23, 4.24). Cevher gövdesinin geometrisi açık ocakta görülebilmektedir (Şekil 4.15).

Gerek saha çalışmalarında gözlemlere gerekse Öztürk ve diğ. (2020) çalışmasında belirtildiği üzere Mn cevherinin mineralleri piroluzit, psilomelan, limonit ve götittir. Kalsit, kuvars, dolomit ve barit ise gang mineralleridir.

İsmi yakınındaki tepeden alan Kırancık manganez cevherleşmesinin gelişim gösterdiği KB doğrultulu ve GB eğimli cevher zonunu 2 kısma ayırabiliriz:

Birinci kısım fayın esasen kil alterasyonlu zonlara ve gözle görüle bilen kısmı bantlı yapılı, 60 ve 80 cm kalınlıklı damarlar halinde gelişim göstermiş Mn zonlarına rast geliniyor (Şekil 4.20, 4.21, 4.23, 4.24).

İkinci kısım Mn cevheri 72°GB eğimli fay düzlemi (Şekil 4.14) boyunca volkanik birimlerin kırık-çatlaklarından çıkarak etrafındaki tüfleri sıvamış şekilde gelişim göstermektedir (Şekil 4.16, 4.19). Ayrıca yer-yer toz ve döküntü halinde olan Mn cevherlerine de rastlanmaktadır (Şekil 4.13). Buradan madencilerin açık işletme yolu ile Mn çıkardığı tahmin edilmektedir. Ve düşük Mn tenörü nedeniyle madencilik işlerinde durdurulmuş olması muhtemeldir.



Şekil 4.13: Madencilik işlerinin durdurulduğu yer. Cevherin toprakta morumsu-siyah iz salmış döküntü halindeki yayılımı. Kırmızı renkli çizgiler cevherin yayılım gösterdiği yeri, siyah çizgi ise fay hattını göstermektedir.



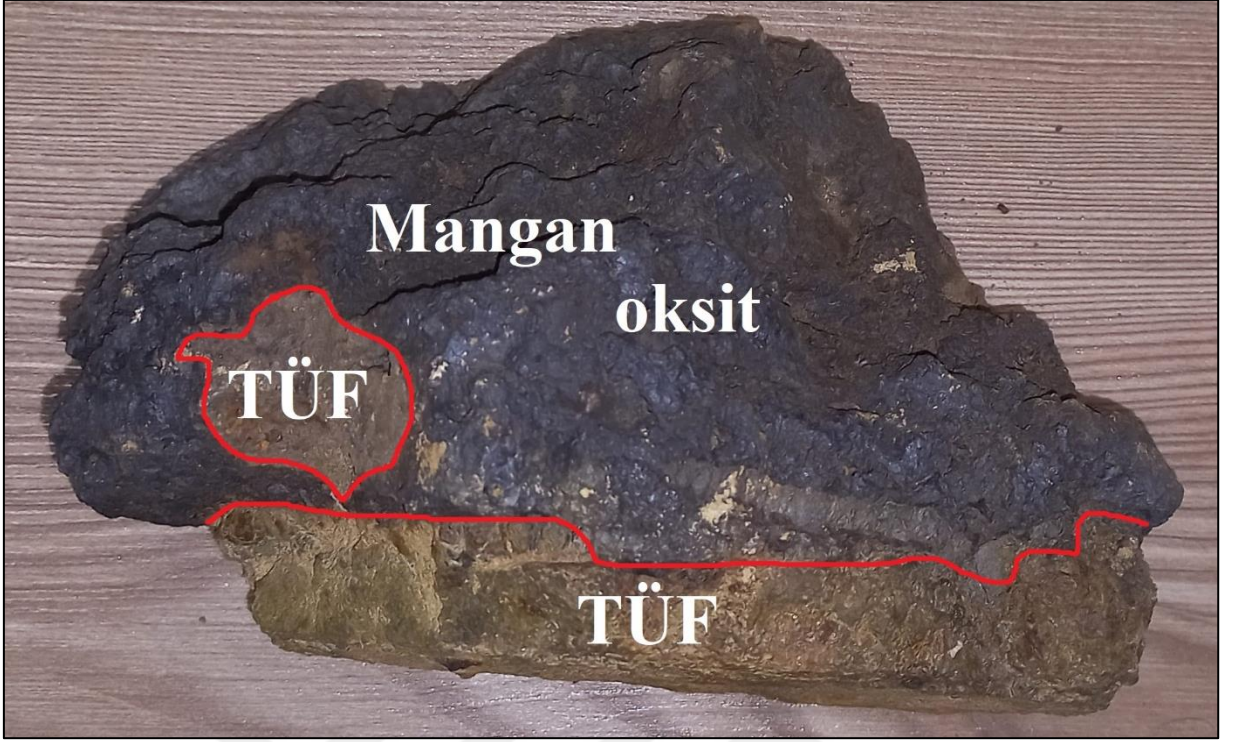
Şekil 4.14: 72°GB eğimli mangan cevherinin volkanik tüflerin kırık-çatlaklarında gelişim gösterdiği fay düzlemi.



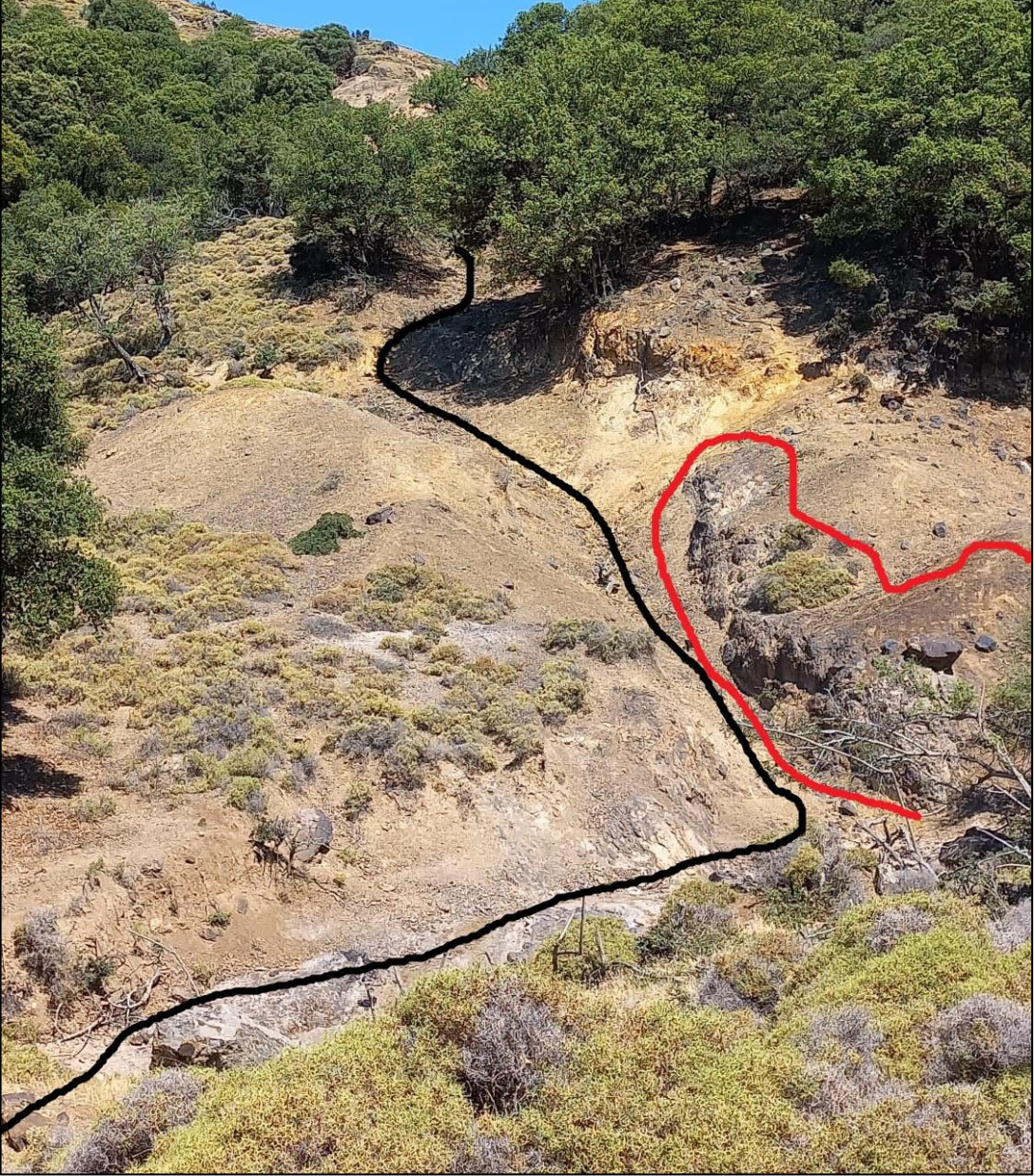
Şekil 4.15: Manganez cevherinin yayılım gösterdiği fayın genel fotosu. Siyah çizgi fay hattını göstermektedir.



Şekil 4.16: Faylı dere boyunca gelişim göstermiş mangan boyalı tüf. Manganez boyalı tüfler kırmızı çizgiyle belirtilmiştir.



Şekil 4.17: Volkanik tüf ve mangan oksitin birlikte bulunduğu G12 örneği.



Şekil 4.18: Faylı dere boyunca gelişim göstermiş mangan cevheri. Siyah çizgi fay hattını, kırmızı çizgi ise cevherleşmeni gösteriyor.



Şekil 4.19: Kırık-çatlaklarından sızarak volkanik birimlerin üstünü sıvayan mangan boyalı volkanik tüfler.

4.5.2. Alterasyon özellikleri

Çalışma alanımızda feldispatlar killeşmiş, piritler limonitleşmiş olduğundan arazide cevherleşme killeşme ve limonitleşmenin yoğun olduğu bir zon boyunca görülmektedir. Bu bağlamda cevherleşmeye arjilik alterasyon ve piritik alterasyon eşlik etmiştir. Piritler belirtildiği gibi daha sonra hematite oksitlenmiştir. Silisleşme, kloritleşme, serisitleşme şeklinde bir alterasyon gözlemlenmemiştir.



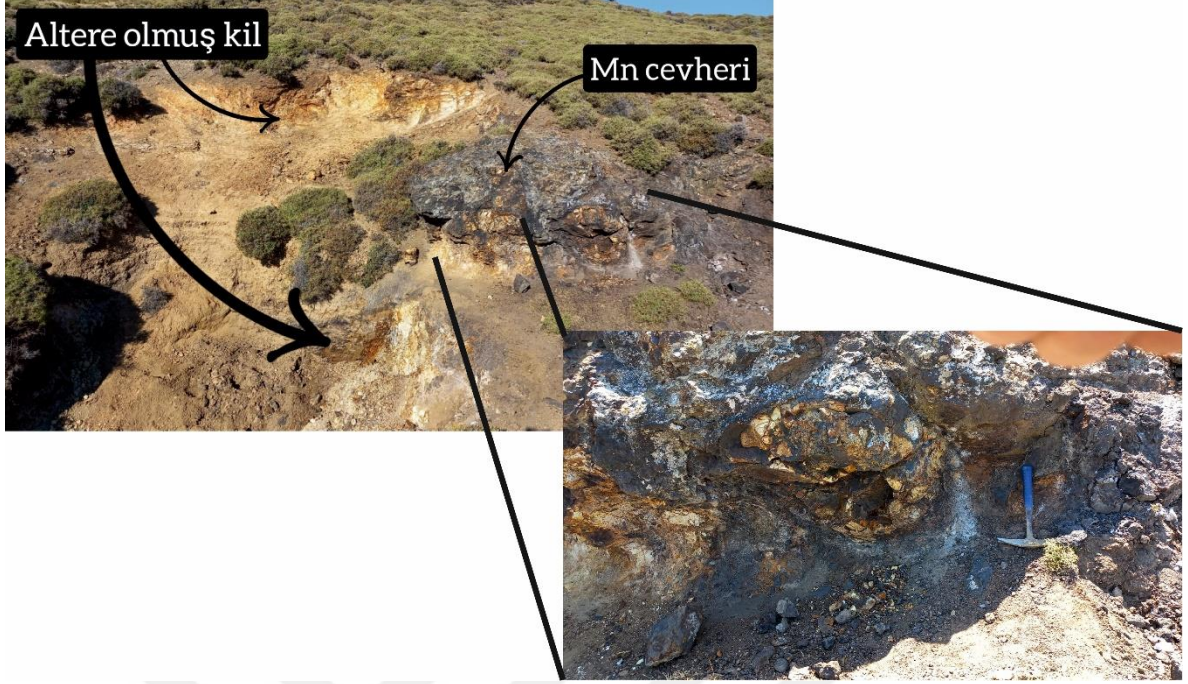
Şekil 4.20: Volkanik tüflerde gelişim gösteren manganez cevheri.



Şekil 4.21: Volkanik tüflerde gelişim göstermiş mangan cevheri.



Şekil 4.22: Volkanik tüflerin içerisinde gelişmiş mangan cevherleşmesinin genel görünümü. Volkanik tüflerde kil alterasyonu gelişmiştir.



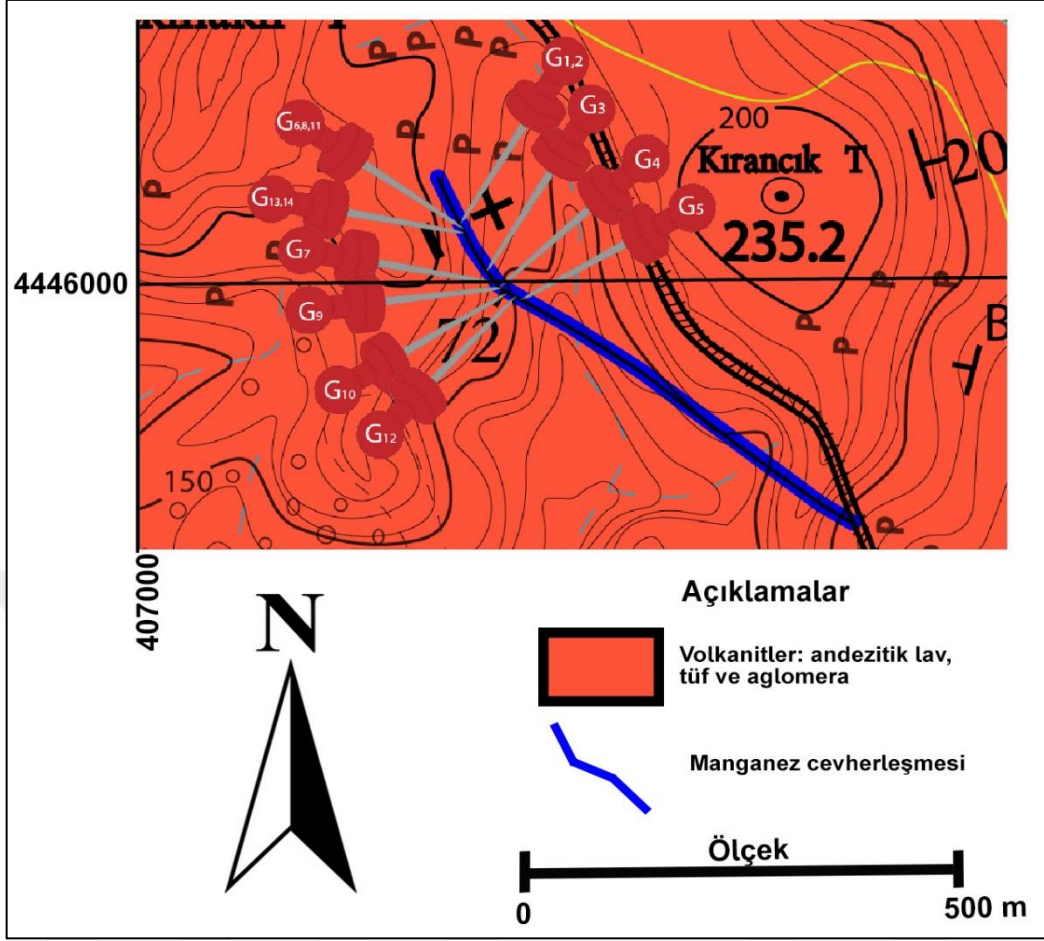
Şekil 4.23: Volkanik birimlerde gelişim göstermiş mangan cevheri.



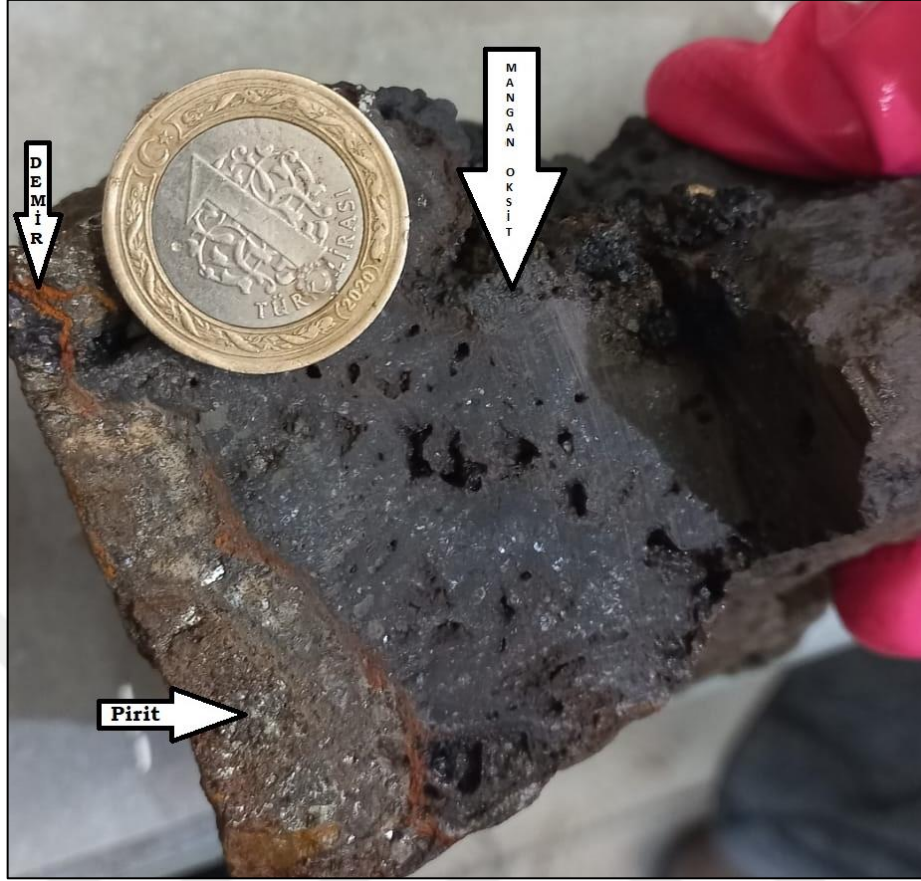
Şekil 4.24: Volkanik birimlerde gelişim göstermiş mangan cevheri.

Tablo 5: İnceleme alanından toplanan örneklerin açıklaması ve koordinatı.

Örnek Numarası	Örneklerin açıklaması	Koordinatları (ED50'ye göre)
G1	Altere olmuş tuf	E 407418 N 4446165
G2	Manganez cevheri	E 407418 N 4446165
G3	Piroklastik kil	E 407418 N 4446155
G4	Manganez cevheri	E 407500 N 4446093
G5	Alterasyona uğramış Mn	E 407549 N 4446019
G6	Manganez cevheri	E 407418 N 4446155
G7	Altere olmuş Mn	E 407467 N 4446096
G8	(Toz halinde) alterasyona uğramış Mn	E 407418 N 4446155
G9	Piroklastik kayaç	E 407498 N 4446077
G10	Manganez cevheri	E 407514 N 4446065
G11	Altere olmuş volkanik kayaç ve Mn	E 407418 N 4446155
G12	Yan kayaç cevher ilişkisi için götürülmüş Mn	E 407503 N 4446075
G13	Altere olmuş piritli kuvars	E 407418 N 4446152
G14	Altere olmuş piritli kuvars	E 407418 N 4446152



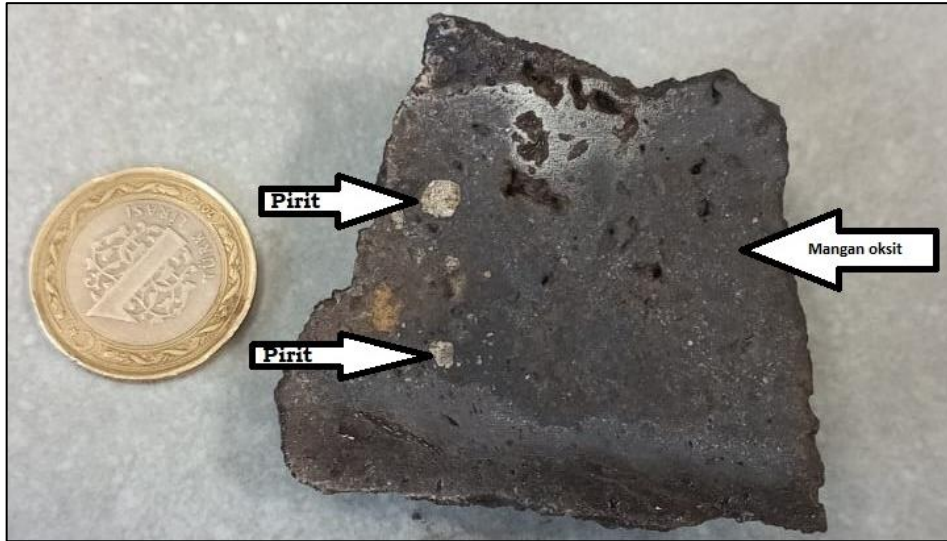
Şekil 4.25: Mangan örneklerinin konumu.



Şekil 4.26: Mangan cevherinde gözlemlenen piritli ve demirli zon (G12 örneğinin kesiti).

4.5.3. Cevherleşmenin mineralojisi

Mn cevherinin mineralleri: piroluzit, psilomelan, limonit ve götittir. Gang mineralleri ise kalsit, kuvars, dolomit ve barittir (Şekil 4.26 ve 4.27).



Şekil 4.27: Manganez cevherindeki piritler (G10 örneğinin kesiti).

4.5.4. Cevherleşmenin jeokimyası

Bu tablolarda yer alan veriler Öztürk vd. 2019 ve Öztürk vd. 2020'den derlenen verilerden oluşmaktadır.

Tablo 6: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar, Gökçeada ve PAAS manganez cevheri örneklerinin ana element analiz sonuçları (Öztürk, 2020'den alınmıştır).

Major oksidler		Binkılıç	Varna	Nikopol	Chiatura	Chert-hosted Elmalar Mn dep.	Gökçeada	Post Archaen Austraalian Shale (PAAS)
MnO	%	48,81	36,5	40,7	35,5	52,9	42,67	0,11
SiO ₂	%	7,3	8	15,6	26,8	25,59	6,03	62,8
Al ₂ O ₃	%	2,39	4,04	4,17	6,56	1,38	0,7	18,9
Fe ₂ O ₃	%	3,18	2,21	4,1	2,61	0,6	12,7	7,22
MgO	%	1,13	4,26	1,27	1,1	0,09	0,64	2,2
CaO	%	15,06	11,1	7,07	5,05	0,27	4,42	1,3
Na ₂ O	%	0,41	0,68	0,38	0,36	0,04	0,01	1,2
K ₂ O	%	0,38	0,58	0,89	1,06	0,24	0,1	3,7
TiO ₂	%	0,42	0,19	0,2	0,21	0,06	0,03	1
P ₂ O ₅	%	0,65	0,28	0,58	0,53	0,05	0,02	0,16

Tablo 7: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar, Gökçeada ve PAAS manganez cevheri örneklerinin iz element analiz sonuçları (Öztürk, 2020'den alınmıştır).

Element-ler		Bin-kılıç	Varna	Niko-pol	Chiatu-ra	Chert -hosted Elma-lar Mn dep.	Gökçe-ada	Post Archaen Austraalian Shale PAAS
V	ppm	60	111	95	94	48	33	150
Cr	ppm	12	16	20	15	20		110
Co	ppm	82	40	74	57	192,6	85,5	23
Ni	ppm	204	118	101	530	30,9	249,5	55
Cu	ppm	78	20	61	86	793,8	47,7	50
Rb	ppm	19	17,6	19	11	2,5	5,6	160
Sr	ppm	2832	77,3	638	984	352,3	68,9	200
Y	ppm	16,57	14,1	18,4	-	13,8	36	27

Zr	ppm	47	18,6	5,62	4,3	17	8,8	210
Nb	ppm	1,3	1,62	0,16	0,08	0,7	0,7	19
Ba	ppm	5230	143	1938	4096	3717	839	650
Hf	ppm	0,2	0,41	0,13	0,07	0,4	0,2	5
As	ppm	86,9	-	19,4	25	49,3	27,6	1,7
U	ppm	9,9	3,92	3,5	11	3	2,5	3,1
Th	ppm	0,9	1,51	2,66	2,1	0,7	0,8	14,6
Pb	ppm	44,6	2,75	14,3	9,9	15,3	1493	20
Zn	ppm	57,9	5,17	55,4	154	50	3639	85
M o	ppm	36,1	8	-	-	57,1	5,8	-
Hg	ppm	0,4	-	-	-	0,02	0,12	-
Sb	ppm	4,6	-	-	-	-	49,6	-
Ta	ppm	0,1	-	-	-	<0,1	<0,1	-

Tablo 8: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar, Gökçeada ve PAAS manganez cevheri örneklerinin nadir toprak element analiz sonuçları (Öztürk, 2020'den alınmıştır).

Elementler		Binkılıç	Varna	Nikopol	Chiatura	Chert hosted Elmalar Mn dep.	Gökçeada	PAAS
La	ppm	18,67	16	22,3	48,7	11,1	8,4	38,2
Ce	ppm	25,86	21,7	45,8	55,2	37,4	16	79,6
Pr	ppm	2,28	3,31	4,72	10,2	4,23	2,05	8,83
Nd	ppm	13,1	13,4	18,5	40,9	18,2	9,6	33,9
Sm	ppm	3	2,8	3,74	9,1	3,91	2,53	5,55
Eu	ppm	2,27	0,68	0,76	2,4	0,9	1,81	1,08
Gd	ppm	2,41	3,08	3,73	9,8	4,75	3,86	4,66
Tb	ppm	1,04	0,47	0,54	1,6	0,65	0,64	0,77
Dy	ppm	2,22	2,82	3,35	8,8	3,26	3,94	4,68
Ho	ppm	0,33	0,61	0,69	1,8	0,54	0,93	0,99
Er	ppm	1,58	1,79	1,94	5,1	1,48	2,76	2,85
Tm	ppm	0,15	0,27	0,26	0,7	0,18	0,37	0,41
Yb	ppm	1,59	1,65	1,55	4,3	1,23	2,32	2,82
Lu	ppm	0,18	0,25	0,2	0,6	0,17	0,36	0,43
TREE	ppm	74,68	68,83	108,08	199,2	88	55,57	184,77

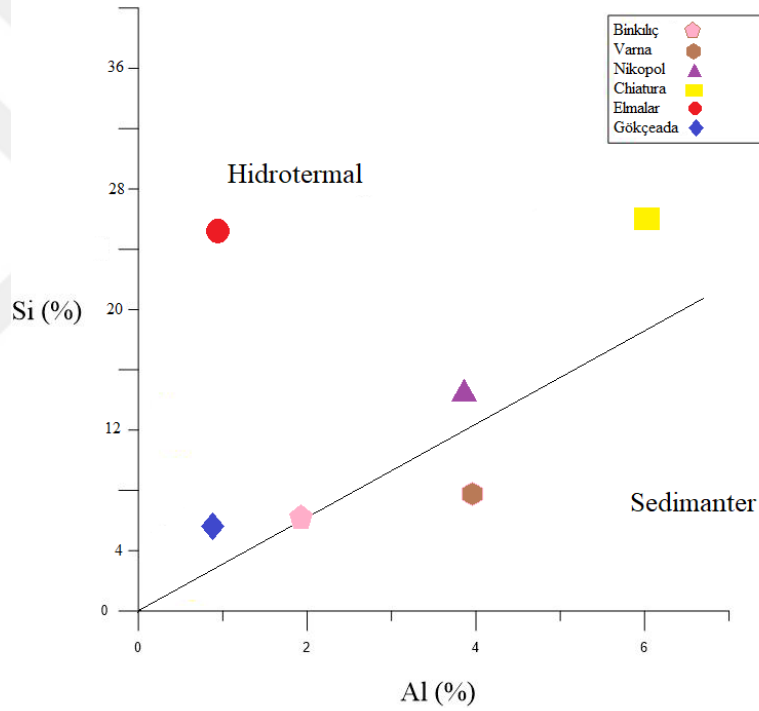
Ana element içeriğine göre genetik değerlendirme

Ana element verilerine göre yapacağımız değerlendirmelerde Fe/Mn oranları manganez cevherleşmesi kökeninin anlaşılmasında önemli rol oynayan unsurlardan sadece biridir. Gökçeada'daki Fe/Mn oranı ortalama olarak 0,29763'tür. Sütçü, 2019 ve Karakuş, 2005'te

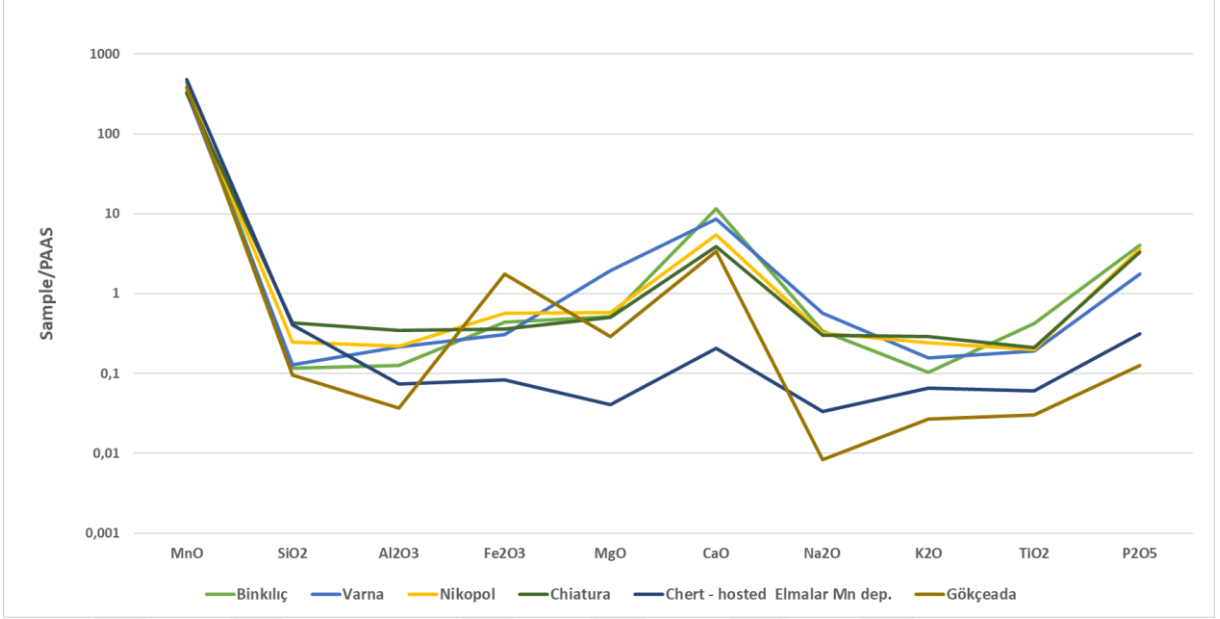
söylenenlere esasen düşük Fe/Mn oranlarının aktif okyanus yayılma merkezleriyle ilişkili hidrotermal yataklara işaret ettiğini söyleyebiliriz (Corliss vd. 1978, Nicholson 1992, Choi ve Hariya 1992).

Toth (1980), yayınladığı makalede Si-Al diyagramını kullanarak, hidrotermal ve sedimanter yataklarının oluşum ayrımını yapmıştır. Bu diyagramı Gökçeada'daki Kırancık manganez cevherleşmesi içinde kullanarak (yüksek Si (6,03), düşük Al (0,7) içeriği nedeni ile) cevherleşmenin hidrotermal kökenli olduğu ispatlanmıştır (Şekil 72). Başka sözle desek bu durum cevherleşmenin kaynağının hidrotermal yolla olduğunu önermektedir.

Toth (1980), yayınladığı makalede dünyanın farklı bölgelerindeki farklı oluşum ortamlarına sahip manganez-demir rezervlerinin oluşum hikayelerinin değerlendirilmesindeki sonuçları, kendi çalışmasındaki derin deniz nodüller ile karşılaştırmış ve Si/Al oranının derin deniz nodüllerinde neredeyse 3'e denk geldiğini ortaya koymuştur. Hidrotermal kökenli manganez yataklarındaki Si/Al oranları 10 ile 20 arasında değiştiğinde Toth (1980) tarafından makalede belirtilmiştir. Gökçeada'daki Si/Al oranı ortalama şekilde 8,61429'dur.



Şekil 4.28: Cevher örneklerinin Si-Al diyagramındaki konumları (Toth, 1980).



Şekil 4.29: Binkılıç, Varna, Nikopol, Chiatura, Elmalar ve Gökçeada'daki ana element değerlerinin PAAS'a göre normalize edilmiş diogramı. Alüminyum ve sodyum oksid değerleri düşük değerlere sahip olsada, mangan, kalsiyum ve demir oksidin zenginlik gösterdiği görülmektedir. Diğer değerler ise ara sıralarda yer almaktadır.

Eser element içeriğine göre jenetik değerlendirme

Eser element (As, Cu, Ni, Pb, Sr, V ve Zn) konsantrasyonlarının genellikle hidrojenik yataklarda düşük, hidrotermal yataklarda ise zenginlik gösterdiği bilinen bir olgudur (Crerar vd., 1982; Şaşmaz vd., 2013). Ba, Cu, Li, Mo, Pb, Sb, Sr, V, Zn temel birlikteliği de hidrotermal yataklarındaki tanımlayıcı etken olarak yorumlanmaktadır (Nicholsen, 1992; Sütçü, 2019).

Yüksek Ni içeriği muhtemelen bir kırıntılı ultramafik bileşenin dahil edilmesini veya ultramafik kayaların yıkanmasını yansıtır; Ni ayrıca sülfürlerde de bulunur ve bu nedenle birden fazla kaynağa sahiptir. Gökçeada'da Ni değeri 249,5 ppm olarak belirlenmiştir ve muhtemelen bir kırıntılı ultramafik bileşenin dahil edilmesini veya ultramafik kayaların yıkanmasını öngörmektedir (Hein vd., 2008).

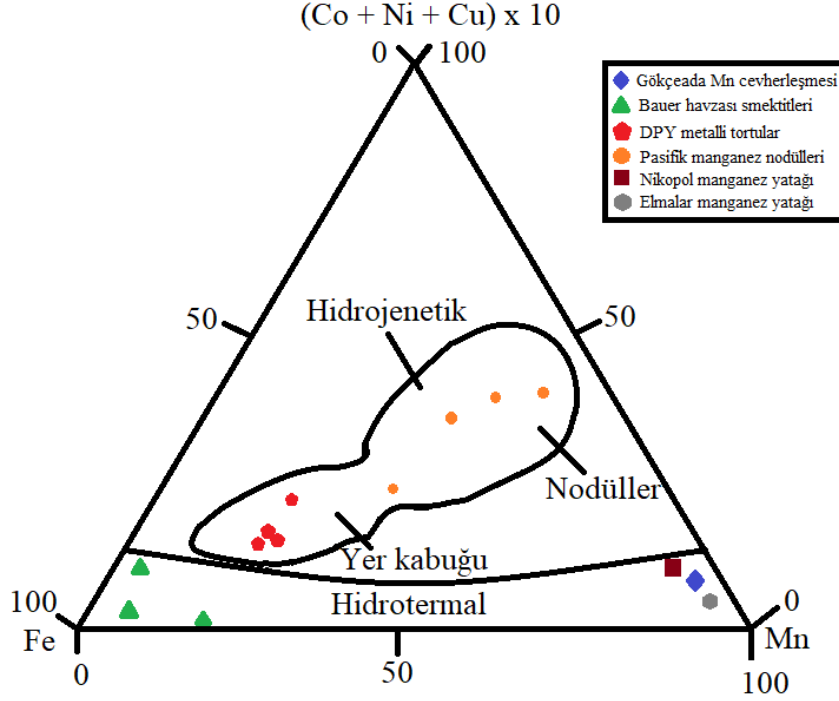
Co/Zn oranı hidrotermal yataklarda 0,15, hidrojenetik yataklarda ise 2,5 vermektedir (Toth, 1980). Gökçeada Kırancık mangan cevherleşmesinin Co/Zn 0,02 oranı hidrotermal yataklara işaret ettiği söylenebilir.

Düşük Mo içeriği, hidrotermal sıvıların düşük sıcaklık koşullarına işaret etmektedir. Hidrotermal oksitler, hidrojenli tortularla karşılaştırıldığında kobalt içeriği bakımından daha düşüktür; yüksek kobalt konsantrasyonları deniz ortamlarının göstergesidir Gökçeada cevherleşmesindeki molibden konsantrasyonu ortalama 5,8 ppm'dir ve bu veri hidrotermal sıvıların düşük sıcaklık koşullarının bir göstergesidir (Del Rio Salas vd., 2008).

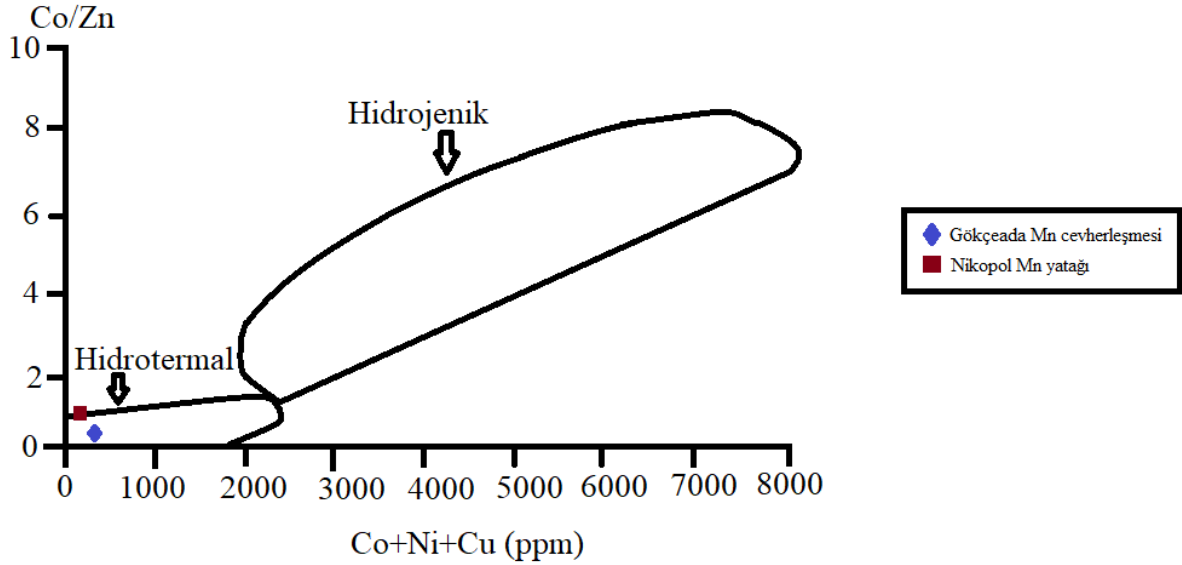
Düşük Co içeriği, cevher oluşumu sırasında hidrojenik katkının minimum seviyesini göstermektedir. Gökçeada mangan cevherleşmesindeki kobalt konsantrasyonları ise ortalama 85,5 ppm'dir. Buda bize cevherleşmenin hidrojenik kökenli olmadığını söylemektedir (Hein vd., 2008).

Arsenik zenginleşmesi cevher oluşumunda hidrotermal sıvıların bir göstergesi olarak düşünülebilir. Gökçeada'daki Ar zenginleşmesinde ortalama 27,6 ppm'dir (Nicholson, 1992b).

Baryum hidrotermal aktivitelerle okyanusa katılan ve Mn ile zengin hidrotermal kabuklarda yoğunlaşan bir elementtir. Gökçeada Kırancık manganez cevherleşmesindeki Ba miktarı 839 ppm olması hidrotermal etkinlik ile oluşmuş yataklarla benzerlik göstermektedir (Bonatti vd. 1972; Bonatti, 1975).



Şekil 4.30: Fe ve Mn'ye karşı $(Co + Ni + Cu) \times 10$ 'un üçlü diyagramı, Toth 1980'den alınmıştır ("Hidrojenetik" ve "hidrotermal" alanlar Bonatti ve diğerleri, 1972b'den, Pasifik manganez nodülleri Toth 1980'den, DPY (Doğu Pasifik Yükselişi) metalli tortul verileri, Corliss ve Dymond, 1975'ten, Bauer Havzası smektit verileri Eklund, 1974'ten, Elmalar ve Nikopol manganez yatağı verileri ise Öztürk, 2020'den alınmıştır).



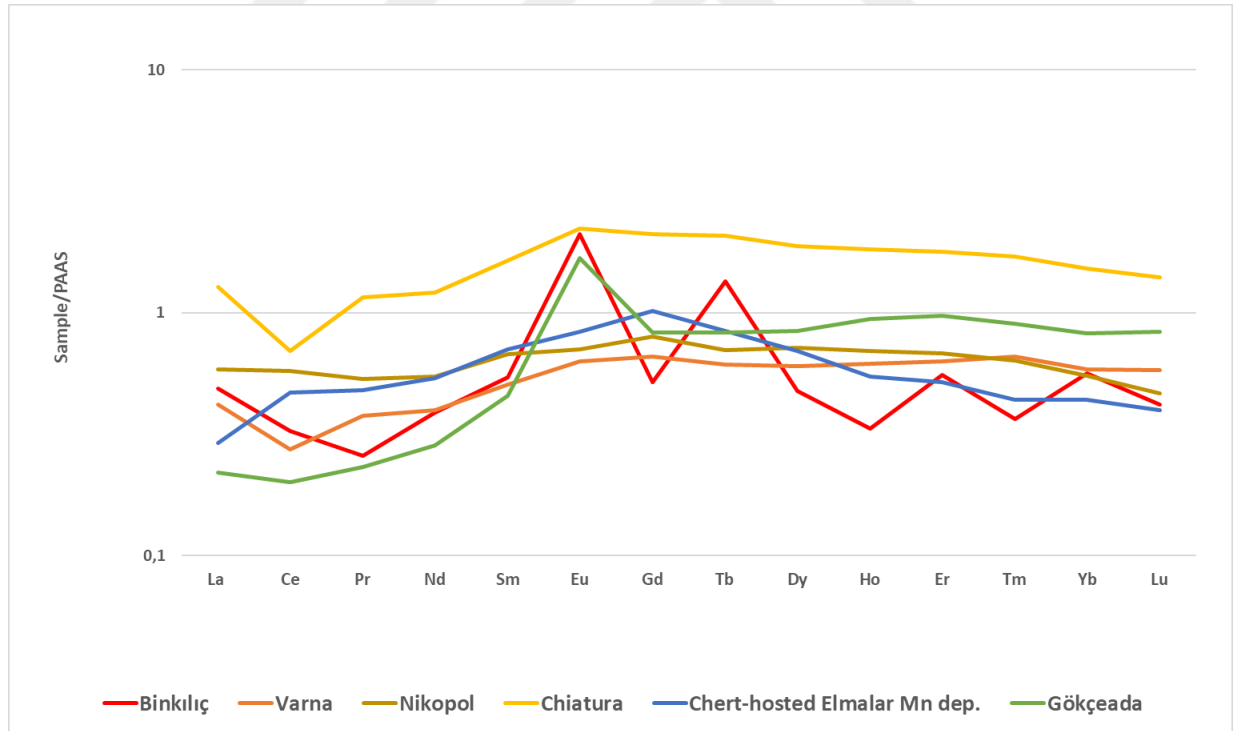
Şekil 4.31: Şaşmaz vd., 2013 ve Toth, 1980'den yararlanılarak hazırlanmış manganez yataklarının oluşumu için ayırıcı diagram.

Nadir yer element içeriğine göre jenetik değerlendirme

Oluşum hızı düşük olan hidrojenetik kökenli Mn yatakları güçlü pozitif Ce anomalisi göstermektedirler ve modern deniz tabanındaki oksihidroksit birikintileri ve nodüller için karakteristiktir (Golberg vd. 1963; Bonatti vd. 1976; Kunzendorf ve Glasby, 1994; Sütçü, 2019). Deniz altı hidrotermal kökenli madenlerde ise Ce negatif anomali ile karakterize edilmektedir (Bender vd. 1971; Dymond vd. 1973; Bonatti vd. 1976; Choi ve Hariya, 1992; Sütçü, 2019). Negatif anomalilerde kendi aralarında ikiye ayrılarak daha detaylı bilgi vermektedir. Şöyle ki, hafif negatif anomaliler, volkanojenik girdinin (Fleet vd., 1976) yada deniz suyuna hidrotermal katkıların (Bender vd., 1971; Dymond vd., 1973) göstergesi olarak kabul edilirken, güçlü bir negatif Ce anomalisi, okyanus ortası ve ada yayı yayılma merkezlerindeki sıcak noktaların etrafındaki düşük sıcaklıktaki hidrotermal yatakların karakteristiğidir (De Carlo ve Mc Murtry, 1992; Hodgkinson vd., 1994; Şaşmaz vd., 2013).

Hidrotermal yataklardaki pozitif Eu anomalisi hidrotermal sıvıları düşündürür (Michard, 1989) ve sirkülasyon sırasında ısıtılmış suların yüksek Eu içeriğine sahip alt tabaka volkanik kayalarla etkileşimini yansıtır (Usui ve Mita, 1995; Şaşmaz vd., 2013). Negatif bir Eu anomalisi, düşük sıcaklık (Usui ve Mita, 1995) ve kıtasal kabuk ve/veya sediman katkısından kaynaklanan kirlilik (Öksüz, 2011; Sun ve McDonough, 1989) nedeniyle yeraltı suyunun substrat volkanik kayalarla yetersiz etkileşimini göstermektedir (Şaşmaz vd., 2013).

Gökçeada'daki pozitif Evropiyum (Eu) anomaliside hidrotermal sıvılara işaret etmektedir.



Şekil 4.32: Cevher örneklerinin şöyle göre normalize edilerek çizilmiş spider diyagramı (normalize PAAS'a göre yapılmıştır).

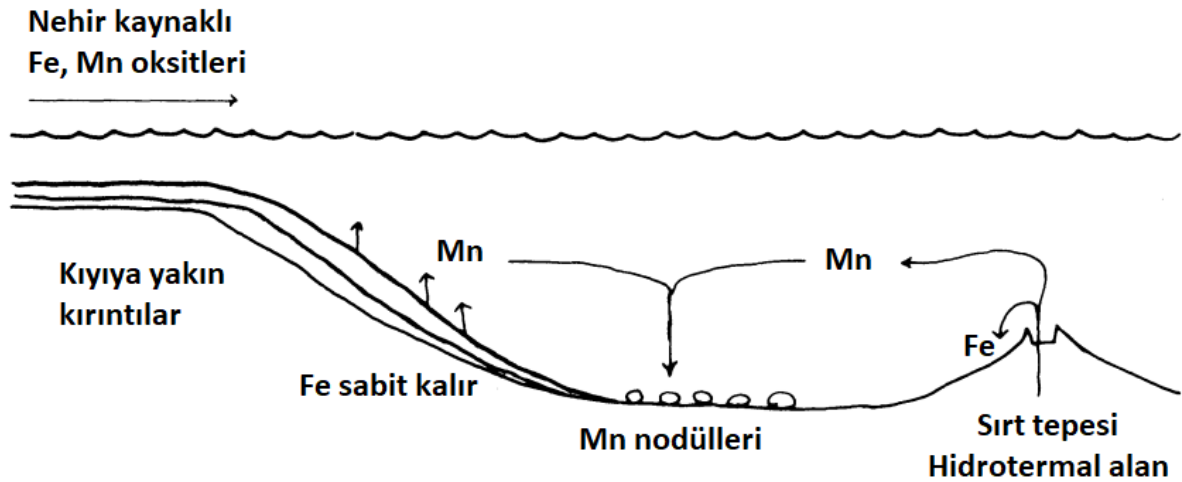
5. TARTIŞMA

5.1. MANGANEZ CEVHERLEŞMESİNİN OLUŞUMU

Manganez cevherleşmeleri volkanik şartlarda hem volkanosedimanter, hem de volkanojenik hidrotermal koşullarla mümkündür (Öztunalı, 1973; Gedikoğlu ve diğ., 1985).

Volkanosedimanter manganez yatakları deniz suyunun volkanik merkezlerin etrafında ve yerkabuğunun içinde dolaşımıyla ilişkilidir (Maynard, 1983; Stanton, 1972; Roy, 1981; Özkoçak, 1980). Yerkabuğundaki yarık-kırık sistemleri ve tektonik çatlaklar boyunca aşağı inen deniz suyu yer kabuğundan çözüp aldığı Cu, Zn, Fe, Mn ve Ba gibi elementleri deniz dibine taşıyarak ya masif sülfürler ya da Fe-Mn oksitler formunda çökeltilmektedir. Deniz tabanında Fe, Mn ve Ba çökelimi, volkanizmaya işaret etmektedir (Maynard, 1983).

Çözünmüş Mn, suyun oksijen içeriğine bağlı olarak ya ara yüzeyde dip suyundaki oksijen tarafından çökeltilmek üzere yukarı doğru yayılır ya da üstteki suya dağılarak havzanın (Şekil 5.1) daha derin kısımlarına taşınır.



Şekil 5.1: Manganez sığ su kıvrıntılı sedimanlarından ve okyanus ortası sırt bazaltlarından derin sulara transferi. Ölçeksiz (Maynard, 1983).

Deniz seviyesi ile mukayisede çok daha derin kısımlara ulaşan hidrotermal sular denize ulaşarak volkanotortul cevherleşmelerini sinjenetik olarak oluştururlar. Fakat, karasal ortamlarda hidrotermal çözeltiler epijenetik yolla ağısı şeklinde cevherleşmeler oluştururlar (Çağatay, 1979; Özkoçak, 1980; Gedikoğlu ve diğ., 1985).

Volkanotortul birimlerin arasında farklı yer ve seviyelerde damar şeklinde gözlemlenen, fay ve kırık-çatlaklara dolup oluşmuş epijenetik oluşumlar, hidrotermal damar tipi yataklardır.

Kırancık manganez cevherleşmesinde Orta Miyosen yaşlı Eşelek volkanitlerinin piroklastitlerinde hidrotermal yolla oluşmuştur. Cevher oluşum zamanı volkanik birimlere ramplasman (yerini alma) şeklinde yerleşmiş ve fay boyunca gelişmesine dayanarak epijenetik (ardoluşum) olduğu söylenebilir. Fay zonundaki killeşme mineral jenezisinin hidrotermal olduğuna dair delillerden biridir.

6. SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Gökçeada'da Kırancık Tepesinden ismini alan Kırancık manganez cevherleşmesi volkanik tüflerin içinde fay boyunca gelişim göstermiştir. Manganez fay boyunca bantlı yapılı 60 ve 80 cm kalınlıklı damar şeklinde ve 72°GB eğimli fayın kırık-çatlaklarında gelişim göstermiştir.
2. Manganez cevherleşmesinin rezervi belli değildir ve maden işletmesinden düşük tenörlü olduğu anlaşılmaktadır.
3. Hidrotermal yolla oluşmuş manganez cevherleşmesi içeren Orta-Miyosen yaşlı volkanik birimler inceleme alanında Orta-Oligosen yaşlı çakıltaşı ve kumtaşı aralanmasından oluşan Osmancık formasyonunun üzerine diskordan olarak gelmektedir.
4. Mineral parajenezi "kuvars-pirit-kaolinit-rodokrosit-limonit-götit-pirolusit-psilomelan" şeklindedir.
5. Volkanik birimlerdeki ayrışma, değişme ve parçalanma sonucu ortaya çıkan:
 - a. Primer mineraller "kuvars-pirit-rodokrosit"
 - b. Sekonder mineraller ise "limonit-götit-hematit-kaolinit-pirolusit-psilomelan"
6. Manganez cevherleşmesinin hidrotermal yolla oluştuğunu gösteren element içeriği değerlendirilmeleri şöyledir:
 - a. Ana element içerikleri Toth (1980) Si-Al diyagramı sayesinde hidrotermal yolla oluştuğunu göstermektedir.
 - b. Eser element içeriğindeki yüksek Ni, As, Pb, Ba, Zn, Co ve düşük Mo değerleri mineral jenezinin düşük sıcaklık koşullarındaki hidrotermal ortamın varlığını göstermektedir. Co/Zn oranı ise 0,02 değeri ile hidrotermal yataklara işaret etmektedir.
 - c. Nadir element içeriğindeki güçlü negatif Ce ve pozitif Eu anomalisi hidrotermal çözeltilere işaret etmektedir.
7. Arazi çalışmalarındaki gözlemlere dayanarak cevherin volkanik birimlere yerleşme şeklinin ramplasman (yerini alma) olduğu ve fay boyunca gelişmesine dayanarak epijenetik (ardoluşum) olduğunu göstermektedir.
8. Manganez damarları (dolgusu) ile çeperleri (damar ile yan kayacın kontağındaki yan kayaç bölmesi) arasında kalan sınırdaki alterasyon ürünü olarak meydana gelen killeşme oluşumun hidrotermal olduğunu ispatlamaktadır.

KAYNAKLAR

- Açıkalın, M., 2012. Osmancık formasyonu delta gelişim modeli ve kumtaşlarının hazne kaya özellikleri: İncilibayır sahası/Trakya. İstanbul Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Yüksek Lisans Tezi, 22 s.
- Akartuna, M., 1950. İmroz Adasında bazı jeolojik müşahedeler. Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni 2/2, pp.8-17.
- Akartuna, M., ve Atan, O.R., 1978. Gökçeada'nın (Çanakkale) jeoloji ve sedimantoloji hakkında ön rapor. Maden Tetkik ve Arama Genel Müdürlüğü Jeoloji Dairesi Rapor Arşivi Rapor No: 105. Ankara. (unpublished).
- Akdemir, A., Demircan, O., Savaş, T., Yurtseven, R., Özden, S., Çavuşoğlu, M., Güzel, U., Atabay, M., Özbek, Ç., ve Akbulak, C., 2008. Gökçeada'nın Jeolojik Özellikleri, Gökçeada Değerleri Sempozyumu, s. 26-27.
- Akyol, E., Aygün, F., 1995, Trakya karasal Tersiyerinde yaş tayinleri. Trakya Havzası Jeolojisi Sempozyumu Bildiriler Kitabı, sayfa 28-29
- Alişan, C., 1985, Trakya "I" Bölgesi'nde Umurca-I, Kaynarca-1, Delen-1 kuyularında kesilen formasyonların palinostratigrafisi ve çökme ortamlarının değerlendirilmesi. TPAO Araştırma Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, sayfa 386, 60 sayfa.
- Alişan, C., Gerhard, J.E, 1987, Kuzey Trakya Havzası'nda açılan üç kuyunun palinostratigrafisi ve kaynak kaya özellikleri. Türkiye 7. Petrol Kongresi Bildiriler Kitabı, sayfa 461-474.
- Atalık, E., 1992, Depositional systems of the Osmancık Formation in the Thrace basin: METU, The Graduate School of Natural and Applied Sciences, Ph. D. Thesis, 366 sayfa.
- Avcıoğlu, M., 2016. Gökçeada, Bozcaada Ve Çanakkale Boğazı Kıyılarının Kuvaterner Jeolojisi Ve Jeomorfolojisi. Çanakkale Onsekiz Mart Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, doktora tezi.

- Bargu, S., 1990. Kuzey Anadolu Fayı'nın Gaziköy ve Mürefte (Tekirdağ) dolaylarında yapısal özellikleri ve hareket mekanizması. İ.Ü. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi 6 (1-2), 77-97.
- Barka, A.A., 1992. The North Anatolian Fault zone. *Annales Tectonicae* 6, 164-195
- Battaglia, S., Gherardi, F., Gianelli, G., Leoni, L., Origlia, F., 2007. Clay mineral reactions in an active geothermal area (Mt. Amiata, southern Tuscany, Italy). *Clay Miner.* 42, 353-372.
- Batı, Z., Erk, S., Akça, N., 1993, Trakya Havzası Tersiyer birimlerinin palinofom, foraminifer ve nanoplankton biyostratigrafisi. TPAO Araştırma Grubu Arşivi yayımlanmamış teknik rapor, 1947, 92 sayfa.
- Batı, Z., Alişan, C., Ediger, V.Ş, Teymur, S., Akça, N., Sancay, H., Ertuğ, K., Kirici, S., Erenler, M., Aköz, Ö., 2002, Kuzey Trakya Havzası'nın Palinofom, Foraminifer ve Nannoplankton Biyostratigrafisi, Türkiye Stratigrafi Komitesi Çalıştayı (Trakya Bölgesi'nin Litostratigrafî Adlamaları) Özleri, sayfa 14.
- Bender, M.L., Broecker, W., Gornitz, V., Middel, U., Kay, R., Sun, S.S., Biscaye, P., 1971. Geochemistry of three cores from the East Pasific Rise. *Earth Planet. Sci. Lett.* 12, 425-433.
- Bonatti, E. 1975. Metallogenesis at Oceanic Spreading Centers. *Annual Review of Earth and Planetary Sciences*, 3(1), 401-431. doi:10.1146/annurev.ea.03.050175.
- Bonatti, E., Honnorez-Guerstein, M. B., Honnorez, J., & Stern, C. 1976. Hydrothermal pyrite concretions from the Romanche trench (equatorial Atlantic): metallogenesis in oceanic fracture zones. *Earth and Planetary Science Letters*, 32(1), 1-10.
- Choi, J.H., Hariya, Y. 1992. Geochemistry and depositional environment of Mn oxide deposits in the Tokoro Belt, Northeastern Hokkaido, Japon, *Economic Geology*, 87, 1265-1274.
- Corathers, L.A., 2008. "2006 Minerals Yearbook", U.S. Department of Interior and U.S. Geological Survey.
- Corliss, J. B., and Dymond, J., 1975. Nazca Plate metalliferous sediments: I. Elemental distribution patterns in surface samples [abs.]: *EOS (American Geophysical Union Transactions)*, v. 56, p. 445.

- Corliss, J. B., Lyle, M. and Dymond, J., 1978. The chemistry of hydrothermal mounds near the Galapagos rift. *Earth Planet Sci. Letters*, v. 40, p. 12-24.
- Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.S., Williams, L., Feigenson, M.D., 1982. Manganiferous cherts of the Franciscan assemblage: I. General geology, ancient and modern analogues, and implications for the hydrothermal convection at oceanic spreading centers. *Econ. Geol.* 77, 519–540.
- Çağatay, N., 1979. “Yeni gelişmelerin ışığında Türkiye’nin volkanik kökenli masif sülfür yatakları”: *Jeoloji mühendisliği*, 6, 35-36.
- Çardaklı, İ.S., 2010. Production of high carbon ferromanganese from a manganese ore located in Erzincan, (yüksek lisans tezi), ODTÜ, Ankara.
- De Carlo, E.H., McMurtry, G.M., 1992. Rare earth element geochemistry of ferromanganese crusts from the Hawaiian Archipelago, central Pacific. *Chem. Geol.* 95, 235–250.
- Dekov, V.M., Scholten, J., Botz, R., Garbe-Schonberg, C.D., Thiry, M., Stoffers, P., Schmidt, M., 2005. Occurrence of kaolinite and mixed-layer kaolinite/smectite in hydrothermal sediments.
- Dekov, V.M., Cuadros, J., Shanks, W.C., Koski, R.A., 2008. Deposition of talc, kerolite-smectite, smectite at seafloor hydrothermal vent fields: evidence from mineralogical, geochemical and oxygen isotope studies. *Chem. Geol.* 247, 171–194.
- Del Rio Salas, R., Ruiz, J., Ochoa-Landin, L., Noriega, O., Bara, F., Meza-Figueroa, D., PazMoreno, F., 2008. Geology, geochemistry and Re–Os systematics of manganese deposits from the Santa Rosalia Basin and adjacent areas in Baja California Sur, Mexico. *Miner. Deposita* 43, 467–482.
- Demir, A., 1996. Denizli-Tavas Mangan Cevherlerinin Asidik Liçi ve Proses Optimizasyonu. Yüksek Lisans Tezi, İTÜ Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.
- Devlet Planlama Teşkilatı, 2001. “Manganez Özel İhtisas Komisyon Raporu”, VIII. Beş Yıllık Kalkınma Planı, Ankara.
- Dymond, J., Corliss, J.B., Health, G.B., Field, C.W., Dash, E.J., Weeh, H.H., 1973. Origin of metalliferous sediments from the Pacific Ocean. *Geol. Soc. Am. Bull.* 84, 3355–3372.

- Ece, O.I., Schroeder, P.A., Smilley, M.J., Wampler, J.M., 2008. Acid-sulphate hydrothermal alteration of andesitic tuffs and genesis of halloysite and alunite deposits in the Biga Peninsula, Turkey. *Clay Miner.* 43, 281–315.
- Ediger, V.Ş., Alişan, C., 1989, Tertiary fungal and algal palynomorph biostratigraphy of the northern Thrace basin, Turkey. *Review of Paleobotany and Palynology*, 58, sayfa 139-161.
- Eklund, W. A., 1974. A microprobe study of metalliferous sediment components [M.S. thesis]: Corvallis, Oregon, Oregon State University, 77 p.
- Ercan, T., Satır, M., Steinitz, G., Dora, A., Sarfakıoğlu, E., Adis, C., Walter, H.J. ve Yıldırım, T., 1995. Biga yarımadası ve Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarındaki (KB Anadolu) Tersiyer volkanizmasının özellikleri, *MTA Dergisi* 117, 55-86, Ankara.
- Ercan, T., 1996. Biga ve Gelibolu yarımadaaları ile Gökçeada, Bozcaada ve Tavşan adalarının jeolojik, arkeolojik ve tarihi özellikleri, *MTA Genel Md. Yayınları Yer Bilimleri ve Kültür Serisi no:1*, Ankara.
- Eroğlu, G., Şahiner, M., 2019. Dünyada ve Türkiye’de manganez. *Fizibilite Etütleri Daire Başkanlığı*.
- Erol, O., Nuttal, C.P., 1975. Some marine Quaternary deposits in the Dardanelles area. *Coğrafya Araştırmaları Dergisi* 5–6, 59–103.
- Fleet, H.J., Henderson, P., Kepme, D.D.C., 1976. Rare earth element and related chemistry of some drilled Southern Indian Ocean basalts and volcanogenic sediments. *J. Geophys. Res. (JGR)* 81, 4257–4268.
- Frakes, L. ve Bolton, B., 1992. Effects of ocean chemistry, sea level, and climate on the formation of primary sedimentary manganese ore deposits, *Economic Geology*, 87, 1207-1217.
- Frakes, L. ve Bolton, B., 1984. Origin of manganese giants: Sea-level change and anoxic-oxic history, *Geology*, 12, 83-86.
- Gedikoğlu, G., Van, A., Eyüboğlu, I., Yalçınalp, B., 1985. “Doğu Karadeniz cevherleşmelerine bir örnek: Ocak (Maçka-Trabzon) manganez zuhuru”: *Jeoloji Mühendisliği*. 25, 23-37.

- Gevrek, A., Şener, M. ve Ercan, T., 1986. Çanakkale Tuzla Jeotermal Alanının hidrotermal alterasyon etüdü ve volkanik kayaçların petrolojisi, MTA derg., 103/104, 55-81.
- Goldberg, E. D., Koide, M., Schmitt, R. A., & Smith, R. H., 1963. Rare-Earth distributions in the marine environment. *Journal of Geophysical Research*, 68(14), 4209–4217. doi:10.1029/jz068i014p04209
- Guisseau, D., Mas, P.P., Beaufort, D., Girard, J.P., Inoue, A., Sanjuan, B., Petit, S., Lens, A., Genter, A., 2007. Significance of the depth-related transition montmorillonite-beidellite in the Bouillante geothermal field (Guadeloupe, Lesser Antilles). *Am. Mineral*. 92, 1800–1813.
- Gutzmer, J., Beukes, N.J., 1996. Karst-hosted fresh-water paleoproterozoic manganese deposits, Postmasburg South Africa, *Economic Geology*, 91, 1435-1454.
- Hein, J.R., Bolton, B.R., 1993. Bacterially-mediated diagenetic origin for chert-hosted manganese deposits in the Franciscan Complex, California Coast Ranges, *Geology*, 15, 722-726.
- Hein, J.R., Schulz, S.M., Dunham, E.R., Stern, J.R., Bloomer, H.S., 2008. Diffuse flow hydrothermal manganese mineralization along the active Mariana and southern Izu-Bonin arc system Western Pasific, *Journal of Geophysical Research*, 113, 1-29.
- Herece, E., Akay, E., 2003. Atlas of the North Antolian Fault. General Directorate of Mineral and Research Exploration of Turkey Publications, MTA, Ankara, p. 81
- Hodkinson, R.A., Stoffers, P., Scholten, P., Cronan, D.S., Jeschke, G., Rogers, T.D.S., 1994. Geochemistry of hydrothermal manganese deposits from the Pitcairn Island hotspot, southeastern Pasific. *Geochim. Cosmochim. Acta* 58, 5011–5029.
- Hogmalm, K.J., Hellingwerf, R., Cornell, D.H., Finger, F., 2012. An epigenetic magnesite deposit in the Bergslagen area central Sweden, *GFF*, 134, 1-12.
- Hoşgörmez, H., Yalçın, N., 2005. Gas-source rock correlation in Thrace basin, Turkey. *Marine and Petroleum Geology* 22, 901–916.
- Hüryılmaz, H. 2011. Gökçeada-Yenibademli Höyük 2010 Yılı Kazıları. 33. Kazı sonuçları toplantısı, 23-28 Mayıs 2011. Malatya. Kültür Varlıkları ve Müzeler Genel Müdürlüğü Yayın No: 155-1. 1-18.

- Ilgar, A., Sezen, D.E., Duru, M., Pehlivan, Ş., Dönmez, M., Akçay, A.E., 2008. 1:100000 ölçekli Türkiye Jeoloji Haritaları No:100, Çanakkale H15 – H16 Paftaları. MTA Genel Müdürlüğü Jeoloji Etütleri Dairesi Yayınları, Ankara. 24 s.
- Kapsız, A., 2004. Gökçeada'da fiziki coğrafya araştırmaları (İzmir), Türkiye, 105-108.
- Kapsız, A., 2013. Fiziki coğrafya laboratuvarları güçlendirme ve yapılan çalışmalara ait sonuçların öğrencilere görsel aktarımı. Ege Üniversitesi Proje Araştırma Kesin Raporu, Edebiyat Fakültesi Coğrafya Bölümü.
- Karakuş, A., 2005. Çayırılı (Haymana-Ankara) Manganez Cevherleşmesinin Maden Jeolojisi (Yüksek Lisans Tezi). Ankara Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, Ankara.
- Kasar, S., Bürkan, K., Siyako, M., Demir, O., 1983. Tekirdağ-Şarköy-Keşan-Enez Bölgesi'nin Jeolojisi ve Hidrokarbon Olanakları. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor. 1771, 71 s.
- Kesgin, Y., Varol, B., 2003. Gökçeada ve Bozcaada'nın Tersiyer jeolojisi (Çanakkale), Türkiye, MTA dergisi 126, 49-67, Ankara.
- Klein, C., Ladeira, E.A., 2004. Geochemistry and mineralogy of neoproterozoic banded iron-formations and some selected, siliceous manganese formations from the Urucum district, Mato Grosso Do Sul, Brazil, *Economic Geology*, 99, 1233- 1244.
- Koral, H., 2006, Sea-level changes modified the Quaternary coastal lines in the Marmara region, NW Turkey: what about tectonic movements? In: Yanko-Hombach, V., Gilbert, A., Panin, N., Dolukhanov, P. (Eds.), *The Black Sea Flood Question: Changes in Coastline, Climate, and Human Settlement*. Springer, Berlin, p. 971.
- Koral, H., 2007. Modes, rates and geomorphological consequences of active tectonics in the marmara region, NW Turkey—a critical overview based on seismotectonic field observations. *Quaternary International* 167–168, 149–161
- Koral, H., et al., Tectonically induced coastal uplift mechanism of Gökçeada Island, Northern Aegean Sea, Turkey. *Quaternary International* (2008), doi:10.1016/j.quaint.2008.04.001
- Kunzendorf, H., Glasby, G.P., 1994. Minör and rare earth elements in manganese crusts and nodules and sediments from the Manihiki Plateau and adjacent areas: results of HMNZS Tui Cruises. *Mar. Georesour. Geotechnol.* 12, 271–281.

- Le Pichon, X., Şengör, A.M.C., Demirbağ, E., Rangin, C., İmren, C., Armijo, R., Görür, N., Çağatay, N., Mercier de Lepinay, B., Meyer, B., Saatçılar, R., Tok, B., 2001. The active main Marmara fault. *Earth and Planetary Science Letters* 192, 595–616.
- Lykakis, N., Kiliyas, S.P., 2010. Epithermal manganese mineralization, Kimolos Island, South Aegean volcanic arc Greece, *Bulletin of the Geological Society of Greece*, 5, 2646-2656.
- Maresch, W.V., and Mottana, A., 1976. The pyroxmangite-rhodonite transformation for the MnSiO₃ composition. *Contributions to Mineralogy and Petrology*: 55: 69-79.
- Markusson, S.H., Stefansson, A., 2011. Geothermal surface alteration of basalts, Krysuvik Iceland-Alteration mineralogy, water chemistry and the effects of acid supply on the alteration process. *J. Volcanol. Geotherm. Res.* 206, 46–59.
- Maynard, J.B., 1983. *Geochemistry of Sedimentary Ore Deposits*: Springer-Verlag, New York, 305 s.
- Michard, A., 1989. Rare earth element systematics in hydrothermal fluids. *Geochim. Cosmochim. Acta* 53, 745–750.
- Morey, G.B., Southwick, D.L., 1993. Stratigraphic and sedimentologic factors controlling the distribution of epigenetic manganese deposits in iron-formation in the Emily 128 District, Cuyuna Iron Range East-Central Minnesota, *Economic Geology*, 88, 104-122.
- Mosier, L.D., Page, J.N., 1988. *Descriptive and Grade-Tonnage Models of Volcanogenic Manganese Deposits in Oceanic Environments - a modification*, U. S. Geological Survey Bulletin, 1811, 1-28.
- Nicholson, K., 1992a. Contrasting mineralogical-geochemical signatures of manganese oxides: *Guides to Metallogenesis. Economic Geology*, v. 87, 1253-1264.
- Nicholson, K., 1992b. Genetic types of manganese oxide deposits in scotland: Indicators of paleocean-spreading rate and a Devonian geochemical mobility boundary. *Econ. Geol.* 87, 1301–1309
- Okay, A.I., Harris, N.B.W., Kelley, S.P., 1998. Exhumation of blue-schists along a Tethyan suture in Northwest Turkey. *Tectonophysics* 285 (3–4), 275–299.

- Okita, P.M., 1992. Manganese carbonate mineralization in the molango district, Mexico, *Economic Geology*, 87, 1345-1366.
- Ozansoy, F., 1962, Doğu Trakya Alt Oligosen Antrakoterienleri. *Maden Tetkik Arama Enstitüsü Dergisi*, 58, 85-96.
- Öksüz, N., 2011. Geochemical characteristics of the Eymir (Sorgun-Yozgat) manganese deposits, Turkey. *J. Rare Earths* 29 (3), 287–296.
- Önal, M., 1984. Gelibolu (Çanakkale) kuzeybatısının jeolojisi. İstanbul Üniversitesi, Fen Fakültesi. Yayınlanmamış doktora tezi.
- Öner, E., 2001, Gökçeada kıyılarında Holosen deniz seviyesi ve kıyı çizgisi değişimleri, Türkiye Deniz ve Kıyı alanları III. Ulusal Konferansı Bildiriler Kitabı, İstanbul.
- Öygür, V., 1990. Çayırılı (Ankara-Haymana) manganez yatağının jeolojisi, oluşumu ve kökeni üzerine görüşler, *MTA Dergisi*, 110, 29-43.
- Özkoçak, O., 1980. Sedimanter Demir, Manganez ve Alüminyum Yataklarının Özellikleri ve Oluşum Koşulları: MTA Yayl., 22,95 s. Ankara.
- Öztunalı, Ö., 1973. Maden Yatakları Oluşumları ve Değerlendirilmesi: Latin matbaası, İstanbul, 311 s.
- Öztürk, H., 1993. Türkiye Manganez Yatakları: Oluşumları Ve Tipleri, İstanbul Üniversitesi, Mühendislik Fakültesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, Avcılar, İstanbul.
- Öztürk, H., 1997a. Binkılıç manganez yatağında cevher yapısı incelemeleri, (Trakya Havzası, Türkiye), *Jeoloji Mühendisliği Dergisi*, 51, 25-29.
- Öztürk, H., 1997b. Manganese deposits in Turkey: Distribution, types and tectonic setting, *Ore Geology Reviews*, 12, 187-203.
- Öztürk, H., 1998. Carbonate replacement type manganese ore formation during the oligocene anoxia, Binkılıç deposit, Thrace basin, Turkey, *İstanbul Üniv. Müh. Fak. Yerbilimleri Dergisi*, 11, 11-25.
- Öztürk, H., Hanılçı, N., 2002. Gökçeada Yeşilin ve Mavinin Özgür Dünyası, Gökçeada Belediyesi, Gökçeada.

- Öztürk, H., Kasapçı, C., Özbaş F., 2020. Mineral Resources of Turkey, pp 261–281.
- Polgári, M., Szabó-Drubina, M., Szabó, Z., 2004. Theoretical model for Jurassic manganese mineralization in Central Europe, Úrkút, Hungary, *Bulletin of Geosciences*, 79, 53–61.
- Pracejus, B., Bolton, B.R., 1992. Geochemistry of Supergene Manganese Oxide Deposits, Groote Eylandt Australia, *Economic Geology*, 87, 1310-1335.
- Rothery, E., 2006. Discovery of large manganese deposits at Woodie Woodie, WA, Editör: Neumayer, P., *Outcrop to orebody: Innovative geoscience in exploration and mining*, Australian Institute of Geoscientists Bulletin, 44, 50-52.
- Roy, S., 1981. *Manganese Deposits*: Academic Press. London. 458 s.
- Roy, S., 2006. Sedimentary manganese metallogenesis in response to the evolution of the Earth system, *Earth Sciences Reviews*, 77, 273-305.
- Sarı, R., Türkecan, A., Dönmez, M., Küçükefe, Ş., Aydın, Ü., Özmen, Ö., 2015. Gökçeada'nın (Çanakkale) jeolojisi. *Maden Tetkik ve Arama Dergisi*. 150: 1-17.
- Seymour, K.S., Tsikouras, V., Kotopouli, K., Hatzipanayiotou, K., Pe-Piper, G., 1996. A window to the operation of microplate tectonics in the Tethys Ocean: the geochemistry of the Samothrace granite. *Aegean Sea, Mineralogy and Petrology* 1, 251–272
- Spencer, C.E., 1991. The Artillery manganese district in West-Central Arizona, *Arizona Geology*, 21, 9-12.
- Stanton, R.L., 1972. *Ore Petrology*: Mc Graw-Hill Book Company, 713 s, London.
- Sun, S.S., McDonough, W.F., 1989. Chemical and isotopic systematics of oceanic basalts: implications for mantle compositions and processes. In: Saunders, A.D., Norry, M.J. (Eds.), *Magmatism in the Ocean Basins*. Geological Society, Special Publication, pp. 313–345.
- Sütçü, N., 2019. Kahramanmaraş Dulkadiroğlu ilçesine bağlı Elmalar köyü mangan yatağının jenetik incelenmesi ve Türkiye'nin jeotektonik evrimindeki yeri ve ilişkisi (Yüksek Lisans Tezi). İstanbul Teknik Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü, İstanbul.

- Şaşmaz, A., Türkyılmaz, B., Öztürk, N., Yavuz, F., Kumral, M., 2013. Geology and geochemistry of Middle Eocene Maden complex ferromanganese deposits from the Elazığ–Malatya region, eastern Turkey.
- Şen, P., Sarı, R., Şen, E., Dönmez, C., Özküçük, S., Küçükefe, Ş. 2015. Geochemical features and petrogenesis of Gökçeada Volcanism, Çanakkale, NW Turkey. Bulletin of the Mineral Research and Exploration. 161, 81-100, <https://doi.org/10.19111/bulletinofmre.543419>
- Şengör, A.M.C., Tüysüz, O., İmren, C., Sakıncı, M., Eyidoğan, H., Görür, G., Le Pichon, X., Rangin, C., 2005. The North Anatolian Fault: a new look. Annual Review of Earth and Planetary Sciences 33, 37–112.
- Temel, R.Ö., Çiftçi, N.B., 2002. Gelibolu Yarımadası, Gökçeada ve Bozcaada Tersiyer Çökellerinin Stratigrafisi ve Ortamsal Özellikleri. Türkiye Petrol Jeologları Derneği Bülteni, 14: 17-40.
- Tözün, K.A., 2013. Binkılıç (İstanbul) Manganez Yatağının Jeolojisi, Petrografisi Ve Jeokimyası, (yüksek lisans tezi), Kocaeli Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü.
- Tsikos, H., Beukes, N., Moore, J.M., Harris, C., 2003. Deposition, diagenesis, and secondary enrichment of metals in the Paleoproterozoic Hotazel Iron Formation, Kalahari Manganese Field South Africa, Economic Geology, 98, 1449-1462.
- Tunç, İ.O., Yiğitbaş, E., Şengün, F., Wazec, J., Hofmann, M., Linnemann, U., 2012. U-Pb zircon geochronology of northern metamorphic massifs in the Biga Peninsula (NW Anatolia-Turkey): new data and a new approach to understand the tectonostratigraphy of the region, Geodinamica Acta, 25 (3-4): 202-225.
- Varentsov, I.M., Rakhmanov, V.P., 1980. Manganese deposits of the USSR (a review), Editörler: Varentsov I. M, Grasselly Gy, Geology and geochemistry of manganese 2nd ed., E. Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, Stuttgart, 319-392.
- Varentsov, I.M., 2002. Genesis of the Eastern Paratethys manganese ore giants: impact of events at the Eocene/Oligocene boundary, Ore Geology Reviews, 12, 65-82.
- Varol, B., Baykal, M., 2008. "Trakya Tersiyer karbonatlarının sedimantolojik ve kronostratigrafik özellikleri" Türkiye Petrolleri Anonim Ortaklığı Araştırma Merkezi. s.104. Ankara. (yayınlanmamış).
- URL-1: <https://az.wikipedia.org/wiki/Ramsdellit>

- URL-2: <https://tr2tr.wiki/wiki/Coronadite>
- URL-3: <https://metalpedia.asianmetal.com/metal/manganese/>
- URL-4: http://www.sedimentaryores.net/Index_Mn.html
- URL-5: <https://www.mindat.org/min-691.html>
- URL-6: https://www.jeolojitr.com/2011/09/tabakalarin-alt-ve-ust-yuzeylerinin_604.html
- URL-7: <http://cografyaharita.com/haritalarim/2gturkiye-tektonik-haritasi.png>
- URL-8: https://www.researchgate.net/publication/317284575_GOKCEADA'NIN_JEOLOJIK_OZELLIKLERI
- URL-9: <https://www.sedimentaryores.net/Manganese/Minerals%20table.html>
- U.S., Department of the Interior and U.S., Geological Survey, 2009. “Mineral Commodity Summaries 2009”, Washington.
- Usui, A., Mita, N., 1995. Geochemistry and mineralogy of a modern buserite deposit from a hot spring in Hokkaido, Japan. Clays Clay Miner. 43 (1), 116–127.
- Ünal, O.T., 1967. Trakya Jeolojisi ve Petrol İmkanları. TPAO Arama Grubu Arşivi, yayınlanmamış teknik rapor, 391: 80 s.
- Toth, J. R., 1980. Deposition of submarine crusts rich in manganese and iron. Geol. Soc. Amerika Bul., Pt. 1. v. 91, p. 44-54.
- Yalıtırak, C., Sakınç, M., Aksu, A.E., Hiscott, R.N., Galleb, B., Ülgen, U.B., 2002. Late Pleistocene uplift history along the southwestern Marmara Sea determined from raised coastal deposits and global sea-level variations. Marine Geology 190, 283–305.
- Yılmaz, Y., Genç, C., Gürer, F., Bozcu, M., Yılmaz, K., Karacık, Z., Elmas, A., ve Altunkaynak, Ş., 2000. When did western Anatolian Graben begin to develop?, Geological Society, London, 173, 353-384.

- Yiğitbaşı, E., Şengün, F., Tunç, İ.O., 2014. Biga Yarımadası (KB Anadolu)'nda Neojen Öncesi Tektonik Birlikler ve Bölgenin Jeodinamik Evrimine Yeni Bir Bakış TÜBİTAK Raporu, Proje No; 110Y281 (Basılmamış).
- Güngördü, E., 2010. "Eğitim Fakülteleri için Yer Bilimleri" kitabı, Ankara, Türkiye.
- Hanelçi, Ş., 2017. "Mineraller, kayalar ve meteoritler"., Çınar Mat. ve Yay. San. Tic. LTD. ŞTİ., Yüzyıl Mah. Matbaacılar Cad. Ata Han.No: 34 Kat: 4-5 Bağcılar – İSTANBUL.



İNTİHAL RAPORU İLK SAYFASI

Jalal Bashirov_YL_TEZ

ORJİNALLİK RAPORU

%15

BENZERLİK ENDEKSİ

%14

İNTERNET KAYNAKLARI

%5

YAYINLAR

%4

ÖĞRENCİ ÖDEVLERİ

BİRİNCİL KAYNAKLAR

1	acikbilim.yok.gov.tr İnternet Kaynağı	%4
2	acikerisim.sakarya.edu.tr İnternet Kaynağı	%2
3	Submitted to The Scientific & Technological Research Council of Turkey (TUBITAK) Öğrenci Ödevi	%2
4	bulletin.mta.gov.tr İnternet Kaynağı	%2
5	www.mta.gov.tr İnternet Kaynağı	%2
6	Submitted to Dumlupinar University Öğrenci Ödevi	%1
7	docplayer.biz.tr İnternet Kaynağı	<%1
8	polen.itu.edu.tr İnternet Kaynağı	<%1
9	SARI, Ramazan, TÜRKECAN, Ahmet, DÖNMEZ, Mustafa, KÜÇÜKEFE, Şahset, AYDIN, Ümit and	<%1

KURUM İZİNİ YAZILARI

Uyarı: Canlı ve cansız deneklerle yapılan tüm çalışmalar için kurum izin belgelerinin eklenmesi zorunludur. Gizlilik ve mahremiyet içeren durumlarda kurum adı kapatılmalıdır.

- Kurum izni gerekmektedir.
- Kurum izni gerekmemektedir.

Jalal BASHIROV
(İmza)

