

T.C.
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ
FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI



AKBAŞLAR (DURSUNBEY, BALIKESİR) MANGANEZ
YATAĞININ JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ

DENİZ TERKİN

YÜKSEK LİSANS TEZİ

Jüri Üyeleri : **Doç. Dr. Mustafa Selman AYDOĞAN (Tez Danışmanı)**
 Prof. Dr. Zafer ASLAN
 Prof. Dr. Emin ÇİFTÇİ

BALIKESİR, ŞUBAT - 2023

ETİK BEYAN

Balıkesir Üniversitesi Fen Bilimleri Enstitüsü Tez Yazım Kurallarına uygun olarak tarafımda hazırlanan “**Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) Manganez Yatağının Jeokimyasal Özellikleri**” başlıklı tezde;

- Tüm bilgi ve belgeleri akademik kurallar çerçevesinde elde ettiğimi,
- Kullanılan veriler ve sonuçlarda herhangi bir değişiklik yapmadığımı,
- Tüm bilgi ve sonuçları bilimsel araştırma ve etik ilkelere uygun şekilde sunduğumu,
- Yararlandığım eserlere atıfta bulunarak kaynak gösterdiğimi, beyan eder, aksinin ortaya çıkması durumunda her türlü yasal sonucu kabul ederim.

Deniz TERKİN
(imza)

ÖZET

**AKBAŞLAR (DURSUNBEY, BALIKESİR) MANGANEZ YATAĞININ
JEOKİMYASAL ÖZELLİKLERİ
YÜKSEK LİSANS TEZİ
DENİZ TERKİN
BALIKESİR ÜNİVERSİTESİ FEN BİLİMLERİ ENSTİTÜSÜ
JEOLJİ MÜHENDİSLİĞİ ANABİLİM DALI
(TEZ DANIŞMANI: DOÇ. DR. MUSTAFA SELMAN AYDOĞAN)
BALIKESİR, ŞUBAT - 2023**

Bu çalışmanın amacı, Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) köyü civarında, Kretase-Jura yaşlı ofiyolitik melanja ait radyolaryalı çört bloğu içinde mostra veren mangan yatağının jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyasal içeriğini ortaya koymaktır.

İzmir-Ankara-Erzincan Neotetis Okyanusu'nun kuzey kolu boyunca ofiyolitik melanj birimlerinin derin deniz kökenli ve silisleşmiş sedimanter kayaçlar yaygın olarak mangan oksit yatakları içerir. Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) bölgesinde mangan yatağı çok ince tabakalı çamurtaşı ve silisli pelajik sedimanter kayaçlar ile ardalanmalı şekilde küçük ve/veya orta ölçekli merccekler şeklinde mostra vermektedir. Bu yatak, yaygın olarak braunit, pirolusit, kriptomelan ile kuvars ve kalsit gang minerallerinden meydana gelmektedir. Mn/Fe (42.84), Co/Zn (1.92), Co/Ni (2.34) oranları, düşük ΣNTE (14.59 ppm), Cu+Ni+Co (326.7 ppm) değerleri, ve aynı zamanda negatif Ce anomalisi ($\text{Ce}/\text{Ce}^*\text{PAAS} = 0.23$), Y/Ho ratio (27.5) oranı ile hafif negatif Y anomalisi ($\text{Y}_{\text{SN}}/\text{Ho}_{\text{SN}} = 0.99$) Akbaşlar Mn yatağının denizaltı bir hidrotermal sistemde şekillenmiş olduğunu göstermektedir. Redoks oranlar ($\text{Ni}/\text{Co} = 0.21\text{-}0.99$, $\text{V}/\text{Mo} = 2\text{-}35$), pozitif Mn^*SN (3.23-3.74), düşük Sr içerikleri (390.59 ppm) and $\text{Ce}_{\text{anom.}}$ (-0.08) değerleri bu yatağın düşük tuzluluklu ve oksijen bakımından zengin bir ortamda çökelim yaptığını vurgulamaktadır. Buna ek olarak, negatif Eu anomalisi (0.5), Ce anomalisi (0.23), ve $\Sigma\text{NYE}/\text{Fe}$ (262.2×10^{-4}) oranı Akbaşlar Mn yatağının İzmir-Ankara-Erzincan Okyanusu'nun yayılma sırtına uzak bir pelajik ortamdaki düşük sıcaklıklı hidrotermal sıvılar ($< 200\text{ }^{\circ}\text{C}$) ile oluştuğunu ortaya koymaktadır.

ANAHTAR KELİMELELER: Radyolaryalı çört, Ofiyolitik melanj, Hidrotermal, Balıkesir

ABSTRACT

**GEOCHEMICAL PROPERTIES OF THE AKBAŞLAR
(DURSUNBEY, BALIKESİR) MANGANESE DEPOSIT
MSC THESIS
DENİZ TERKİN
BALIKESİR UNIVERSITY INSTITUTE OF SCIENCE
GEOLOGICAL ENGINEERING
(SUPERVISOR: ASSOC. PROF. DR. MUSTAFA SELMAN AYDOĞAN)
BALIKESİR, FEBRUARY - 2023**

The goal of the present study is to determine the geology, mineralogy and geochemical compositions of the manganese deposit exposed within the radiolarian chert associations around Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) region.

Manganese oxide deposits occur usually in the silicified sedimentary rocks of the ophiolitic mélange assemblages of the Neotethyan Ocean (İzmir-Ankara-Erzincan) in northern Turkey. In the Akbaşlar region (Dursunbey, Balıkesir), manganese deposit outcropped small lenses and interlayers with pelagic sediments. The Akbaşlar manganese deposit consists mainly of dominantly mineral assemblages of braunite, pyrolusite, cryptomelane and ganque minerals are quartz and rarely calcite. Mn/Fe (42.84), Co/Zn (1.92), Co/Ni (2.34) ratios, low contents of Σ REE (14.59 ppm), Cu+Ni+Co (326.7 ppm), and also negative Ce anomaly ($Ce/Ce^{*PAAS} = 0.23$), weakly negative Y anomaly ($Y_{SN}/Ho_{SN} = 0.99$) with Y/Ho ratio (27.5) suggest that Akbaşlar manganese occurrences occur in a submarine hydrothermal system. According to redox element ratios ($Ni/Co = 0.21-0.99$, $V/Mo = 2-35$), positive Mn^{*SN} (3.23-3.74), Sr contents (390.59 ppm) and $Ce_{anom.}$ (-0.08) values, the Akbaşlar manganese occurrences could have formed in low-salinity and oxygenated marine environment.

Bedises, negative Eu (0.5) and Ce anomaly (0.23), and Σ REE/Fe ratio (262.2×10^{-4}) highlighted that the deposit were formed via low-temperature hydrothermal fluids of pelagic site of the Neo-Tethyan Ocean.

KEYWORDS: Radiolarian chert, Ophiolitic mélange, Hydrothermal, Balıkesir

Science Code / Codes : 92009

Page Number : 34

İÇİNDEKİLER

Sayfa

ÖZET	i
ABSTRACT	ii
İÇİNDEKİLER	iii
ŞEKİL LİSTESİ	iv
TABLO LİSTESİ	v
SEMBOL LİSTESİ	vi
ÖNSÖZ	vii
1. GİRİŞ	1
1.1 Tez metni	1
1.2 Tezin amacı	1
1.3 Coğrafi Durum	2
1.3.1 Çalışma alanı	2
1.3.2 Morfoloji	2
1.3.3 İklim, Bitki Örtüsü ve Akarsular	2
1.3.4 Yerleşim merkezleri ve ulaşım	2
2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR	4
3. MATERYAL VE METOD	7
3.1 Arazi çalışmaları	7
3.2 Deneysel çalışmalar	7
3.3 Tez yazımı	7
4. GENEL JEOLojİ	8
4.1 Stratigrafik birimler	8
4.1.1 Mavi şistler	8
4.1.2 Çörtlü kireçtaşı	10
Şekil 4.6:	11
4.1.3 Ultramafik	12
Şekil 4.8:	12
4.1.4 Ofiyolitik melanj	12
4.1.5 Volkanitler	15
4.1.6 Gölsel sedimanter kayalar	17
5. EKONOMİK JEOLojİ	18
5.1 Mangan tanımı	18
5.2 Mangan kullanım alanları	18
5.3 Türkiye manganez yatakları ve rezervleri	19
5.4 Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) manganez yatağı	20
5.4.1 Örneklem	22
5.5 Mineraloji	23
5.6 Akbaşlar manganez yatağının jeokimyasal özellikleri	24
5.6.1 Ana ve iz elementler	24
5.6.2 Nadir Yer Elementleri	26
6. SONUÇ VE ÖNERİLER	27
7.KAYNAKLAR(APA)	28
EKLER	31
EK A: (Dursunbey,Balıkesir) ve civarının jeoloji haritası ve enine kesit.	32
ÖZGEÇMİŞ	33

ŞEKİL LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Şekil 1.a: Çalışma alanının lokasyonunu gösteren yer bulduru haritası.....	3
Şekil 1.b: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) manganez yatağı.....	3
Şekil 4.1: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) bölgesi ve civarının tektono-stratigrafik kolon kesiti.....	9
Şekil 4.2: Lavsonit-zengin mavi şistlerin ve glokofanlı şistlerin inceleme alanı kuzey kesiminden görünümü (Büyükorhan Yolu)	10
Şekil 4.3: Glokofanlı şistlerin inceleme alanı kuzeyinden mostra görünümü (Demirler Köyü)	10
Şekil 4.4: Mavi şistler ile çörtlü kireçtaşları arasındaki kontak (Demirler Köyü)....	11
Şekil 4.5: Tabakalanmalı çörtlü kireçtaşlarının mostra görünümü (Nurlar Tepe güneyi)	11
Şekil 4.6: Kavacık yolu üzerinde çörtlü kireçtaşlarında gözlenen eğim atımlı normal fay.	11
Şekil 4.7: Ağsal yapıları ile tipik serpantinitlerin mostra görünümü (Sarnıçköy kuzeyi)	12
Şekil 4.8: Serpantinitlerin mostra görünümü (Sarnıçköy kuzeyi).....	12
Şekil 4.9: Ofiyolitik melanji oluşturan serpantinitlerin mostra görünümü (Akbaşlar-Dursunbey yolu üzeri)	13
Şekil 4.10: Ofiyolitik melanjin içerisinde blok şeklinde gözlenen mafik volkanik bloklardan mostra görünümü (Akbaşlar-Hasanlar yolu üzeri)	13
Şekil 4.11: mafik volkanik bloklardan mostra görünümü (Hasanlar yolu üzeri).....	14
Şekil 4.12: Ofiyolitik melanj içerisinde blok şeklinde gözlenen tabakalı, bol silisli radyolaryalı çört mostrasından bir görünüm (manganez ocağı).....	14
Şekil 4.13: Blok şeklinde gözlenen tabakalı, bol silisli mangan içeren radyolaryalı çört mostrasından bir görünüm (manganez ocağı)	15
Şekil 4.14: Akbaşlar civarında volkanik andezitlerde gözlenen küresel alterasyonlar.....	16
Şekil 4.15: Akbaşlar-Karapınar yolu üzerinde gözlenen piroklastikler.....	16
Şekil 4.16: Piroklastiklerin yakından görünümü (Akbaşlar-Karapınar yolu üzeri)...	17
Şekil 4.17: Piroklastiklerin yakından görünümü (Akbaşlar-Karapınar yolu üzeri)...	17
Şekil 5.1: Ülkelere göre dünya manganez rezervleri.....	19
Şekil 5.2: Türkiye manganez yatakları	20
Şekil 5.3 (a-g): Akbaşlar manganez ocağından görünümeler.....	21
Şekil 5.4 (a-d): Akbaşlar mangan yatağından derlenen manganez örneklerinin parlak kesit görüntüleri.....	22
Şekil 5.5: Manganez örneklerinin XRD grafiği.....	23
Şekil 5.6: DMA-7 nolu manganez örneğinin XRD grafiği.....	23
Şekil 5.7: Akbaşlar manganez oluşumlarının oluşum ortamını simgeleyen La/Ce-Al/Al+Fe diyagramı.....	25
EK A: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) ve civarının jeoloji haritası ve enine kesiti.	32

TABLO LİSTESİ

	<u>Sayfa</u>
Tablo 5.1: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) mangan yatağına ait jeokimyasal analiz sonuçları	24
Tablo 5.2. Akbaşlar manganez oluşumlarının bazı önemli element oranları.....	25

SEMBOL LİSTESİ

Qal	: Kuvaterner-Alüvyon
Tms	: Neojen-Miyosen Soma Formasyonu
Tmv	: Neojen-Miyosen Volkanitler
Km	: Kretase melanj
Um	: Ultramafik
JKçt	: Jura-Kretase kireçtaşı
Mn	: Manganez
Qtz	: Kuvars
Brt	: Braunit
Cryp	: Kriptomelan
Pyr	: Pirolusit

ÖNSÖZ

Tez sahasının belirlenmesinde ve yazımında yardımcı olan Sayın Doç. Dr. Mustafa Selman AYDOĞAN'a,

Parlak kesit ve XRD yorumları ile katkıda bulunan sayın Prof.Dr.Emin ÇİFTÇİ'ye,

Bugüne kadar eğitim yaşantıma destek veren babam İsmail DALLI, annem Gülnaz DALLI, oğlum Özgür Deniz TERKİN'e ve eşim Özgür TERKİN'a teşekkür ederim.

Balıkesir, 2023

Deniz TERKİN

1. GİRİŞ

1.1 Tez metni

Bu çalışma, Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir)'da küçük yayımlı bir ofiyolitik melanj içerisinde bloklar biçiminde mostra veren radyolaryalı çört litolojileri tarafından ev sahipliği yapılan manganez yatağı ile ilişkilidir. Bölgede radyolaryalı çört blokları içerisinde irili ufaklı birçok manganez oluşumu mevcut olup, Akbaşlar Mn yatağı bunlardan biridir ve bugüne kadar cevherleşme üzerine güncel çalışma mevcut değildir. Böylelikle, Akbaşlar yöresindeki manganez yatağının jeokimyasal içeriklerinin bu çalışma ile ortaya konulacak olması çalışmanın amacının önemini ön plana çıkartmaktadır ve bu doğrultuda yazılan tez, yedi ana bölümden meydana gelmektedir. **“Giriş”** başlığı altında, Akbaşlar bölgesi ile ilgili bilgi verilmiş ve çalışma amacı anlatılmıştır. **“Önceki Çalışmalar”** kısmında Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) yöresinde bugüne kadar jeoloji üzerine yapılmış çalışmaların özeti verilmiştir. **“Materyal ve Metod”** bölümünde çalışmanın konusunu oluşturan manganez oluşumlarının gözlemlendiği sahadan derlenen örnekler üzerinde yapılan analiz yöntemleri ve bunların standartları hakkında bilgi verilmiştir. **“Genel Jeoloji”** kaya birliklerinin arazi ölçeğinde özellikleri ve birbirleriyle olan kontak ilişkileri hakkında bilgi verilmiştir. **“Ekonomik Jeoloji”** başlığı altında bölgeden derlenen manganez cevherleşmeleri üzerinde petrografik incelemeler, aletli analiz teknikleri gibi konular detaylı bir şekilde verilmiştir. **“Sonuçlar ve Öneriler”** başlığı altında tez ile alınan sonuçlar verilmiş ve tez sonucunda ortaya çıkan önerilere değinilmiştir. Tezde faydalanan bilimsel incelemeler **“Kaynaklar”** kısmında verilmiştir. Ek A kısmında çalışma alanı ve civarının jeoloji haritası ve enine kesiti verilmiştir.

1.2 Tezin amacı

Bu tezin amacı, Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) köyü çevresinde, ofiyolitik melanjın radyolaryalı çört bloklarında mostra veren manganez yatağının jeolojisi, mineralojisi ve jeokimyasal özelliklerinin ortaya konmasıyla ilişkilidir. Bu amaç ile, inceleme sahasının 25 000 ölçekli jeoloji haritası önceki çalışmalardan da yararlanılarak çizilmiş ve revize edilmiş, manganez cevherleşmelerinin mostra verdiği lokasyonlardan örnekler derlenmiş ve derlenen örneklerde petrografi, XRD ve tüm kaya analiz incelemeleri yapılarak elde edilen sonuçlar değerlendirilerek rapor edilmiştir.

1.3 Coğrafi Durum

1.3.1 Çalışma alanı

İnceleme alanı, Balıkesir il merkezi güneydoğu kesiminde yaklaşık olarak 75 km uzaklıkta ve Dursunbey ilçesine ise 19 km uzaklıktadır (Şekil 1.1) ve Balıkesir I20c3 paftasında yaklaşık olarak 100 km²'lik alan içerisinde yer almaktadır. Çalışma alanı içinde Karapınar, Hasanlar, Sarnıçköy, Akçagüney köyleri ve Dursunbey ilçesine bağlı yönetim alanları yer almaktadır.

1.3.2 Morfoloji

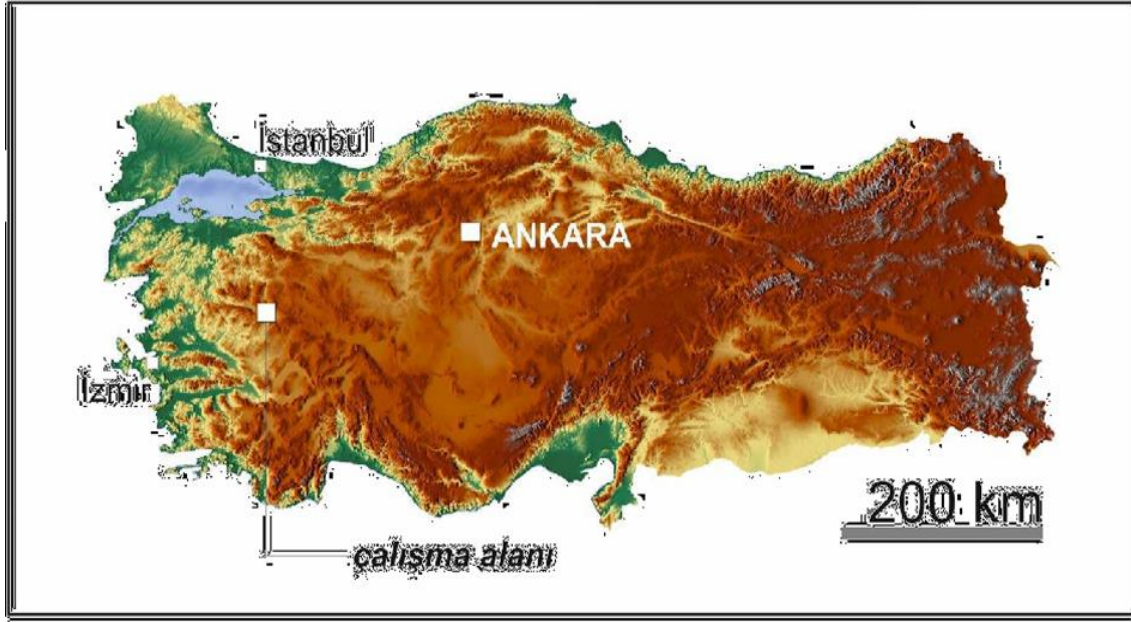
Tez alanı ve civarındaki önemli morfolojik yükseltiler Dedekıran T. (1043 m), Muslukdüzü T. (953 m), Göktaş T. (933 m), Asar T. (815 m), Çalica T. (734 m), Adaçal T. (1008 m), Nurlar T. (931 m), Tülce T. (964 m), Sarnıçyayla T. (810 m), Kocakır T. (803 m), Aydınçalı T. (772 m), Bekir T. (731 m), Tilkikaya T. (815 m), Karakaya T. (724 m), Kırangöl T. (768 m)'dir.

1.3.3 İklim, Bitki Örtüsü ve Akarsular

Bölgede karasal iklim gözlenmektedir. Kışlar soğuk, yazlar sıcak ve kurak geçmektedir. Verilere göre, 4 yıllık veriler ile ortalama sıcaklık 11⁰'dir. Bölge genelinde bitki örtüsü genelde kızıl çam ve meşe şeklindedir.

1.3.4 Yerleşim merkezleri ve ulaşım

Çalışma sahası ve çevresinde Balıkesir (75 km), Kütahya (164 km) illeri yer almaktadır. Önemli diğer yerleşim merkezleri Kepsut (47 km), Dursunbey (19 km) ilçeleri ile Sarnıçköy, Selimağa, Çamköy, Akçagüney, Kavacık köyleridir. Bölgede geçim hayvancılık, maden ve keresteden karşılanmaktadır. Dursunbey dağlık bir ilçedir ve karayolları olarak geçiş güzergahında olan bir yerleşim merkezi değildir. Dolayısıyla, sanayii açısından kısır olmasına rağmen, özellikle maden yönünden ve Alaçam Dağlarındaki ağaç entegre tesisleri olmasından sanayisi hareketli bir ilçedir.



Şekil 1.a:Çalışma alanını gösteren harita.



Şekil 1.b:Çalışma alanının lokasyonunu gösteren yer bulduru haritası

2. ÖNCEKİ ÇALIŞMALAR

Çalışma alanı ve civar bölgelerinde bugüne kadar birçok çalışma gerçekleştirilmiştir. Bölge birçok manganez cevherleşmesine ev sahipliği yapmasından dolayı, çoğunlukla jeoloji ve maden yatakları içerikli birçok çalışma mevcuttur. Bununla birlikte, bölgedeki Mn yatakları detaylı incelenmesine karşın, jeokimyasal anlamda detaylı bir şekilde çalışılmamıştır. Bölge ve civar sahalarda gerçekleştirilen çalışmalar aşağıda kronolojik sırayla aktarılmıştır:

Bingöl vd. (1973), Biga Yarımadası bölgesi (KB Anadolu) jeoloji çalışmasını yapmış ve bölgede yayılımı olan Karakaya Formasyonunu tanımlamışlardır. Triyas yaşlı bu formasyonun Permien ve Karbonifer yaşlı düşük dereceli metamorfizma geçirmiş kayalardan meydana geldiğini ortaya koymuşlardır.

Krushensky (1975), çalışma bölgesi ve çevre bölgesinden yayılım sunan volkanik kayalarda incelemelerde bulunmuş ve yaptığı radyometrik yaş tayinlerinde 19,5-20 My. (Alt-Orta Miyosen) değerlerini saptamıştır.

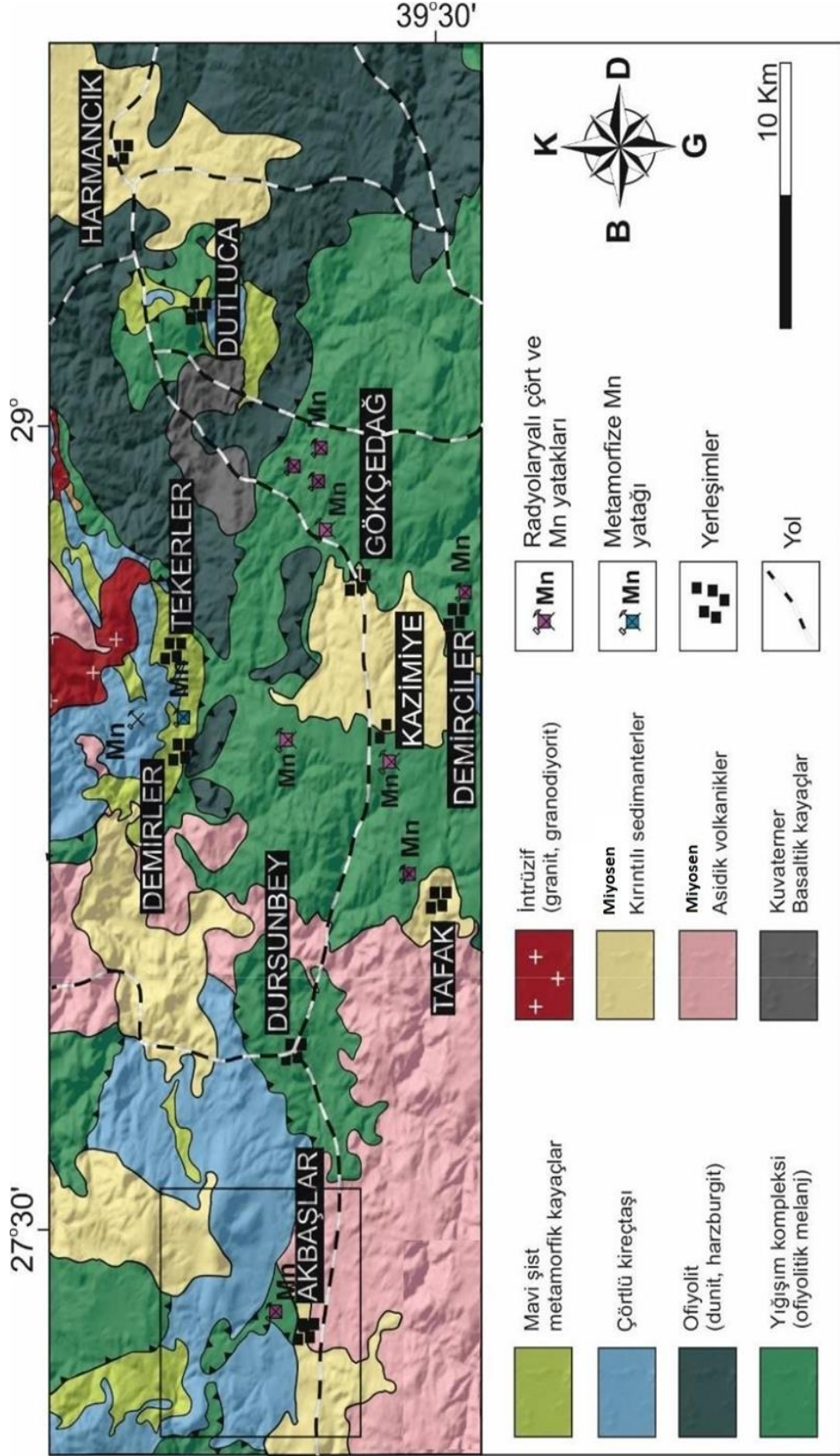
Yılmaz (1977), Bigadiç (Balıkesir) bölgesi ve civarında alkali bazaltik radyometrik yaş temelinde volkanizmanın 13 My. önce (Orta Miyosen) başlayıp, Üst Miyosen'de kalk-alkalen karakterli volkanizmanın etkin olduğunu ileri sürmüştür.

Okay (1981), Tavşanlı (Kütahya) bölgesi kuzeydoğusunda, İzmir-Ankara-Erzincan zonu boyunca yaptığı çalışmada, İzmir-Ankara zonuna ait ofiyolitik melanj ünitelerinin HP/LT ile mavi şist metamorfizmasına maruz kaldıklarını ortaya koymuştur.

Gültekin vd. (1998), Tumanpınarı (Dursunbey, Balıkesir) bölgesindeki Fe-Mn cevherleşmeleri üzerine yaptıkları çalışmada, bölgedeki cevherleşmelerin karasal hidrotermal kökenli olduğunu, yatakta silisleşme, hematitleşme, killeşme ve karbonatlaşma şeklinde alterasyon çeşitlerinin gözlemlendiğini, yatakta mineralojik olarak pirolusit, psilomelan, hematit, barit ve limonit minerallerinin egemen olduğunu ortaya koymuşlardır

Bircan (2019), bölgede 2 farklı Miyosen yaşlı kömür içeren havzayı konu almıştır. Çalışmada, İsaalan havzası (Kepsut, Balıkesir) ve Odaköy havzası (Dursunbey, Balıkesir) neojen sedimanter kayaçların sedimantolojisi, kömür petrografisi ve jeokimyasal içerikleri ile ilgili detaylı bilgi vermiştir. Çalışmada, bölgede yayılım sunan gölssel sedimanter kayaçların fasiyes topluluğu ayırt edilmiştir. Bölgedeki İsaalan bölgesi kömür örneklerinin kalori değerleri 2370-6256 kcal/kg, Odaköy bölgesi kömür örneklerinin kalori değerleri 1088-5668 kcal/kg arasında değiştiği saptanmıştır.

Aydoğan (2021), Tafak (Dursunbey, Balıkesir) bölgesinde gerçekleştirdiği çalışmada, bölgede manganez yatağının radolaryalı çört birimlerinin içerisinde orta-büyük derecede mercekler şeklinde bazen ise bu kayaçlar içerisinde ritmik bantlanm şeklinde gözlendiğini ortaya koymuştur. Ayrıca, çalışmada bölgedeki mangan yatağından alınan örnekler üzerinde jeokimyasal çalışma gerçekleştirilmiş ve bu jeokimyasal sonuçlara göre bölgedeki mangan cevherleşmelerinin İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun düşük dereceli hidrotermal sıvılar ile oluştuğunu ortaya koymuştur.



Şekil 2.1: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) manganez yatağı

MATERYAL VE METOD

3.1 Arazi çalışmaları

Arazi çalışmalarında Balıkesir İ20c3 paftası (1/25 000 ölçek) kullanılmıştır. Saha çalışmalarına, 2019 ve 2021 seneleri içinde gerçekleştirilmiştir. Bu çalışmalar sırasında, inceleme alanı ve civarda yüzeyleyen farklı tipte kaya türleri tanımlanmış ve özellikle manganez cevherleşmesinin görülebildiği ve belirli zaman işletilmiş olan ocak ve civarı incelenmiştir.

3.2 Deneysel çalışmalar

Laboratuvar çalışmaları, saha çalışmaları ile aynı zaman dilimlerinde yürütülmüştür. Belirli bir zaman işletilmiş olan Akbaşlar Mn yatağı ve civarından özellikle 10 adet örnek derlenmiştir. Bu örneklerin bazıları yoğun Mn içerirken, bazıları Si içermektedir. Bu örnekler üzerinde petrografik çalışmalar ile mineral isimleri ve bu minerallerin birbiriyle olan kontak ilişkisini ortaya koymak parlak kesit çalışmaları yapılmıştır. Manganez cevherli örnekler İstanbul Teknik Üniversitesi Maden Fakültesi'nde hazırlanmış ve bölümümüzde Meiji MT-9930 Polarizan Mikroskop altında incelenmiştir.

Akbaşlar bölgesinden derlenen cevher örnekleri üzerinde 4 adet XRD çalışması yapılmıştır. XRD analizleri için en az her bir örnekten 10 gr numune (SPEX 8000M model automatic powder grinder) hazırlanmıştır.

Çalışma alanından derlenen 10 adet örnek jeokimyasal içeriği belirlenmesi amacıyla yurt dışına ACME Laboratuvarları (Kanada)'nda analizleri yaptırılmıştır. Analizlerde; örnekler nitrik asit ile seyreltildikten sonra majör analizler (SiO₂, TiO₂, Al₂O₃, MnO, MgO, CaO, K₂O, Na₂O, Cr₂O₃, P₂O₅) ve A.Z. (Ateşte Zayıt) için lityum metaborat/tetraborat takiben ICP-AES ile analiz edilmiştir. Eser elementler (Sc, Ba, Ni, Co, Ga, Hf, Nb, Rb, Sr, Ta, Th, U, V, W, Zr, Y) ve Nadir Yer Elementler, (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu) analizleri ICP-MS yöntemiyle yapılmıştır. Ancak, eser analizlerden sadece Cu, Zn ve Mo İTÜ laboratuvarlarında yaptırılmıştır. Referans materyaller STD GS910-4, OREAS279, OREAS30A, SO-19 şeklindedir.

3.3 Tez yazımı

Bu çalışmada elde edilen veriler değerlendirilerek, büro çalışmalarında yorumlanmış ve çeşitli bilgisayar programları kullanılarak tez yazımı sonuçlandırılmıştır.

4. GENEL JEOLojİ

4.1 Stratigrafik birimler

Bölgede temeli Triyas yaşlı, bölgenin kuzey kesiminde yayılım sunan yüksek basınç, düşük sıcaklık metamorfizması ile tipik olan mavi şistler bulunmaktadır. Mavi şistlerin üzerinde yer yer çört bantları, mercekleri içeren platform tip kireçtaşları mostra vermektedir. Bölgede daha önceden elde edilen verilere göre, çörtlü kireçtaşları içerisinde de manganez zuhurları mevcuttur. Ancak detaylı bir şekilde incelenmemiştir. Benzer olarak, Balıkesir ili Büyükorhan ilçesinde tabandaki mavi şistler içerisinde metamorfize mangan yatağı mevcuttur ve çok öncede bir kısım küçük boyutlu işletme gerçekleştirilmiştir.

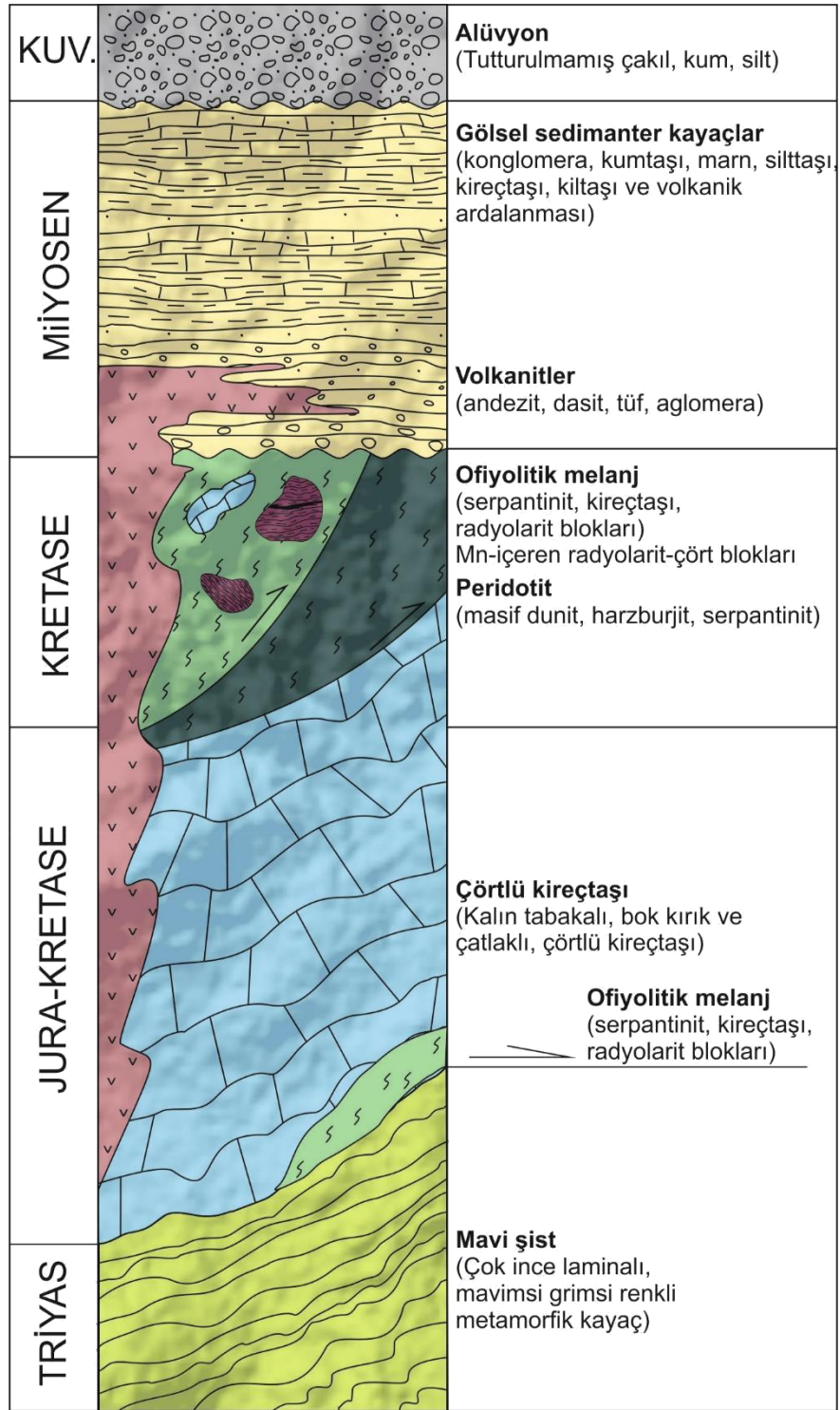
Mavi şistler ve üzerindeki çörtlü kireçtaşları üzerinde Kretase yaşlı ofiyolitik melanj birimleri tektonik olarak yer almaktadır. Bölgede gözlenen birçok manganez yatağı bu ofiyolitik melanja ait radyolaryalı çört birimleri içerisinde gözlenmektedir. Demirciler, Kazimiye, Tafak ve Akbaşlar bunlara en güzel örnektir. Ofiyolitik melanjlar çoğunlukla serpantinit, radyolaryalı çört, kireçtaşı ve mafik volkanik kaya bloklarından oluşmaktadır. Miyosen yaşlı gölssel tortul kayaçlar ve gerek volkanik lav gerekse piroklastikler bölgedeki en genç birimleri oluşturmaktadır (Şekil 4.1).

Bölgede en genç birim güncel tutturulmamış kaya parçalarından ve güncel topraktan meydana gelen alüvyondur.

4.1.1 Mavi şistler

Mavi şistler aslında İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonuna yakın olan kesimlerde tam anlamıyla gözlenirken, bölgedeki lavsonit bakımından zengin mavi şistler başlangıç derecesindeki metamorfik kayaçlardır. Bölgede yoğun kıvrımlanmaya uğramış şekilde gözlenmektedir. Çoğu zaman içerisinde glokofanlı şistler mavi renkleriyle tipik olarak ayırt edilmektedir (Şekil 4.1, 4.3).

Akbaşlar bölgesinde gözlenen mavi şistler düşük dereceli şistler olmasına karşın, bölgenin kuzeyinde İzmir-Ankara-Erzincan kenet zonunda daha yakın olan mavi şistler daha yüksek dereceli tipik olarak mavi şistleri ifade eden kayaçlardır.



Şekil 4.1: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) yöresinin tektono-stratigrafik kolon kesiti.



Şekil 4.2: Lavsonit-zengin mavi şistlerin ve glokofanlı şistlerin inceleme alanı kuzey kesiminden görünümü (Büyükorhan Yolu).



Şekil 4.3: Glokofanlı şistlerin inceleme alanı kuzeyinden mostra görünümü (Demirler Köyü).

4.1.2 Çörtlü kireçtaşı

Çört içeren kireçtaşları bölgede mavi şistlerin üzerinde gözlenmektedir. Bölgede bazen tabakalı olarak gözlenirken, bazı keismlerde oldukça yoğun tektonizmaya uğramış şekilde gözlenmektedir. Bölgede bazı lokasyonlarda (Sarnıç Köy) bu kiretçtaşlarıyla çamurtaşları ardalanmalı olarak gözlenmiştir. Diğer taraftan, bölgede bu çörtlü kireçtaşları mangan zuhurları içerdiği raporlarda değerlendirilmiştir ancak detay bir çalışma yoktur. Çörtlü kireçtaşları bol kırıklı yoğun çört içeren biirmlerdir (Şekil 4.4, 4.5, 4.5).



Şekil 4.4: Mavi şistler ile çörtlü kireçtaşları arasındaki kontak (Demirler Köyü).



Şekil 4.5: Tabakalanmalı çörtlü kireçtaşlarının mostra görünümü (Nurlar Tepe güneyi).



Şekil 4.6: Kavacık yolu üzerinde çörtlü kireçtaşlarında gözlenen eğim atımlı normal fay.

4.1.3 Ultramafik

Ofiyolitik kayalara ait masif kütleler genel olarak dünit, hazburjit ve serpantinit litolojilerinden meydana gelir. Bölgede Sarn     y kuzey kesiminde serpantinitli zonlar gözlemlenmiş ve ayrıca haritalanmıştır. Sertantinitler tipik olarak a  sal yapıda gözlenmiş olup,   o  nlukla manyezit damarcıkları ve asbest içermektedir (  ekil 4.7, 4.8).



Şekil 4.7: A  sal yapıları ile tipik serpantinitlerin mostra görünümü (Sarn     y kuzeyi).



Şekil 4.8: Sertantinitlerin mostra görünümü (Sarn     y kuzeyi).

4.1.4 Ofiyolitik melanj

Ofiyolitik melanj birimi inceleme alanında yeşil renk tonları ile tipik olarak ayrılabilir. Çalışma alanında daha çok içerisinde birçok blok bulundurmasıyla tanınmaktadır. Akbaşlar k  y   devamında özellikle Akbaşlar yolu üzerinde koyu yeşil renkli

serpantinitler ve bunlar ile yan yana gözlenen mafik volkanikler net bir şekilde gözlenebilmektedir (Şekil 4.9, 4.10, 4.11).

Bölgede özellikle eski manganez işletmesinin olduğu lokasyonda ise yoğun olarak koyu kahve, şarabi renkli radyolaryalı çört blokları gözlenmektedir. Ayrıca bölgedeki tüm manganez cevherleşmesi bu birim içerisinde gözlenmektedir (Şekil 4.12, 4.13).



Şekil 4.9: Ofiyolitik melanjı oluşturan serpantinitlerin mostra görünümü (Akbaşlar-Dursunbey yolu üzeri).



Şekil 4.10: Ofiyolitik melanjın içerisinde blok şeklinde gözlenen mafik volkanik bloklardan mostra görünümü (Akbaşlar-Hasanlar yolu üzeri).



Şekil 4.11: mafik volkanik bloklardan mostra görünümü (Hasanlar yolu üzeri).



Şekil 4.12: Ofiyolitik melanj içerisinde blok şeklinde gözlenen tabakalı, bol silisli radyolaryalı çört mostrasından bir görünüm (manganez ocağı).



Şekil 4.13: Blok şeklinde gözlenen tabakalı, bol silisli mangan içeren radyolaryalı çört mostrasından bir görünüm (manganez ocağı).

4.1.5 Volkanitler

Bölgede volkanitler oldukça yaygındır. Özellikle Dursunbey ve civarı volkanitler bakımından zengin mostralara sunmaktadır. Çalışma alanının güney kesiminde andezitler ve piroklastikler oldukça yaygın olarak gözlenmektedir. Özellikle andezitik kayalarda küresel alterasyonlar yaygındır (Şekil 4.14). Akbaşlar-Karapınar yolu üzerinde tipik gözlenen piroklastikler tabakamsı akma yapıları ile (Şekil 4.15) ve birbirinden farklı renkler ve yapılar sunmalarıyla tipiktir (Şekil 4.16, 4.17).



Şekil 4.14: Akbaşlar civarında volkanik andezitlerde gözlenen küresel alterasyonlar.



Şekil 4.15: Akbaşlar-Karapınar yolu üzerinde gözlenen piroklastikler.



Şekil 4.16: Piroklastiklerin yakından görünümü (Akbaşlar-Karapınar yolu üzeri).



Şekil 4.17: Piroklastiklerin yakından görünümü (Akbaşlar-Karapınar yolu üzeri).

4.1.6 Gölsel sedimanter kayaçlar

Gölsel birimler Akbaşlar batı kesiminde, Akçagüney ve civarında gözlenmiş olup, haritalanmıştır.

5. EKONOMİK JEOLojİ

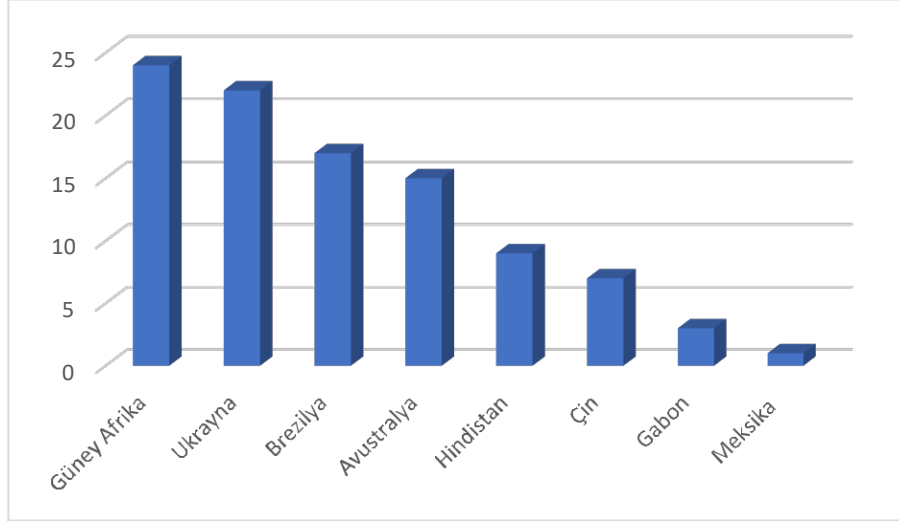
5.1 Mangan tanımı

Bu element, Fe, Cu ve Al'dan sonra en çok kullanım alanı bulan metaldir. Saf mangan, normal hava şartlarına karşı dayanıklıdır. P, S ve O ile birlikte ergime sıcaklığının üstünde bir sıcaklığa kolay bir şekilde bileşik yapabilmektedir. Bundan dolayı çelik bünyesinde bulunan P ve S giderilmesinde kullanılmaktadır. Başta demir olmak üzere, bakır, alüminyum ve silisyum ile çeşitli özelliklere sahip alaşımlar yapmaktadır. Bunlardan en çok kullanılanı ise ferro-mangan ve siliko-mangan alaşımlarıdır. Günümüzde artan çelik üretimi, mangan üretimindeki artışa da sebep olmuştur. Piro-metalurjik ve hidro-metalurjik yöntemler olmak üzere iki çeşit üretim yöntemi bulunmaktadır. Üretilen manganın büyük bir kısmı demir çelik endüstrisinde alaşım elementi olarak kullanılmaktadır. Manganın çeliğe eklenmesiyle, çeliğin dövülme, sertlik ve aşınma gibi özellikleri geliştirilmektedir.

5.2 Mangan kullanım alanları

Manganez, demir-çelik, kimya, elektronik ve batarya endüstrisindeki kullanım alanı bulan ham maddelerden biridir (Li vd., 2019; Aydoğın, 2022). Son zamanlarda, mangan dünya genelinde yayılım sunan ve farklı tipteki kayalardan alınmaktadır (Petersen vd., 2016).

Dünya'da değişik kökensel tiplerde ortaya çıkan manganez yatakları G. Afrika, Ukrayna, Brezilya, Avustralya, Gabon, Çin, Hindistan, Gana, Meksika, Kazakistan ve Malezya'da bulunmaktadır. Güney Afrika (%24), Ukrayna (%22), Brezilya (%17), Hindistan (%9), Çin (%7), Meksika (%1) ve Gabon (%3) manganezin dünya rezervini oluşturmaktadır (Şekil 5.1). Bunlardan, G. Afrika, Avustralya, Brezilya ve Gabon yüksek tenörlü ($Mn > \%44$); Hindistan, Kazakistan, Meksika orta tenörlü ($Mn \%30-40$); Ukrayna ve Gana düşük tenörlü ($Mn < \%30$) manganez yataklarının gözlendiği ülkelerdir (Li vd., 2019; USGS, 2019; Şaşmaz vd., 2020; 2021).



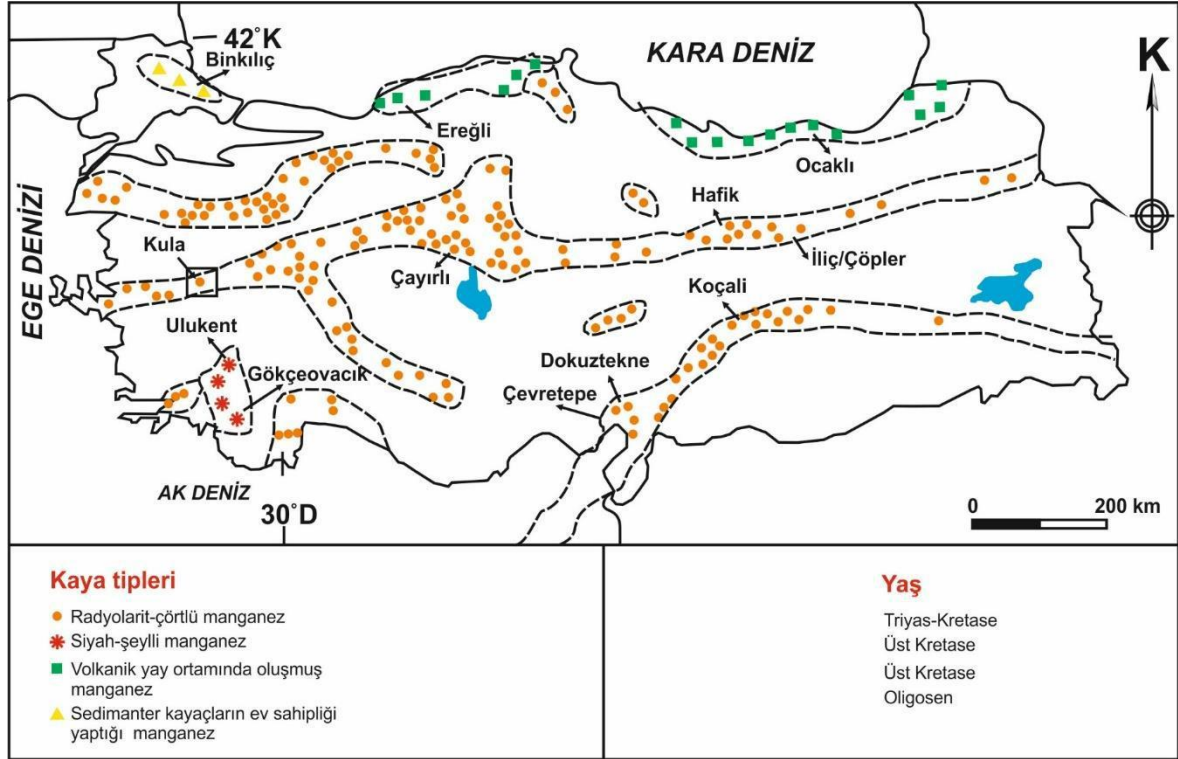
Şekil 5.1: Ülkelere göre dünya manganez rezervleri (USGS, 2019).

Dünya genelinde metalik maden yatakları, karalarda gözlenen maden yataklarından karşılanmaktadır. Bununla birlikte, tüketilen yatakların yerine yüksek tenörlü madenlerin tespit edilmesi oldukça zor ve tecrübe gerektirmektedir (Petersen vd., 2016). Günümüz okyanus havzalarında değişik manganez nodülleri ve Co-zengin ferromanganez kabukları gelecekte tüketilmesi düşünülen metallerin ana kaynağı olarak düşünülmektedir ve teknolojik araştırmalar sürmektedir (Hein vd., 2010). Okyanuslarda güncel oluşumları süren sülfid yatakları ile birlikte zengin metal içeriğine yüksek metal içerikli (Co, Cu, Ni, Mo) ve nadir yer elementleri içeriğine sahip sedimanter kayaçlar içermektedirler (Hein vd., 2010; 2014). Son yıllarda, yayılma sırtları boyunca Fe-Mn-kabuklar, mangan nodülleri ve sülfid yatakları üzerinde incelemeler vardır.

5.3 Türkiye manganez yatakları ve rezervleri

Türkiye’de manganez oksit yataklarının dağılımı özellikle Tetis Okyanusu’nun gelişimi ile ilişkilidir. Dolayısıyla bu okyanus ile ilişkili ve o zaman aralığında çökelim yapmış sedimanter kayaçlara özellikle ana kayaç açısından önemlidir ve maden arama için önemli noktalar. Bu yataklar, ana kayaç, köken ve tektonik ortam baz alındığında 4 farklı grup içerisinde toplanabilmektedir (Kuşçu ve Gedikoğlu 1989; Öztürk 1997; Öztürk ve Hein 1997; Şaşmaz vd., 2014): 1) Silisli pelajik kayaçlardaki yataklar (Paleo-Tetis Karakaya Kompleksi, Neo-Tetis Kenet Zonları), 2) Siyah şeyllerdeki yataklar (batı Toroslar), 3) Volkanik yay ortamları ile ilişkili yataklar (doğu Pontidler), 4) Sedimanter kayaçlardaki yataklar (Trakya Bölgesi)’dir.

Manganez oksit yataklarının geniş yayılım sunduğu alanlar, doğu-batı gidişli İzmir-Ankara-Erzincan Kenet Zonu boyunca ya da bu zona yakın lokasyonlarda mostra veren ofiyolitik melanj birimlerindeki radyolarit, radyolaryalı çört birimlerinin bloklarında yayılım sunmaktadır (Öztürk, 1997; Şekil 5.2). Türkiye'nin kuzey kesiminde yayılımın sunan bu kenet zonu doğu Akdeniz Bölgesi'nde önemli bir kuşaktır ve Neo-Tetis okyanusunun birçok kalıntı kayaçları içermektedir.



Şekil 5.2: Türkiye manganez yatakları (Öztürk, 1997).

5.4 Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) manganez yatağı

Akbaşlar manganez yatağı Akbaşlar köyünün yaklaşık olarak 1.5 km kuzeydoğusunda, Karapınar köyü yolu üzerinde sağ ve solunda olmak üzere 2 ocaktan oluşmaktadır (1. Ocak: 39.583988⁰, 28.470448⁰; 2. Ocak: 39.582140⁰, 28.465801⁰). Cevher alanında ulaşım, Dursunbey-Balıkesir yolu üzerinden Akbaşlar köyüne geliş şeklindedir ve ulaşım ocak kenarına kadar asfalt yol ile sağlanmaktadır. Cevherleşme, Kretase yaşlı ofiyolitik melanj içerisinde radyolaryalı çört litolojileri içinde gözlenen mangan mostraları metalimsi siyah, gri renk tonlarında gözlenmektedir ve çoğu zaman ana kayacın tabakalanmasına uygunluk göstermektedir. 1. Ocak'da manganın kalınlığı yaklaşık 10 m kadardır (Şekil 5.3).



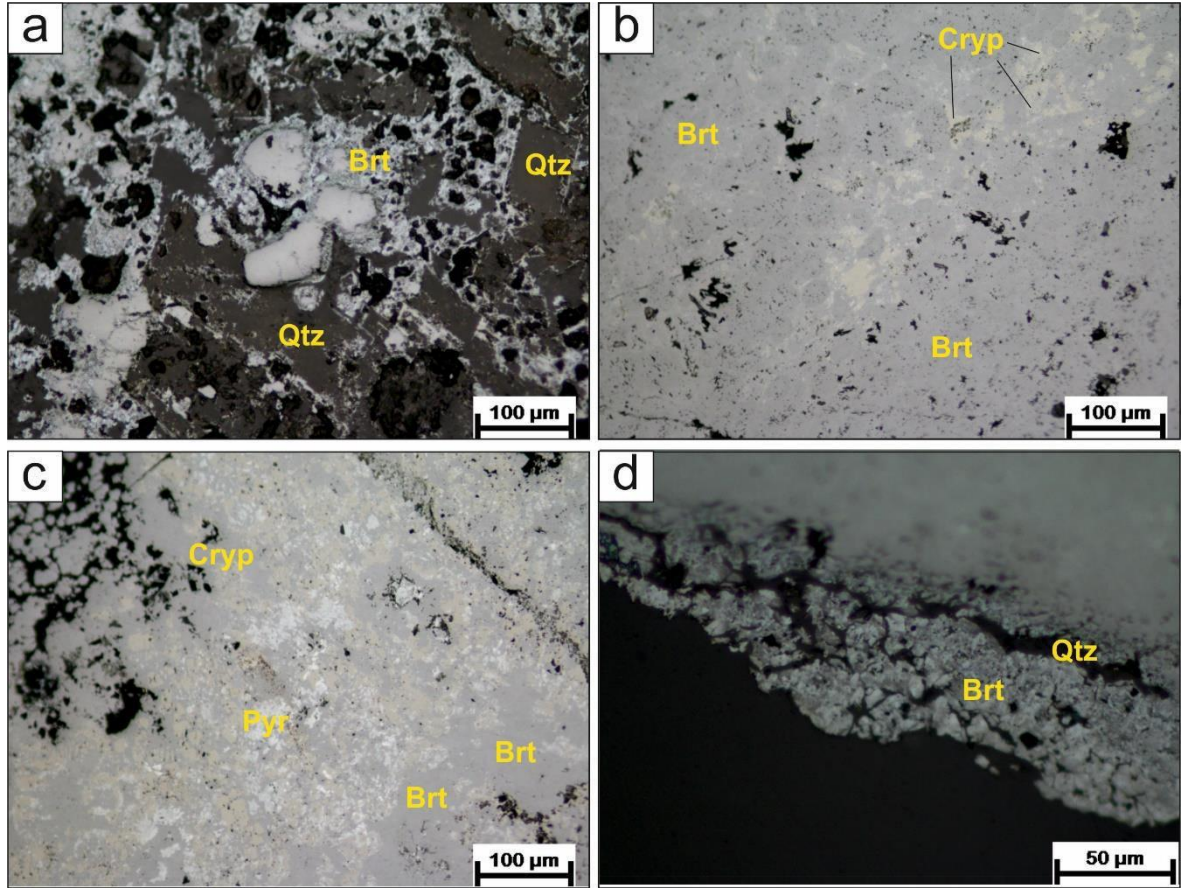
Şekil 5.3 (a-g): Akbaşlar manganez ocağından görünümeler.

5.4.1 Örnekleme

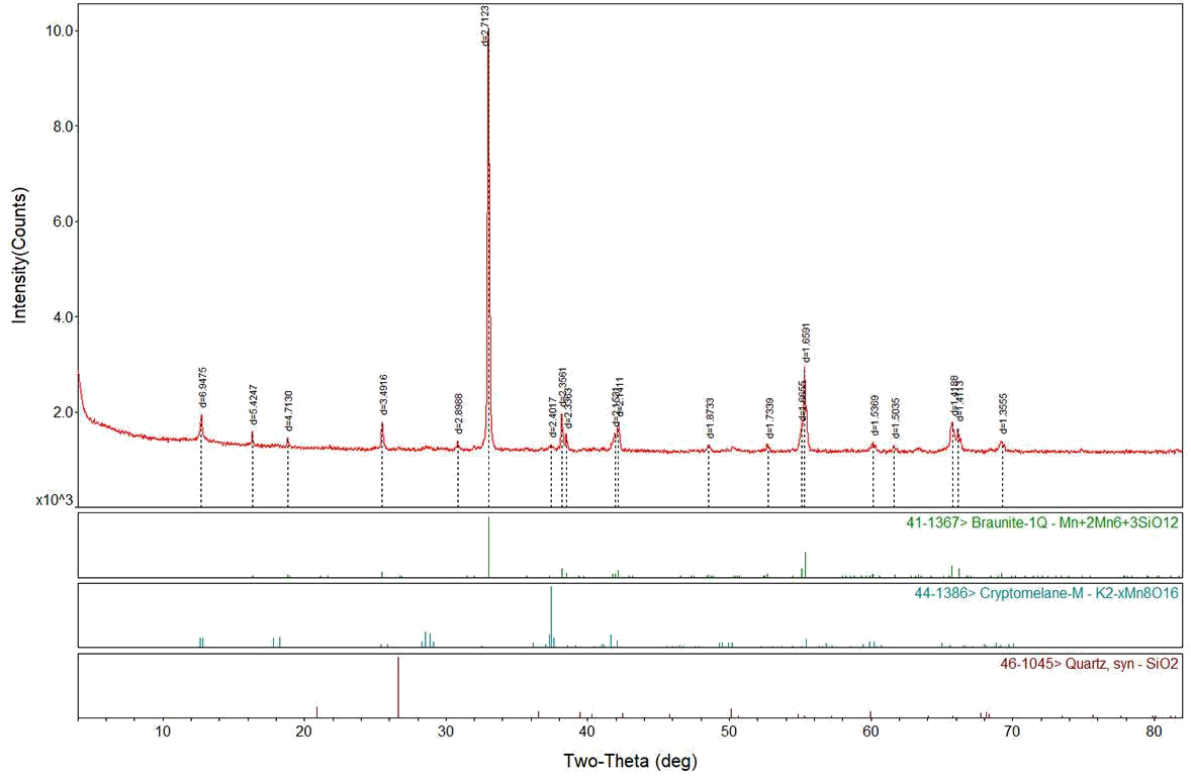
Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) manganez yatağını en iyi temsil edecek şekilde her 2 ocaktan, 5'er adet olmak üzere toplamda 10 örnek derlenmiştir.

5.5 Mineraloji

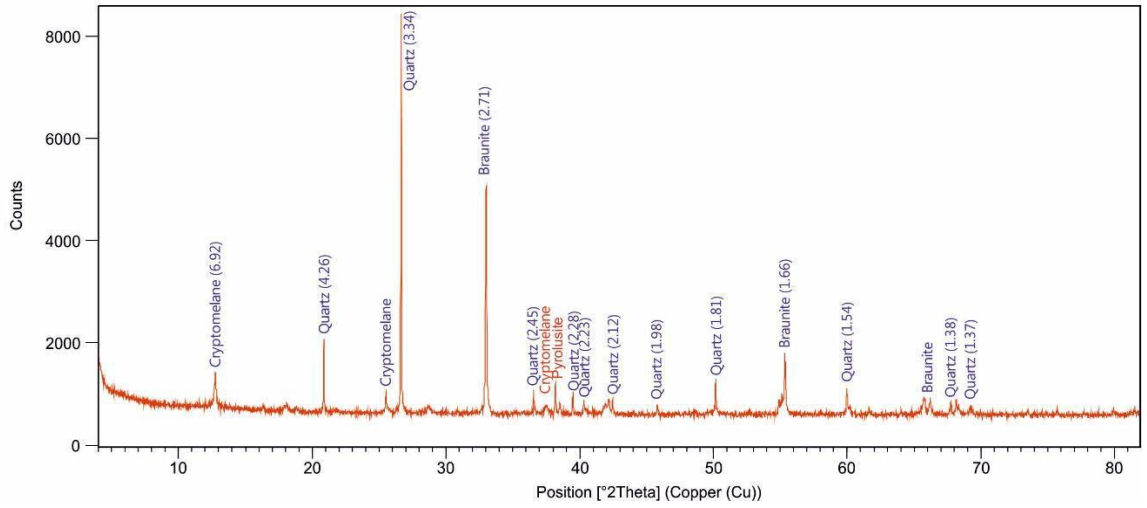
Çalışma sahasındaki manganez oluşumları Kretase yaşlı ofiyolitik melanja ait radyolaryalı çört birimi içerisinde tabakalanmaya uyumlu şekilde gözlenmektedir. Aynı 2 ocaktan elde edilen 10 adet örnek üzerine yapılan parlak kesit çalışmalarında manganezlerin braunit, pirolusit, kriptomelan ve gang minerallerinin ise kuvars ve kalsit oldukları tespit edilmiştir (Şekil 5.4 a-d). Aynı mineraller, XRD çalışmaların da da tespit edilmiştir (Şekil 5.5, 5.6).



Şekil 5.4 (a-d): Akbaşlar mangan yatağından derlenen manganez örneklerinin parlak kesit görüntüleri. Mineral kısaltmaları: Brt: braunit, Qtz: kuvars, Cryp: Kriptomelan, Pyr: Pirolusit.



Şekil 5.5: Manganez örneklerinin XRD grafiği.



Şekil 5.6: DMA-7 nolu manganez örneğinin XRD grafiği.

5.6 Akbaşlar manganez yatağının jeokimyasal özellikleri

5.6.1 Ana ve iz elementler

Akbaşlar bölgesindeki her iki ocaktan derlenen 9 adet manganez cevherleşmesinin analiz sonuçları Tablo 5.1’de verilmiştir. Bu analizler temelinde, Akbaşlar bölgesi örnekler %14.68-41.59 arasında değişen MnO; %40.92-82.45 arasında değişen SiO₂; 1.1-4.5 Ateşte Zayıf ile diğer eser ana elementlerden meydana gelmektedir.

Tablo 5.1: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) mangan yatağına ait jeokimyasal analiz sonuçları.

Örnek	DMA-1	DMA-2	DMA-3	DMA-4	DMA-5	DMA-6	DMA-7	DMA-8	DMA-9	Ort.
Ana elementler										
SiO ₂	66.75	67.79	49.18	82.45	77.79	66.99	57.72	40.92	80.16	65.53
Al ₂ O ₃	0.48	0.25	1.40	0.26	0.25	0.37	0.52	1.09	0.26	0.54
Fe ₂ O ₃	0.82	0.58	2.16	0.72	0.83	0.48	0.53	0.78	0.56	0.83
MgO	0.48	0.25	0.54	0.18	0.29	0.21	0.63	0.76	0.26	0.40
CaO	1.23	0.32	0.62	0.28	0.16	0.46	2.12	2.69	0.16	0.89
Na ₂ O	0.02	0.03	0.02	0.01	0.02	0.01	0.02	0.02	0.03	0.02
K ₂ O	0.12	0.10	0.34	0.02	0.06	0.03	0.18	0.23	0.07	0.13
TiO ₂	0.03	0.02	0.10	0.02	0.01	0.01	0.02	0.03	0.02	0.03
P ₂ O ₅	0.03	0.03	0.03	0.02	0.01	0.04	0.04	0.04	0.02	0.03
MnO	27.71	28.32	42.85	14.68	18.77	29.53	34.06	41.59	16.12	28.18
A.Z.	2.1	1.8	2.6	1.1	1.7	1.5	3.9	4.5	2.1	2.37
Sum	99.77	99.49	99.84	99.74	99.89	99.63	99.74	92.65	99.76	98.95
İz elementler										
Ba	899	3984	3007	1905	850	2289	3757	4188	2241	2568.89
Ni	51	38	76	25	30	46	67	61	21	46.11
Co	105.1	110.3	245.8	76.2	37.8	110.1	67.5	147.4	57.2	106.38
Ga	23.5	22.9	17.8	19.0	18.4	16.0	27.4	22.9	8.3	19.58
Hf	0.2	0.3	0.8	0.2	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.27
Sr	248.2	236.5	578.1	77.0	165.4	121.7	1460.2	418.2	210.0	390.59
V	101	177	146	69	58	93	175	140	45	111.56
Nb	0.6	0.4	1.0	0.5	0.5	0.4	0.3	0.4	0.6	0.52
Y	2.7	2.2	8.5	1.5	1.1	1.9	2.9	5.4	1.7	3.10
Rb	1.3	1.0	5.7	0.2	0.5	0.3	0.7	3.9	1.1	1.63
Th	0.4	0.2	1.6	0.2	0.2	0.2	0.2	0.4	0.2	0.40
U	0.5	1.4	0.9	0.8	0.7	0.9	0.6	0.7	0.9	0.82
Zr	8.5	9.8	31.2	7.8	6.3		9.7	9.8	9.5	11.58
Cu	60.0	27.0	510.0	39.0	25.0	56.0	394.0	255.0	15.0	153.44
Zn	202.0	25.0	93.0	39.0	44.0	45.0	151.0	178.0	18.0	88.33
Mo	35.0	5.0	37.0	6.0	17.0	30.0	50.0	65.0	6.0	27.89
Nadir Yer elementleri										
La	2.4	2.5	9.1	1.5	2.0	2.4	3.4	4.0	2.0	3.26
Ce	6.2	2.2	14.3	2.7	6.0	2.7	6.6	4.4	4.1	5.47
Pr	0.43	0.50	1.66	0.20	0.22	0.32	0.51	0.75	0.37	0.55
Nd	1.9	2.0	7.2	1.2	1.1	2.0	2.2	3.5	1.4	2.50
Sm	0.32	0.39	1.28	0.25	0.26	0.20	0.45	0.70	0.23	0.45
Eu	0.06	0.08	0.37	0.01	0.01	0.09	0.04	0.16	0.04	0.10
Tb	0.07	0.08	0.23	0.02	0.02	0.03	0.07	0.10	0.05	0.07
Gd	0.48	0.60	1.39	0.18	0.24	0.40	0.56	0.82	0.26	0.55
Dy	0.61	0.47	1.42	0.17	0.27	0.34	0.61	0.78	0.37	0.56
Ho	0.15	0.10	0.31	0.05	0.06	0.05	0.12	0.13	0.06	0.11
Er	0.49	0.31	1.04	0.21	0.22	0.23	0.49	0.52	0.21	0.41
Tm	0.08	0.06	0.14	0.01	0.03	0.02	0.06	0.05	0.03	0.05
Yb	0.58	0.33	1.17	0.24	0.28	0.25	0.48	0.43	0.22	0.44
Lu	0.09	0.06	0.18	0.03	0.03	0.02	0.06	0.06	0.03	0.06

Manganez yataklarının oluşum koşullarının belirlenmesinde bazı önemli parametrelerden yararlanılmaktadır. Bunlardan biri Mn/Fe oranıdır. Bu oran kullanılarak ortamsal yorumlamada kullanılabilir (Mohapatra vd., 2009). Mn/Fe oranı 1'den küçük yataklar gölsel yatakları; 1'e hemen hemen eşit ise hidrojenetik yatakları; 1-10 arasında ise sedimanter ekzalatif yatakları ve 10 üzeri Mn/Fe oranı ise hidrotermal ya da karışık hidrotermal ve hidrojenetik yatakları işaret etmektedir (Nicholson vd., 1997). Akbaşlar Mn yatağına ait örneklerin Mn/Fe oranı 19.8 ile 64.2 arasında değişmektedir ve ortalama Mn/Fe oranı 34'tür. Bu oran çalışılan manganez oluşumlarının hidrotermal kökenli olduklarını göstermektedir. Diğer taraftan, Hayashi vd.,(1997)'ye göre manganez oluşumlarının felsik ya da mafik bir oluşum ile ilişkili olup olmadığını ortaya koymak amacıyla Al/Ti oranı önemlidir. Akbaşlar manganez oluşumunda Al/Ti oranı 18.7 ile mafik karakterli kayaç karakteristiği olduğu düşünülmektedir. Bölgede ofiyolitik melanj içerisinde mafik volkanik blokların da olması bu oran sonucunu desteklemektedir. Ce/La oranı ortalama 1.68 ile biyojenik ve kırıntılı malzemenin artışı ifade etmesi bakımından önemlidir. Çalışılan manganez oluşumlarının Y/Ho değeri ortalama 27.09 ile kondrit değerlerine yakın değer göstermektedir. Ancak, deniz suyu değerlerinden oldukça düşüktür. Co/Ni oranı, hidrotermal manganez oluşumlarında 0.15, hidrojenetik yataklarda > 2.5'tir. Akbaşlar manganez oluşumlarının Co/Ni oranı ortalama 2.31'dir ve hidrojenetik yataklara benzerlike göstermesi bakımından önemlidir (Tablo 5.2).

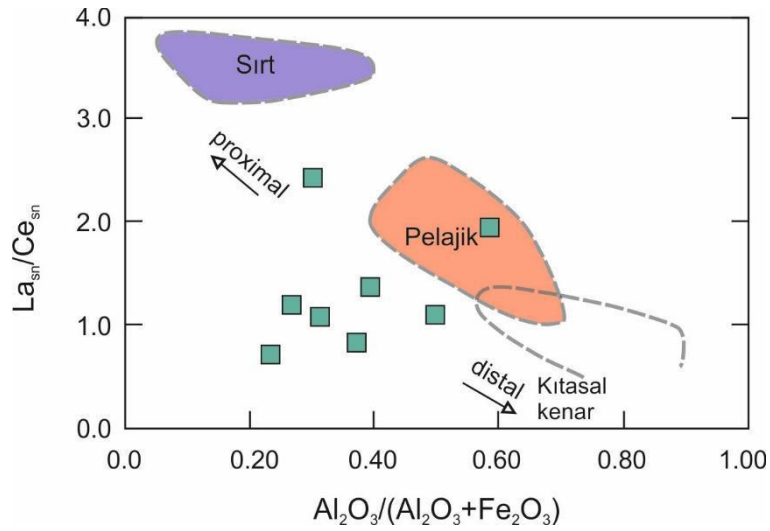
Tablo 5.2. Akbaşlar manganez oluşumlarının bazı önemli element oranları.

Örnekler	DMA-1	DMA-2	DMA-3	DMA-4	DMA-5	DMA-6	DMA-7	DMA-8	DMA-9	Ort.
Mn/Fe	33.79	48.83	19.84	20.39	22.61	61.52	64.26	53.32	28.79	34.00
Al/Ti	16.00	12.50	14.00	13.00	25.00	37.00	26.00	36.33	13.00	18.77
Ce/La	2.58	0.88	1.57	1.80	3.00	1.13	1.94	1.10	2.05	1.68
Y/Ho	18.00	22.00	27.42	30.00	18.33	38.00	24.17	41.54	28.33	27.09
Co/Ni	2.06	2.90	3.23	3.05	1.26	2.39	1.01	2.42	2.72	2.31

Bazı önemli manganez yataklarında, yüksek sıcaklık ile oluşan yataklarda Mo değerleri oldukça yüksek izlenebilmektedir (Trefry vd, 1994; Hein vd, 2008). Akbaşlar manganez oluşumlarının molibden değerleri ortalama 27.89 ppm ile orta değerler göstermektedir ve yüksek sıcaklık ile çalışmanın konusunu oluşturan manganların ilişkisi yoktur, aksine bu oluşumların düşük sıcaklık hidrotermal sistemler ile ilişkisi bulunmaktadır. 2568 ppm Ba değerleri yine yüksek sayılabilecek orandadır ve hidrotermal sistemi göstermesi bakımından önemlidir. Sr değerleri ortalama seviyelerdedir ve bu ortalama değerler manganın çökelişi sırasında okyanus tuzluluğunun yüksek olmadığını işaret etmektedir.

5.6.2 Nadir Yer Elementleri

Nadir Yer Elementleri özellikle manganez oluşumlarının kökeni hakkında çok detay ve önemli bilgiler sunmaktadır. Bunlardan Eu anomalisinin pozitif yada negatif olup olmadığının hesaplanması ile Akbaşlar manganez oluşumlarının düşük ya da yüksek sıcaklıklı hidrotermal sıvılar ile ilişkili olup olmadığı ortaya konabilir. Akbaşlar manganez oluşumlarının Eu anomalisi 0.5 (negatif) ile bu oluşumların düşük sıcaklıklı hidrotermal etkinlikler ile ilişkisinin olduğu ortaya koymaktadır. Diğer taraftan, Ce anomalisi de ortam koşullarını göstermesi bakımından önemlidir. Akbaşlar manganez oluşumlarının Ce anomalisi güçlü negatif (0.23) ile bu oluşumların bol oksijenli ortamda çökelim yaptığını göstermektedir. Buna ek olarak, La_{sn}/Ce_{sn} ve $Al/Al+Fe$ diyagramı sedimanter çökellerin sırt, pelajik ve kıtasal kenar ortamında çökelim yapıp yapmadığını göstermesi açısından efektif olarak kullanılan bir diyagramdır. Bu diyagrama göre, Akbaşlar manganez oluşumları sırt ile özellikle pelajik ortamda çökelim yaptığını göstermektedir (Şekil 5.7).



Şekil 5.7: Akbaşlar manganez oluşumlarının oluşum ortamını simgeleyen $La/Ce-Al/Al+Fe$ diyagramı (Murray, 1994).

6.SONUÇ VE ÖNERİLER

Akbaşlar yöresinde Triyas yaşlı mavi şist metamorfizmasına uğramış lavsonit ve glokofanlı şistler temelde bulunmaktadır. Bu birim üzerinde Jura yaşlı çörtlü kireçtaşları yayılım sunmaktadır. Kretase yaşlı peridotit ve ofiyolitik melanj diğer birimler üzerinde tektonik olarak bulunmaktadır. Bölgedeki andezit karakterli volkanik kayalar diğer yaşlı birimleri keserken piroklastikler ise bölgede Miyosen yaşlı gölsel sedimanter kayalar ile yanal olarak giriktir.

Tezin ana konusunu oluşturan manganez yatağı, Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) yöresinde bulunmaktadır ve daha önceden açık ocak şeklinde işletilmiş olup, ara ara az miktarlarda işletilmektedir. Mangan yatağı ince tabakalı, bol silisli, pelajik radyolaryalı çört litolojilerinin içerisinde bazen damar bazen ise mercek şeklinde gözlenmektedir.

Bölgede Akbaşlar-Karapınar köyleri arasında sağlı sollu 2 ocak şeklindedir ve manganez oluşumlarının kalınlıkları cm boyutundan m boyutuna kadar ulaşmaktadır. Çalışma alanından 2 ocaktan da toplamda 10 adet numune alınarak petrografik ve jeokimyasal analizler gerçekleştirilmiş ve analizleri ortaya konmaya çalışılmıştır. Petrografik çalışmalarda mangan cevherleşmelerini oluşturan minerallerin braunit, pirolusit, kriptomelan; gang minerallerinin ise yoğun olarak kuvars az miktarda kalsit olduğu saptanmıştır.

Sonuç olarak, bölgedeki cevherleşmeler üzerine yapılan bu tez ile cevherleşmelerin İzmir-Ankara-Erzincan okyanusunun sırt kısmından oldukça uzak, pelajik kısımda çökelim yaptığını ve okyanusun manganın olduğu zaman diliminde düşük tuzluluklu ve oksijen bakımından zengin olduğu ortaya konmuştur.

7. KAYNAKLAR (APA)

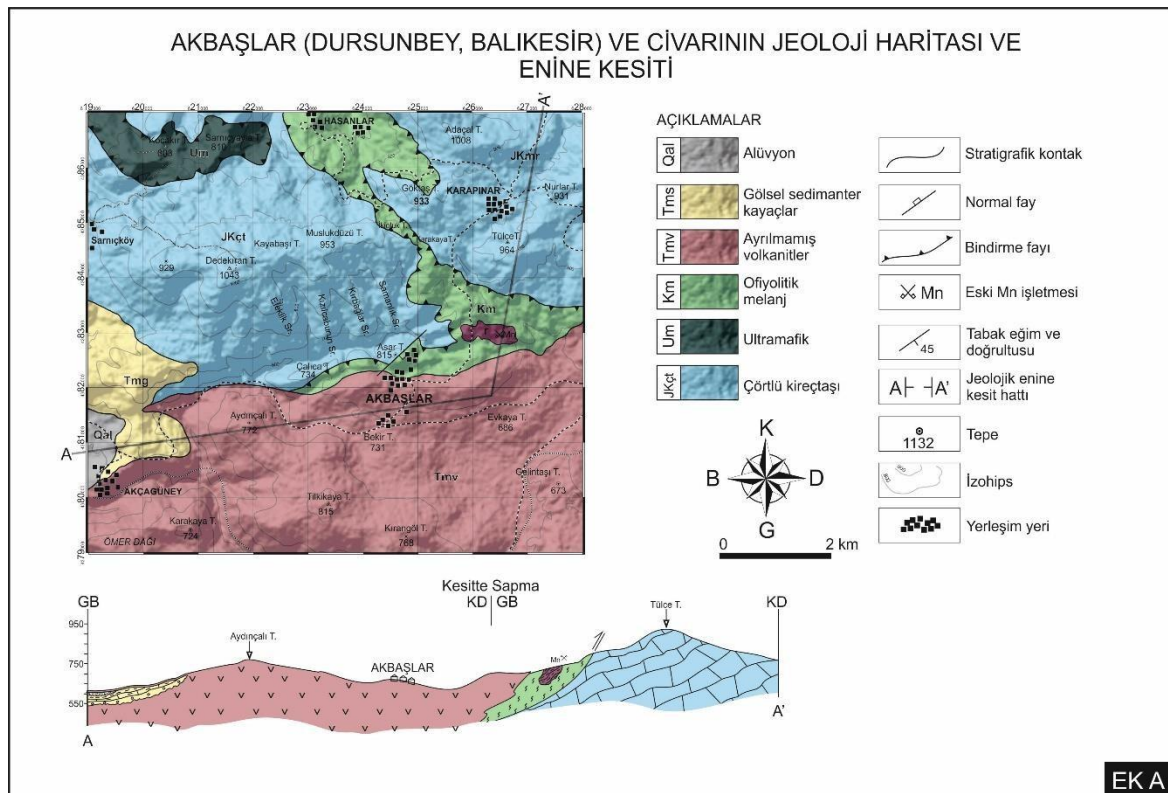
- Aydoğan, M.S. (2021). The Tafak manganese deposit (Dursunbey-Balıkesir, NW Turkey): implications for the submarine hydrothermal origin of İzmir-Ankara-Erzincan Neotethyan Ocean. *Arabian Journal of Geosciences* 14, 1-25.
- Bingöl, E., Akyürek, B. ve Korkmazer, B. (1973). Biga Yarımadasının jeolojisi ve Karakaya Formasyonunun bazı özellikleri. Maden Tetkik ve Arama Enstitüsü, *Cumhuriyetin 50. Yılı Yerbilimleri Kongresi Tebliğler Dergisi*, 70-76.
- Bircan, C. (2019). İsaalan (Kepsut) ve Odaköy (Dursunbey) Yörelerindeki Neojen Çökellerinin Sedimentolojisi, Kömür Petrografisi ve Jeokimyası. *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü Doktora Tezi*, 255 s.
- Devlet Planlama Teşkilatı (2001). *Madencilik Özel İhtisas Komisyonu Raporu, Metal Madenler Alt Komisyonu Diğer Metal Madenler Çalışma Grubu Raporu, Antimuan-Tungsten-Nikel-Vanadyum-Molibden-Kalay-Manganez*. 8. Beş Yıllık Kalkınma Planı (Rapor No: Dpt-2629, s.63-79, Ankara.
- Glasby, G. P., Li, J. & Sun, Z. (2015). Deep-Sea Nodules and Co-rich Mn Crusts. *Marine Georesources & Geotechnology*, 33, 72-78.
- Gültekin, A.H., Örgün, Y. ve Yavuz, F. (1998). Tumanpınarı (Balıkesir-Dursunbey) Fe-Mn cevherleşmesinin jeolojik, mineralojik ve jeokimyasal özellikleri. *Türkiye Jeoloji Bülteni*, 2, 13-30.
- Hayashi, K.I., Fujisawa, H., Holland, H.D., Ohmoto, H. (1997). Geochemistry of 1.9 Ga sedimentary rocks from northeastern Labrador, Canada. *Geochimica et Cosmochimica Acta* 61, 4115-4137.
- Hein, J. R. & Koschinsky, A. (2014). Deep-ocean ferromanganese crusts and nodules. In: H.D. Holland, K. K. Turekian (Eds.), *Second edition Treatise on Geochemistry*, 13, 273-291.
- Hein, J. R., Conrad, T. A. & Staudigel, H. (2010). Seamount Mineral Deposits: A Source of Rare Metals for High-Technology Industries. *Oceanography*, 23(1), 184-189.
- Hein, J. R., Conrad, T. A. & Staudigel, H. (2010). Seamount Mineral Deposits: A Source of Rare Metals for High-Technology Industries. *Oceanography*, 23(1), 184-189.

- Kılıç, G. (2018). Pabuçlu (Kula, Manisa) Civarındaki Manganez Cevherleşmelerinin Oluşumu ve Jeokimyasal Özellikleri, *Balıkesir Üniversitesi, Fen Bilimleri Enstitüsü*,
Yüksek Lisans Tezi, 70 s.
- Krushensky, R. (1975). Neogene calc-alkaline extrusive and intrusive rocks of the Karalar- Yeşiller area, NW Anatolia, Turkey. *Bulletin Volcanologique*, 39, 336-360.
- Kuşçu, M., Gedikoğlu, A. (1989). Ulukent (Tavas-Denizli) güneyi manganez yataklarının jeokimyasal özellikleri *Yerbilimcinin Sesi* 17, 29-47.
- Li, S., Yan, J., Pei, Q., Sha, J., Mou, S. ve Xiao, Y. (2019). Risk Identification and Evaluation of the Long-term Supply of Manganese Mines in China Based on the VW-BGR Method. *Sustainability*, 11, 1-23.
- Mohapatra, B.K., Mishra, P.P. and Singh, P.P. (2009). Manganese ore deposits in Koira-Noamundi province of iron ore group, north Orissa, India: in the light of geochemical signature. *Chemie der Erde Geochemistry*, 69, 377-394.
- Murray, R.W. (1994). Chemical criteria to identify the depositional environment of chert: general principles and applications. *Sedimentary Geology* 90, 213-232.
- Nicholson, K. (1992). Contrasting mineralogical–geochemical signatures of manganese oxides; guides to metallogenesis. *Economic Geology* 87, 1253-1264.
- Okay, A.İ. (1981). Kuzeybatı Anadolu’daki ofiyolitlerin jeolojisi ve mavişist metamorfizması (Tavşanlı-Kütahya). *Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni*. 24, 85-95.
- Öztürk, H. (1997). Manganese deposits in Turkey: distribution, types and tectonic setting. *Ore Geology Reviews* 12, 187-203.
- Öztürk, H., Hein, J.R. (1997). Mineralogy and stable isotopes of black shale hosted manganese ores, southwestern Taurides, Turkey. *Economic Geology* 92, 733-744.
- Petersen, S., Kratschell, A., Jamieson, J., Hein, J. R. ve Hannington, M. D. (2016). News from the seabed – Geological characteristics and resource potential of deep-sea mineral resources. *Marine Policy*, 70, 175-187.
- Şaşmaz, A., Şaşmaz, B. ve Hein, J.R. (2021). Geochemical approach to the genesis of the Oligocene-stratiform manganese-oxide deposit, Chiatura (Georgia). *Ore Geology Reviews*, 128.

- Şaşmaz, A., Zagnitko, V.M. ve Şaşmaz, B. (2020). Major, trace and rare earth element (REE) geochemistry of the Oligocene stratiform manganese oxidehydroxide deposits in the Nikopol, Ukraine. *Ore Geology Reviews*, 126, 103772.
- Şaşmaz, A., Türkyılmaz, B., Öztürk, N., Yavuz, F., Kumral, M. (2014). Geology and geochemistry of middle Eocene Maden complex ferromanganese deposits from the Elazığ-Malatya region, eastern Turkey. *Ore Geology Reviews* 56, 352-372.
- Trefry, J. H., D. B. Butterfield, S. Metz, G. J. Massoth, R. P. Trocine, and R. A. Feely (1994), Trace metals in hydrothermal solutions from Cleft segment on the southern Juan de Fuca Ridge, *Journal of Geophysical Research* 99, 4925-4935.
- U.S. Geological Survey (USGS). Mineral Commodity Summaries. 2019. Available online: <https://doi.org/10.3133/70202434>. Erişim tarihi: 10 Mayıs 2019.
- Yılmaz, İ. (1977). Bigadiç bölgesi bazaltik volkanizmasının mutlak yaşı. *TÜBİTAK Doğa ve Temel Bilimler Dergisi*, 1, 210-212.

EKLER

EK A: Akbaşlar (Dursunbey, Balıkesir) ve civarının jeoloji haritası ve enine kesiti



ÖZGEÇMİŞ

Kişisel Bilgiler

Adı Soyadı : Deniz TERKİN

Doğum tarihi ve yeri :

e-posta :

Öğrenim Bilgileri

Derece	Okul/Program	Yıl
Y. Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Jeoloji Mühendisliği	2018-
Lisans	Balıkesir Üniversitesi/Jeoloji Müh. Bölümü	2016
Lise	İzmir Aliğa Lisesi	2005