

TÜRKİYE MANGANEZ YATAKLARI: OLUŞUMLARI VE TİPLERİ

Manganese Mineralizations in Turkey: Processes of Formation and Types

Hüseyin ÖZTÜRK I.Ü. Müh« Fak« Jeoloji Müh« Bölümü, Avcılar, İSTANBUL

ÖZ: Türkiye'deki manganez yatakları, buldukları yaş konağı, oluşumları, yan kayaçian, kimyasal, mineralojik ve yapısal özelliklerine göre dört ana gruba ayrılırlar.

Birinci grup, genellikle radyolaryalı çörtlür içindeki hidrotermal ve hidrojenetik türdeki manganez yataklarıdır. Bunlar, yüksek Mn=Si ve düşük Al-Fe içerikli, genelde katman yapılı olarak Paleotethis, Karakaya, izmir-Ankara-Erzincan-Kars ve Güneydoğu Anadolu sütün kuşağının epiofiyolitleri içinde yaygındırlar. Genellikle düşük rezervli bu yataklann en tipik olanı Çayırılı manganez yatağıdır,

İkinci grup. Batı Toros'larda Alt Kretase yaşlı karbonatlar içindeki siyah şeyllerle ilişkili yataklardır. Bunlar, rodokrosit gibi mangan karbonatlar ve bunların oksitlenme ürünlerinden oluşmakta ve yüksek rezervler içermektedir. En tipik örnekleri Denizli-Ulukent ve güney alanlarında bulunmaktadır, Diyajenetik oluşumlu bu yatakların Fe içeriği radyolaryalı çörtlürle ilişkili yataklardan yüksek Si içeriği ise düşüktür.

Üçüncü grup, Karadeniz kıta yayının volkanotortullan içindeki hidrotermal oluşumlu yataklardır, Karadeniz kıyısı boyunca yaygınca gözlenen bu yatakların en önemlileri Ocaklı, Güce, Ebuhemşin ve Çiftliksanca'dır, Damar, stok ve katman yapılı cevherleşme volkanitler ile ardalanmalı çökellerin çeşitli düzeylerinde bulunur,

Dördüncü grup, Trakya Havza'sındaki Oligosen çökelleri içinde bulunan ve Karadeniz'i çevreleyen Chiatura, Nikopol, Varna yataklarıya jeneük benzerlikler gösteren yataklardır, Transgresyon, regresyon salmımlanna bağlı, diyajenetik süreçlerle oluşan ters derecelenmen pizolitik cevher, düşük Mn-Si içerikli ancak yüksek rezervlidir.

ABSTRACT: Manganese mineralizations in Turkey are divided into four main groups according to their age spans, hostrocks, processes of formation and mineralogical-chemical-textural features,

The first is hydrothermal and rare hydrogenetic type manganese mineralization which are associated with chiefly radiolarian chert series. These deposits that have high Mn-Si and low Al-Fe content occur as lenses and small thin beds in the epiophiolitic sediments of Paleotethyan, Karakaya, North Anatolian (Izmir-Ankara-Erzincan) and South Anatolian suture belts. These mineralizations are mainly small but most widely distributed group of manganese ores, CayMi is the most distinctive deposit of a chert hosted type.

The second is black shale hosted manganese mineralizations that take place in the black shale horizon within the carbonates of Lower Cretaceous age in Western Taurides. These deposits are represented by relatively large reserves and are composed of rhodoçhrosite and its oxidizing products. Most typical deposits of the black shale hosted type are located in Ulukent-Denizli and its southern region, Fe contents of these deposits are higher than chert hosted deposits, whereas Al and Si are low.

The third is volcanic arc hosted ores along the Black Sea coast occur in different types of metasomatic, hydrothermal and stratabound settings. Rock associations include dacitic tuff, reddish limestone, marl and hemipelagic claystone alternations ou Upper Cretaceous, The most important deposits of the region are located at Ocaklı, Topkirazlar, Ebuhemşin and Güce.

The Fourth is the post-tectonic sedimentary hosted ores in the Thrace Basin, These deposits are similar to those of the Oligocene Belt that occurs along the west coast of Black Sea, which includes the Chiatura, Nikopol, Varna deposits. Inversely gradad pisolitic ore was formed by early diagenetic processes during transgression regression cycles,

GERİŞ

Özellikle son 15 yıl içinde manganez yataklarının

oluşumu üzerine hızlı bir bilgi birikimi sağlanmış, çeşitli türdeki manganez yataklarının oluşum isimleri ve

yatak tipleri yeniden tanımlanmıştır, Geline bu noktada günümüz okyanusa! alanlarda yürütülen oşinografik ve kapalı havzalardaki ekolojik çalışmaların önemli rolü olmuştur, Özellikle sedimanter prosesle çökelen manganez cevherleşmeleri için bu ortamlar doğal bir laboratuvar görevi görmüşlerdir.

Manganez yataklarının oluşumu üzerine en önemli teorik açılım modern havza sedimentlerindeki diyajenetik süreçlerin anlaşılmasıyla mümkün olmuştur, Bunlar, esas olarak sediment içindeki gözenek sulan, sediment ile deniz suyu ara yüzeyindeki sular ve su sütunun çeşitli seviyelerinde gerçekleştirilen su kimyası çalışmalarıyla başarılmıştır. Bu süreç, sediment içindeki biyokimyasal tepkimelerle ortam koşullarındaki değişimleri ve ilişkili sediment deniz suyu etkileşimini, denizel ortamda metal iyonları bakımından kimyasal statifikasyon koşullarının açıklanmasını içermektedir. Hiç kuşkusuz günümüz ve geçmiş eşdeğeri olan karbonatlarda yapılan karbon ve oksijen izotop verileri, biyokimyasal tepkimelerin ve/veya diyajenetik süreçlerinin izlenmesini kolaylaştırmıştır.

Sonuçta manganez yatakları üzerine yeni sınıflamalar yapılmış, "eksalatif sedimentler" veya "Nikopol tipi" gibi isimlendirmelerin yerini daha ayrıntılı ve kökene yönelik tanımlar almıştır (Tablo, 1), Türkiye'nin jeolojik zenginliğinin bir sonucu olarak çok farklı türde manganez yatakları oluşmuştur, Bu yatakların yeni görüşlerin ışığında yeniden gözden geçirilmesi ekonomik jeolojiye olduğu kadar bölgesel jeolojik problemlerin çözümüne de katalar sağlayacaktır. Bu çalışma ise, çe-

şitli saha gözlemleri ile yayınlanmış ve yayınlanmamış diğer verilerin ışığında Türkiye manganez yataklarının tiplerini ve oluşum koşullarını irdelemektedir,

TÜRKİYE'DEKİ MANGANEZ YATAKLARININ BÖLGESEL DAĞILIMLARI

Türkiye'nin manganez yatakları: 1. Paleotethis, Karakaya, Neotethis okyanuslarına ait çökeller içinde, 2, Batı Toros'larda pasif kıta kenarı çökellerini temsil eden Mesozoyik yaşlı karbonatların siyah şeyi düzeylerinde; 3. Karadeniz volkanik yay kuşağında; 4. Trakya havzasının Tersiyer çökelleri içinde bulunmaktadır (Şekil. 1)

Söz konusu bu kuşaklardan kayda değer bir üretim demir çelik sektörü için karbonatlar içindeki Ulukent (Denizli) yatağından yapılmaktadır. Bunun dışında iyi kalitede cevher içeren bazı yataklardan da sınırlı üretim olmaktadır, Yüksek rezervler içeren ve geçmiş yıllarda önemli miktarlarda cevher üretimi yapılan Trakya'nın Çatalca ve Binkılıç yataklarından ise talebe bağlı olarak sınırlı üretim devam etmektedir,

1. Epifolyolitik Çökeller İçindeki Manganez Cevherleşmeleri

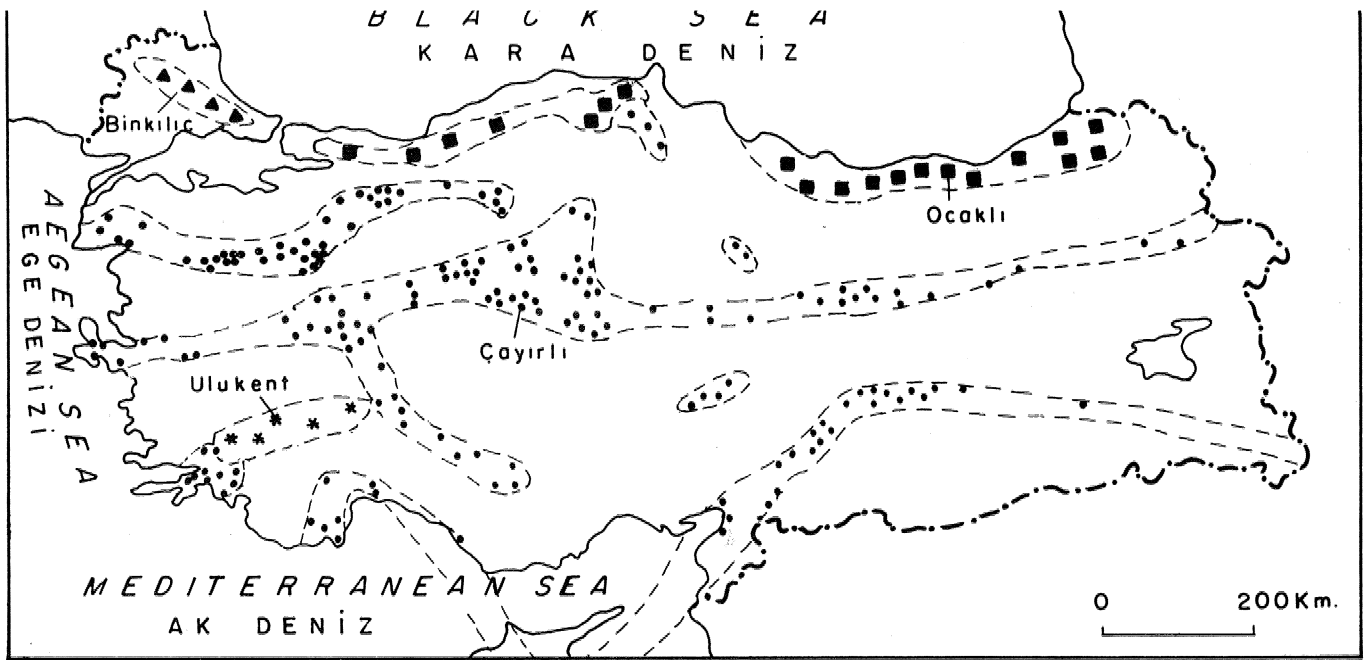
Anadolu'da en yaygın izlenen manganez cevherleşmesi bu türdedir. Yaklaşık D-B uzanımlı orojenik kuşakların ofiyolitik serileriyle ilişkili cevherleşmeler çoğunlukla melanj veya şiddetli deformasyona uğramış çökeller içinde bulunmakta, yanal ve düşey devamlılıkları sınırlı olmaktadır. Yüksek rezervli bir kaç yatak di-

Tablo. 1: Denizel ferromanganez oksit yataklarının oluştuğu ortam, oluşum işlemi ve cevher türü (Hein ve diğ. 1992'den).

	Hidrojenetik	Hidrotermal	Diyajenetik	Hidrojenetik Hidrotermal	Hidrojenetik Diyajenetik
Nodül	abisal düzlükler okyanus platosu deniz dibi dağl. ¹	nadiren su altı kalderaları ve kırık zonları	abisal düzlük okyanus plato su	nadiren su altı kalderaları	abisal düzlükler, okyanus platosu ¹
Kabuk	plaka ortası volkanik yapılar ²	yayıma merkezleri, kırık zonları	—	aktif volkanik yayılma merkezlerinden uzak alanlar, kırık	nadiren abisal düzlükler
Sediment içinde katman ve merccek	nadiren abisal düzlüklerde	aktif volkanik yay, plaka ortası volkanik yapılar, sedimentle örtülü yayılma merkezleri	kıta kenarları ³	—	—
Sivama	plaka ortası volkanik yapılar ⁴ deniz altı dağl.	aktif volkanik yaylar ⁵ , plaka ortası volk. yap. ⁴	volkanik yapılar ⁴	—	plaka ortası volkanik yapılar ⁴

- 1: Çok nadir olarak kıta yamacı, kıta düzlüğü ve sırtlarda
2: Deniz altı dağları, guyot, sırtlar ve platoları içerir.
3: Ferromanganez karbonat merccekleri ve konkresyonları.

- 4: Çoğunlukla kırık ve damar dolgusu, volkanik breş çimentosu
5: Çoğunlukla kumtaşı ve silttaşı çimentosu olarak



Şekil 1: Türkiye'deki manganez yataklarının tipleri

Fig. 2: Types of the manganese mineralizations in Turkey

KAYAÇBİRLİĞİ (ROCK ASSOCIATIONS)

- Çoğunlukla radyolaryali çöürlerle İlişkili cevher.
Chiefly radiolarian chert hosted mineralizations
- * Karbonatların siyah şeyleri içindeki cevherleş, Black shale hosted mineralizations
- Yay volkanizmasma bağıli cevherleşmeler
Volcanic are hosted mineralizations
- A Post tektonik sedimentler içindeki cevherleşmeler
Post tectonic sedimentary hosted mineralizations

İŞLEM (PROCESSES)

- Hidra term al-hidrojenetik
Hydrothermal-hydrogenous
- Diyajenetik - diagenetic
- Hidrotermal - hydrothermal
- diyajenetik - diagenetic

YAŞ (AGE)

- Trias^Jura-Kreatase
Triassic-Jurassic-Cretaceous
- Alt Kretase
Lower Cretaceous
- Üst Kretase
Upper Cretaceous
- Oligosen
Oligocene

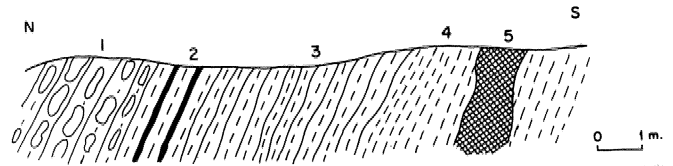
şında genellikle önemsizdirler, Bu tür cevherleşmeler için birinci sorun içinde bulunduğu formasyonlardan kaynaklanan yüksek silistir, Silisyum, ya birlikte bulunduğu radiölaryaya fosillerinden ya da bunların diyajenetik dönüşümleriyle oluşan opal, kalsedonik kuvars şeklinde cevher bünyesinde bulunmaktadır,

Radyolaryali çöürlerle ilişkili yataklar için son yıllarda yapılan çeşitli sınıflamalar kökensele irdelemelere önemli katkılar sağlamıştır. Sınıflamalarda kriter olarak düşük sıcaklıklarda mobilize olamayan ancak sedimanter katkı şeklinde cevher bünyesine giren Ti ve Al değerleri kullanılmıştır. Buradan hareketle evrimleşen hidrotermal çöürlerden bir başka deyişle yüksek oranda sedimanter katkıyla (Örneğin Al kil şeklinde) çökelen yataklar için hidrojenetik tanımı yapılmıştır (Bonatti et al 1972, Crerar et al. 1982, Peters, 1988), Detritik girdiye karşılık Mn, Si, As, Li, Mo, Pb, Zn, Cu, V, Sr elementleri hidrotermal etkinliğin göstergeleri olarak kabul edilmiştir (Bonatti et. al, 1972, Crerar et al. 1982, Roy et al, 1990, Nicholson, 1990, 1992, Choi ve Hariya 1992), Sonuçta tüm bu elementlerin kombinasyonu şeklinde çeşitli disMminat diyagramlar hazırlanmıştır.

Epiöfiyolitik çökeller içindeki yataklar genellikle radyolaryali çöür, silisli şeyi, kiltaş türündeki çökeller içindedir. Bu kuşaklardaki manganez yatakları üzerine yukarıda tanıtılan yeni görüşlerin ışığında ilk çalışma Öygür (1990) tarafından yapılmıştır. Araştırmacı rad-

yolaryah çöürler içinde Çayırli manganez yatağının hidrotermal etkinliğe bağıli olarak oluştuğunu belirtmiştir. Kalınlığı 10 metreye varan ve başlıca pirolusit ve pisolomelandan oluşan cevherleşme killi radiolarit ve kırmızı renkli kiltaşları içinde bulunmaktadır (Şekil, 2), K-G yönlü kompresyon kuvvetlerinin etkisinde kalan yatak genellikle kanaüara doğru incelen senidin yapı kazanmıştır,

Epiöfiyolitik çökeller içinde bulunan hidrotermal cevherleşmelerin okyanus tabanındaki sıcak su çıkışlarıyla ilgili olduğu direk gözlemlerle netlik kazanmıştır.



Şekil2: Çayırli manganez yatağının yan kayaç ilişkisi (Öygür 1990).

Fig. 2: Wall rock relations of the Çayırli Mn deposit (From Öygür, 1990),

- 1: yumrulu radiolarit (nodular radiolarite), 2: bantlı radiolarit (radiolarite with manganese strata), 3: killi radiolarit (clayey radiolarite), 4: marn (marl), 5: manganez daman (manganese vein),

% Mn	SiO ₂	Fe	Al ₂ O ₃	Ti	Ni	Cu	Co	Ba
20.29	63.03	0.83	0.53	0.07	0.007	0.015	0.015	0.07
19.35	74.67	1.03	0.97	0.015	0.007	0.015	0.01	0.07
21.90	60.32	1.47	1.11	0.02	0.007	0.015	0.015	0.15
16.65	67.99	1.10	1.11	0.015	0.007	0.02	0.007	0.03
22.37	59.49	1.08	0.75	0.015	0.007	0.015	0.01	0.07

Tablo, 2 Çayırılı manganez yatağına ait cevherin kimyasal bileşimi (Oygür, 1990)

Table, 2 Chemical composition of the Çayırılı manganese ore (Oygür, 1990)

Bilindiği gibi okyanus ortası sırtlar ve transform faylar gibi kırıklar boyunca derine inen sular kırık hatları boyunca ilerlerken smektitleri oluşturmakta ve eş zamanlı olarak asidik özellik kazanmaktadır (Rona, 1984), Böylece yüksek oranda metal çözme yeteneği kazanan çözeltiler ısınıp yükselimleri sırasında bünyelerine aldıkları metalleri deniz tabanına boşaltmaktadırlar. Bu çözeltiler su sütunu içinde yükselmekte, dip akıntılarıyla dağıtmakta veya çıkış kanallarının civarlarında çökelmektedir. Demirin manganezden ayrılması ise çözeltilerin yüzeye boşalmadan önce ortam pH ve eH sınır hafifçe yükselmesiyle olmaktadır,

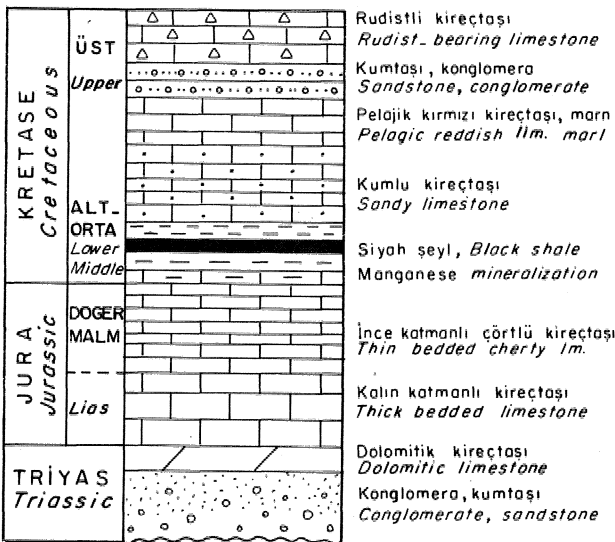
Oygür (1990) e göre deniz suyunda fazla kalmadan ve son derece düşük sedimanter destekle çökelen Çayırılı manganez yatağı Hidrotermal oluşum özelliklerini göstermektedir. Tablo, 2 de Çayırılı manganez cevherinin kimyasal bileşimi görülmektedir.

Benzer şekildeki cevherleşmeler Şekil 1 de görüldüğü gibi diğer epiofiyolitik formasyonlar içinde de yaygındır, Bunlardan Koçali Karmaşığının içinde bulunan İnişdere (Adıyaman) manganez yatağı da Si, Al, Mn, Fe değerleri itibarıyla Çayırılı yatağına benzerdir. Fosil manganez nodülleri de içeren (Öztürk, 1993) bu kuşaklardaki cevherleşmelerin modern okyanusa! alan-

lardaki cevherleşmelerle karşılaştırılması geçmişle günümüz olaylarının test edilebilmesi açısından önemlidir, Koçali Karmaşığının Konak Formasyonu içinde bulunan manganez nodülleri., yapısal, kimyasal ve oluşumu açısından okyanus tabanlardaki diyajenetik türdeki manganez nodüllerine benzemektedir,

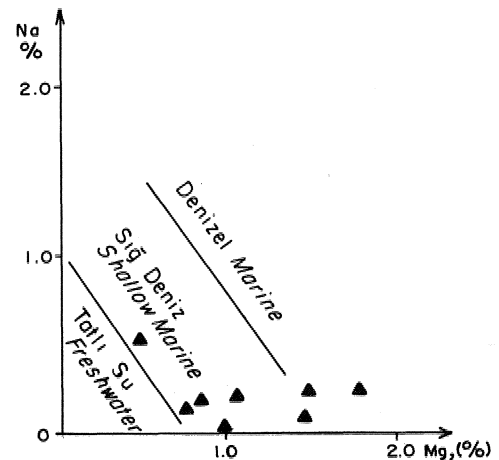
Balıkesir, Eskişehir, Kastamonu civarındaki Karakaya ve Paleotethis ofiyolitlerinin çökelleri içindeki manganez yatakları kısmen metamorfizma izleri göstermektedir. Bu kuşaktaki yataklarda oluşumu görece yüksek sıcaklıklar gerektiren rodonit oluşumları yaygındır,

Son yıllarda manganez yatakları ve nodülleri üzerine okyanus tabanlarında ve karalarda yürütülen çalışmalar kobaltça zengin manganez cevherleşmelerine çevrilmiştir. Okyanus tabanlarından elde edilen bilgiler, kobaltça zengin cevherleşmelerin derinliğin 1000 m civarında olduğu görece sığ alanlarda bulunduğunu göstermiştir (Hein et al. 1992), % 1 civarında kobalt değerine sahip bu oluşukların Anadolu'daki epiofiyolitik çökeltiler içinde bulunması mümkündür, Bu bağlamda bu kuşaklardaki manganez cevherleşmelerinin bu yönüyle de ele alınıp incelenmesi önem arz etmektedir. Kobaltça zengin manganez cevherleşmesi için ise todorokit minerali is sürücü olarak kullanılmalıdır.



Şekil 3- Ulukent manganez yatağının stratigrafik konumu (Kuşçu ve Gedikoğlu, 1989),

Figure. 3- Stratigraphic positions of the Ulukent manganese deposits (From Kuşçu and Gedikoğlu, 1989)



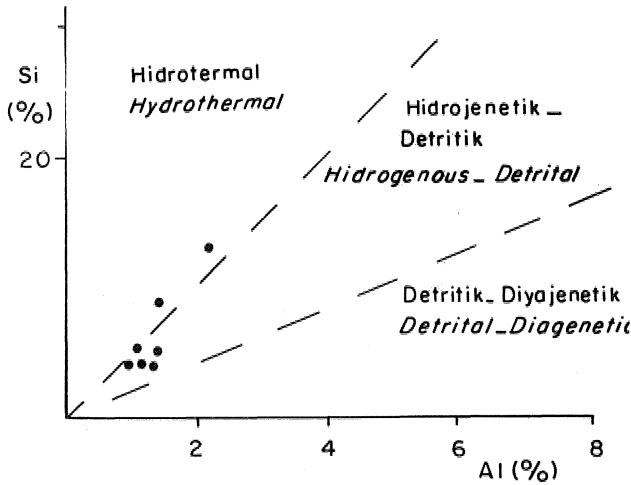
Şek. 4- Ulukent Manganez yatağı cevherine ait Mg-Na diyagramı (Nicholson 1992)

Fig.4- Mg-Na diagram for the Ulukent manganese ore deposit (Nicholson, 1992)

% SiO ₂	Al ₂ O ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	CaO	MgO	Na ₂ O	K ₂ O	P ₂ O ₅	TiO ₂			
8.77	2.12	2.09	75.	1.33	2.73	0.36	0.02	0.12	0.04			
10.20	2.69	3.37	64.1	9.26	3.23	0.04	0.02	0.19	0.06			
7.44	2.14	1.53	78.6	3.74	1.27	0.14	0.02	0.18	0.04			
8.04	2.37	1.76	66.2	10.1	1.34	0.03	0.03	0.23	0.10			
8.95	1.76	1.25	75.4	0.17	0.73	0.72	0.01	0.09	0.01			
22.34	2.34	6.10	52.9	1.43	2.63	0.02	0.13	0.31	0.12			
30.11	4.04	9.92	34.3	2.32	2.05	0.35	0.17	0.16	0.34			
ppm												
	Cu	Ni	Co	Pb	Zn	Ba	Sr	Rb	P	Sb	As	S
	56	10	13	65	70	427	135	7	-	1.5	1	420

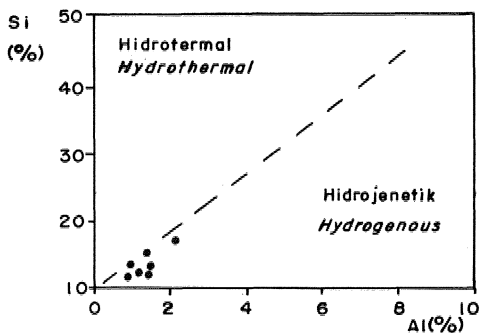
Tablo 3 Ulukent manganez cevherinin major oksit ve iz element (yedi örnek ort.) değerleri

Table 3 Major oxide and trace element values (averages of 7 samp.) of the Ulukent manganese ore deposit,



Şekil 5- Ulukent manganez cevherine ait Si-Al diyagramı (Cerar ve diğ., 1982)

Figure 5- Si-Al diagram for the Ulukent manganese ore (Cerar et al. 1982)



Şekil 6- Ulukent manganez cevherine ait Si-Al diyagramı (Peters, 1988)

Figure 6- Si-Al diagram for the Ulukent manganese ore (Peters, 1988)

2, Siyah Şeyllere Bağlı Manganez Cevherleşmeleri

Karbonatlar ve bunların siyah şeylleri içinde bulunan yataklar Batı Toroslarda Denizli ile Muğla arasındaki Mesozoik karbonat istifinde yer alır, Cevherleşme, kesiksiz Mesozoik istifinin Alt Kretase formasyonları içindedir, Bu cevherleşmelerden en önemlisi Ulukent manganez yatağı olup güney alanlarında da benzer türde cevherleşmeler bulunmaktadır.

Cevherleşme, kireçtaşlanın içinde ara seviye olarak bulunan organik maddece zengin, pirit içerikli, yapraklanmalı siyah şeyller arasındadır (Şekil, 3), Siyah şeyi düzeyi yanal ve düşey yönde düzensiz kalınlık gösterir ve maksimum kalınlığı 42 m ye ulaşır (Kuşçu ve Gedikoğlu, 1989). Cevher mineralleri, rodokrosit, manganokalsit, hausmanit, braunit, rodonit, tefroit, yakopsit, pirolusit, kriptomelan, manganit ve pisilomelandan gang mineralleri ise kalsit, dolomit, kuvars ve kloritten oluşmaktadır (Kuşçu ve Gediklioğlu, 1989). Bu araştırmacılar yatakta Spekulant, hematit ve limonitten oluşma oksidik demir minerallerinin de varlığını saptamışlar ve cevher kimyası üzerine ayrıntılı jeokimyasal çalışmalar yapmışlardır. Kuşçu ve Gediklioğlu (1989) na göre, Ulukent ve güneyindeki manganez yatakları volkanik etkinliğin beraberliğinde sedimanter süreçlerle çökelmiştir ve kimyasal birleşim ve iz elementler açısından dünyanın belli tip yataklarına benzemektedir,

Bu tipteki yatakların oluşumu, son yıllarda özellikle cevherli zon içinde bulunan karbonatlarda yapılan ¹³C ve ¹⁸O izotop verileriyle aydınlatılmaya çalışılmıştır. Bu tür yataklar siyah şeyllere bağlı yataklar olarak ayrı bir tip olarak sınıflandırılmış olup, çeşitli alt oluşum tiplerine de ayrılmıştır (Okita, 1988, Delian et al. 1992), Bu tip yatakların oluşumu için önerilen modellerde (Okita, 1988, 199, Delian et al, 1990, Roy 1992) cevherleşme aşağıdaki işlemlerle oluşmaktadır,

1, Organik maddece zengin sedimantasyon koşullarının oluşması, Bu, fazla yağışlı Mimle ilişkili hızlı vejetasyon gelişimi ve denizel ortama yüksek ömünde or-

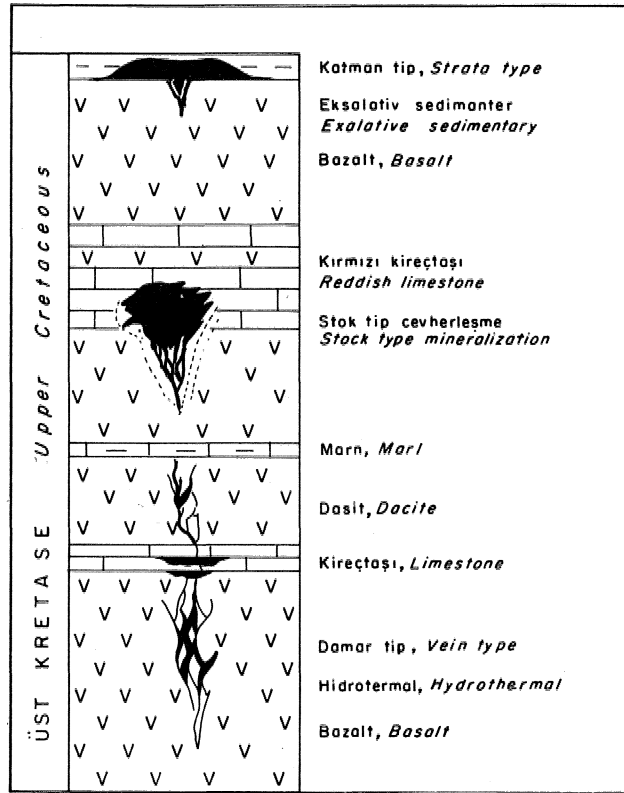
ganik madde girişyle mümkün olur,

2, Vejetasyon gelişimi ve yüksek yağış derine inen laterasyonu, bitki köklerinin oluşturduğu asitler ise yüksek oranda Mn ve Fe gibi elementlerin havzaya taşmasını sağlar.

3, Denizel ortama taşınan organik karbon ortamın oksijenini kullanarak CO₂ ve HCO₃⁻ e dönüşür, Devam eden oksijen tüketimiyle anoksik ya indirgen, ortamdaki organik maddelerin parçalanmasıyla oluşan organik asitler de asidik koşulları oluşturur. Asidik indirgen ortam koşulları Mn⁺² gibi metal iyonlarının çözeltide kalmasını ve ortamda derişmesini olanaklı kılar.

4, Ortamdaki Mn, HCO₃⁻ ile birleşerek MnCO₃ ü oluşturur. Erken diyajenetik reaksiyonlarla sağlanan MnCO₃ oluşumu özellikle regresyon döneminde oksik düzeyin daha alt seviyelere inmesiyle MnO₂ ye oksitlenir.

Siyah şeyllerce zengin ve metal iyonlanınca stratifiye ortamlarda (örneğin Kara Deniz ve Azak Denizi) benzer diyajenetik süreçlerle MnCO₃ oluşumu saptanmıştır (Brewer and Spencer 1974, Roy 1992). Dünyadaki bu tür cevherleşmeler ¹²C izotop değerleri bakımından yüksek, ¹³C izotopu olarak düşük değerler vermiştir (Okita et al. 1988).



Şekil 7- Üst Kretase volkanotortulları içindeki Mn cevherleşmeleri (Gedikoğlu ve diğ., 1985)

Figure 7- Mn mineralizations in the volcanosedimentary succession of Upper Cretaceous (From Gedikoğlu et al, 1985)

İzotop verileri olmamakla birlikte yan kaya ilişkileri, piritli ve organik maddece zengin siyah şeyller içinde yer alan Ulukent manganez yatağı erken diyajenetik evrede açıklanan mekanizmayla oluşmuş olmalıdır, MnCO₃ ve FeS₂ oluşumunun eH ve pH değerlerinin birbirine çok yakın olması nedeniyle manganez cevherleşmesi yüksek demir içerikli olarak çökelmiştir. Sülfürlü demir mineralleri daha sonra hematite ve limonite oksitlenmişlerdir, Cevherli düzeyin üzerine gelen kırıntılı karbonatlar cevher cökeltiminin esas olarak regresyon döneminde olduğunu göstermektedir,

Tablo, 3 de Ulukent manganez cevherinin kimyasal bileşimi görülmektedir, Ulukent ve güneyindeki manganez cevherleşmeleri, yan yana ilişkileri, kimyasal ve mineralojik özellikleri açısından Çin deki Xiangta, Zungü, Ganyan yataklarına (Delian et al. 1992) benzerlikler gösterir,

Hidrotermal yataklar için tanıtman özelliklerinden olan Mn-As element çiftinin (Nicholson 1992) bu yatakta gözlenmemesi ve As değerinin ortalama 1 ppm gibi son derece düşük olması Ulukent manganez yatağının oluşumunda hidrotermal etkinin olmadığını göstermektedir, Yine hidrotermal etkinliğin göstergelerinden olan Cu, Pb ve As elementlerinin (Nicholson 1990) Mn ile negatif korelasyon göstermesi de (Kuşçu ve Gediklioğlu 1989) aynı yaklaşımı desteklemektedir.

Şekil 5 de yatağın ortamsal analizi (Nicholson, 1992), Şekil 6 ve 7 de ise Si*ye karşı Al değerlerinin konumu görülmektedir, Şekil 5 deki Mg ye karşı Na diyagramı cevher çökeliminin sağ denizel ortamda oluştuğunu göstermektedir, Şekil. 6 ve özellikle Şekil 7 cevherleşmede hidrotermal etkinin olmadığını göstermektedir,

Ulukent manganez yatağı Crerar et al (1982) diyagramında hidrojenetik detritik, Peters (1988) diyagramında ise hidrojenetik oluşumu göstermektedir. Ancak, diyajenetik tür manganez yataklarının bu tür tektonik ortamlarda oluşmadığı da bir gerçektir, Bu tür yatakların diyajenetik oluşumlu olduğu konusunda tam bir görüş birliği bulunmakla birlikte diyajenetik türdeki manganez cevherleşmeleri için henüz tanıtman diyagramları denenmemiştir. Crerar et al. (1982) ise diyajenetik kavramını bugünkü anlayışta kullanmamıştır.

3* Karadeniz Yay Volkanizmasına Bağlı Manganez Yatakları

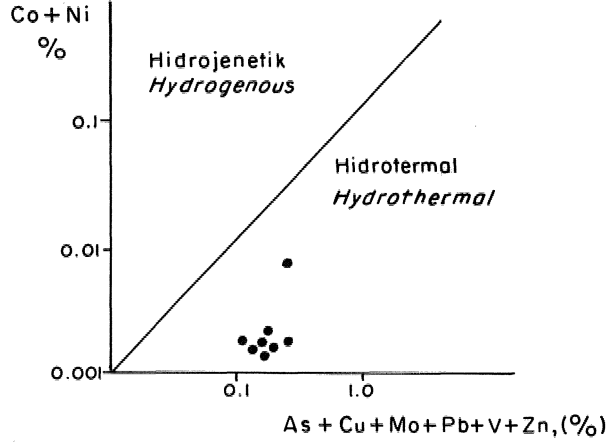
Pontid yay volkanizmasıyla ilişkili yataklar Karadeniz kıyı şeridi boyunca yaygındır, Bu kuşaktaki manganez cevherleşmeleri Üst Kretase yaşlı volkantortulların çeşitli düzeylerindedir. Başlıca bazaltik ve andezitik volkanitlerin içinde, volkanitlerle ardalanmış marn ve kireçtaşı kontaklarında ve kırmızı kireçtaşı içinde bulunurlar (Şekil, 8),

Bu kuşaktaki önemli cevherleşmeler, Güce, Ocaklı, Ebuheşin, Çiftiiksanea, Borçka yataklarıdır. Cevherleşmeler hidrotermal kökenli çözeltiler tarafından dolgu, metasomatoz ve sedimanter prosesle çökelmişlerdir. Bu yataklarda en ayrıntılı inceleme Gedikoğlu ve diğ, (1985) tarafından esas olarak Ocaklı yatağı üzerine olmuştur.

Mn	54.62	44.15	50.26	53.21	53.55	46.36	50.43	53.25
Si	3.37	10.33	0.77	4.16	3.41	2.90	7.67	5.77
Fe %	0.29	1.10	2.13	1.38	0.42	0.26	1.68	0.37
Ca	2.41	3.34	6.40	2.83	2.46	10.03	0.85	1.84
P	0.04	0.02	0.17	0.06	0.06	0.34	0.01	0.03
Ba	1160	3600	700	2340	3390	5535	985	923
As	2488	2012	1254	1165	3535	2598	2431	923
Sb	602	408	437	423	587	318	177	294
Cu	56	218	36	179	97	19	16	29
Zn ppm	27	60	22	53	41	15	15	12
Pb	21	63	25	28	18	25	2	2
Co	27	19	21	18	37	10	16	6
Ni	11	13	8	17	7	91	11	24

Tablo. 4- Ocaklı manganez yatağı cevherinin kimyasal bileşimi (Gedikoğlu ve diğ., 1985'den)

Table. 4- Chemical composition of the Ocaklı manganese ore deposit (from Gedikoğlu et al., 1985)



Şekil 8 Ocaklı manganez yatağı cevherinin Co-Ni/As-Cu-Mo-Pb-V-Zn (Nicholson, 1990) diyagramı

Figure 8 Co-Ni/As-Cu-Mo-Pb-V-Zn diagram for the Ocaklı manganese deposit (Nicholson, 1990)

Bölgenin jeolojik çatısını oluşturan Üst Kretase yaşlı volkanotortul seri bimodal yay içi rift volkanizmasının lav ve piroklastiklerle sığ denizel ortama özgü kireçtaşı, marn, kumlası gibi sedümentlerin ardalanması şeklindedir. Volkanitler başlıca andezit, bazalt ve da-sitlerin lav ve patlama ürünlerinden oluşur.

Bu kuşakta diyajenetik tür veya katkıyla manganez yataklarının gelişmemesinin nedeni volkanotortul serinin esas olarak volkanik ürünlerden oluşmasıdır. Sedimentlerin sadece ince ara düzeyler şeklinde bulunduğu ortamlarda sediment deniz suyu etkileşimi ve ilişkili diyajenetik tür cevherleşmelerin gelişimi de son derece sınırlı olmaktadır. Hidrotermal eksalasyonlarla oluşmuş katman yapıları cevherleşmeler de ise kısmen de olsa hidrojenetik bir katkı olabilir. Ancak, yaygın volkanik faaliyetin olduğu aktif ortam, deniz suyunda uzun bir süreç ve oldukça düşük sedimentasyon koşulları gerektiren hidrojenetik etkinin de sınırlı olmasını gerekti-

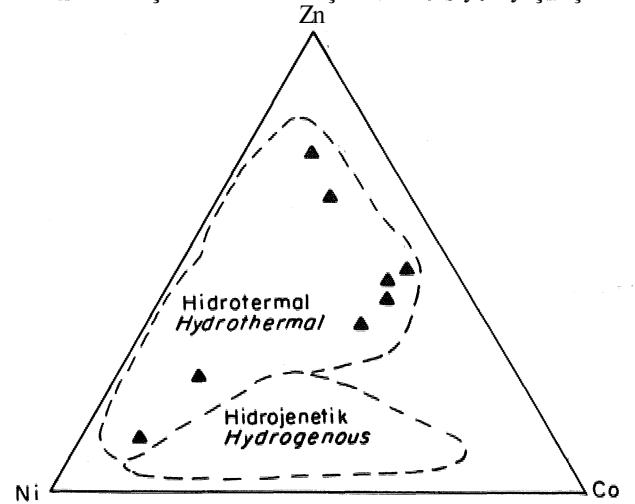
recektir. Sonuç olarak yay kuşağına ait ortamlar tektonik konum itibarıyla hidrotermal kökenli manganez cevherleşmelerini olanaklı kılmaktadır.

Tablo, 4 deki Ocaklı manganez cevherinin kimyasal bileşimi, hidrotermal etkinliği yansıtan, özellikle As, Zn, Sb elementleri bakımından yüksek değerlere sahiptir.

Yine daha önce belirtildiği gibi hidrotermal yataklar için Mn-As birlikteliği bu yataklarda iyi gözlenmektedir. Cevher bileşimi, Co=Ni/As-Cu-Mo-Pb-V-Zn diyagramı (Şekil 8) ile Zn-Ni-Co üçgen diyagramında (Şekil 9) açık olarak hidrotermal alana düşmektedir,

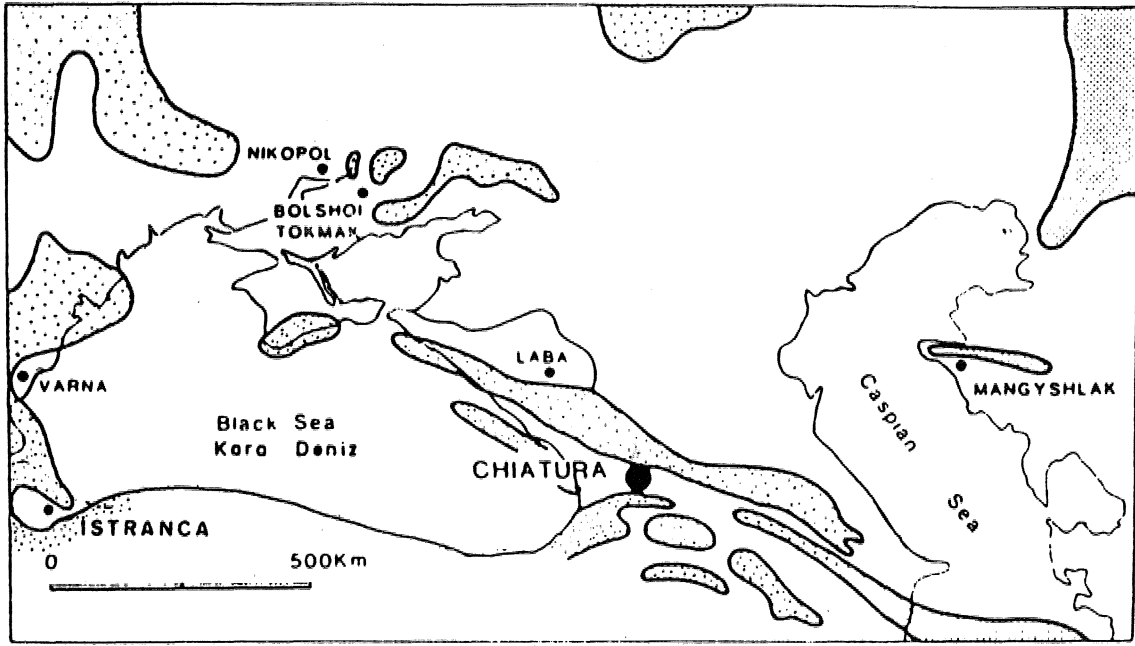
4. Trakya Havzasındaki Manganez Yatakları

Türkiye manganez yatakları arasında önemli bir yeri olan bu kuşaktaki cevherleşmeler Tersiyer yaşlı çökel



Şekil. 9- Ocaklı manganez cevherinin Zn-Ni-Co (Choi ve Hariya, 1992) diyagramı

Figure 9- Zn-Ni-Co diagram (Choi and Hariya, 1992) for the Ocaklı manganese ore



Şekil 10- Istranca ve diğer önemli Oligosen manganez yatakları ile Oligosendeki eski sahil çizgisinin konumu (kalın ve sürekli çizgi) (Bolton ve Frakes, 1985'den değiştirilerek)

Figure 10-Map showing location of Istranca and other large Oligocene manganese deposits in relation to paleoshorelines at the time of manganese deposition (thick, solid line) (After Bolton and Frakes, 1985)

formasyonlar içindedir. Yaşı, cevher yapısı, yan kaya ilişkileri ve oluşumu açısından Karadenizi çevreleyen Chiatura, Nikopol, Varna, Laba yataklarıyla önemli benzerlikler gösterir (Şekil 10).

Trakya havzasındaki Çataca, Binküç, Vize yatakları kabaca D-B uzanımlıdır ve belli bir stratigrafik düzeyi takip ederler. Bunlardan en önemlisi Binkılıç (Istranca) yatağıdır, Geçmiş yıllarda önemli miktarda manganez üretimi ve ihracatı yapılan bu yataklar günümüzde kapanma noktasına gelmiştir, Hala önemli rezervleri içeren yataklardaki bu durumun nedeni dışarı açılan doğu bloğundaki yüksek miktarda ve ucuz manganez üretimidir,

Trakya havzasında manganez silikatları da içeren gnays ve şistler ile bunları kesen farklı yaşta granitler faistalen temeli oluşturmaktadır, Bu temel üzerindeki Eosen serileri transgresyonla başlayan ve regresyonla sona eren lonntılı karbonatlardan oluşmaktadır, Eosenin üzerine hafif bir diskordansia Oligosenin Rupeliyen katını (Bora, 1969) karakterize eden Congeriyalı kireçtaşları çökelmiştir. Congeriyalı kireçtaşları üzerine balık fosilli, çamur çatlaklı, çok ince laminalı, jips yumrulu ve organik maddece zengin kiltaş-çamurtaş-marndan oluşma, önceki araştırmacılarca karton (balıklı seri) olarak tanımlanan oluşuklar gelmektedir, Mangenez cevherleşmesi ise congeriyalı seri ile karton (balıklı) seri arasında bulunmaktadır, Transgresif congeriyalı seri ve regresif Balıklı serinin yaşı üzerine önceki araştırmacılar tarafından farklı görüşler ileri sürülmüştür. Akartuna (1953), tarafından Miyosenin Ponsiyen ve Ülkümen (1946) tarafından Miyosenin Sarmasiyen katma dahil edilen Congeryah ve BalıMı seriyeye Sönmez ve Gökçen (1964), Bora (1969) Oligosen Rupeliyen yaşını vermiştir, Gerek cevherleşme, gerekse ortamsal özellikleri itibarıyla Karadeniz çevresindeki diğer Oligosen yaşlı formasyonlarla önemli benzerlikler gösteren Balıklı serinin de Oligosen yaşlı olması

kuvvetle muhtemeldir. Yaklaşık 60 m kalınlığındaki karton serinin üst düzeyleri regresif koşullar yansıtan çakıllı kumlu kırıntılara geçmektedir. Oligosen üstünde zayıf tutturulmuş Miyosene ait çakıl, kum, çamurdan oluşma sedimentler bulunmaktadır,

Balıklı serinin içindeki manganez cevherleşmesinin tabanında sarımsı renklere limonitleşmiş kumlu kırıntılılar yersel olarak gözlenmektedir. Bunun üzerinde gri renkli çamur matriks içinde kil topaklı ve römaniye Congeriyalı fosilli bir düzey gelir.

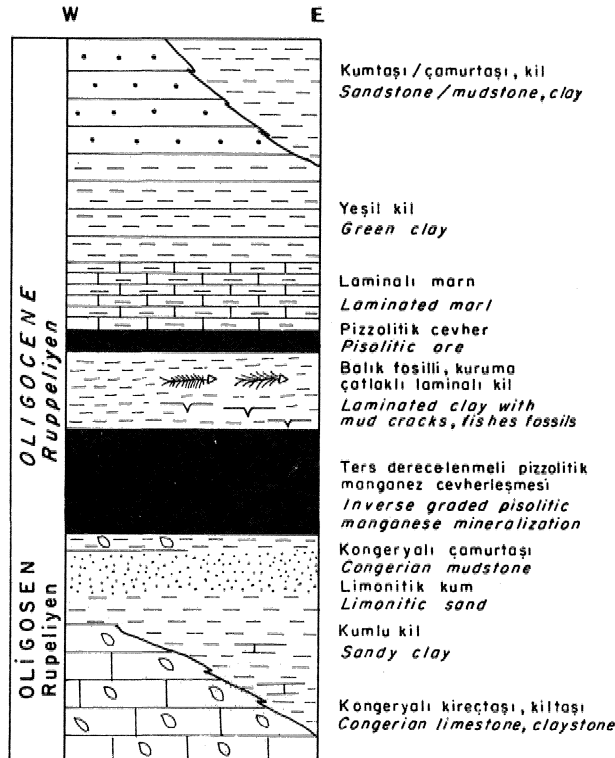
Manganez bulaşıklı olarak izlenen bu düzeyin üzerine yine organik maddece zengin gri renkli çamurlar ve bunların içinde de düzenli katmanlar şeklinde, 25 cm kalınlığa erişen iyi kalitede manganez cevherleşmeleri bulunur. Toplam 1 m çivanda kalınlığa sahip manganez cevherli zondaki bu tür iyi kaliteli düzeyler maksimum 40 cm kadardır. Bu düzeyler oolitic yapıda olmakla birlikte oolitler erime boşluklu ve geç diyajenetik replasmanla değişime uğramış olarak izlenir, Sert, piro-lusitten oluşma» ikincil kuvarsların özellikle oolit erime boşluklarında geliştiği Mn ce zengin düzeyler üste doğru pisöliük karakterli, zayıf dereceli, organik maddece zengin, yumuşak cevherleşmelere geçmektedir, Üst düzeylerdeki pizolitler 4 cm boyutlarına erişmekte istifsel olarak alttan üste doğru irileşmektedir, İn ve yumuşak pisolitik cevherin üzerine gri yeşil laminalı kiltaşları gelmektedir, Kiltaşları üzerine 10-15 cm kalınlığında, 4 cm ye varan manganez pizolitlerinden oluşma ikinci bir seviye bulunur. Bu düzey üzerine ise krem renkli laminalı marnlar çökelmiştir (Şekil 11), Marnlar üzerinde kumlu çakıllı düzeyler bulunur,

Cevherleşmenin tabanındaki Congeriyalı kireçtaşları batı yöpünde daha belirginleşmektedir. Örneğin doğuda, Çatalca Inceğiz köyü civarındaki yatakları tabanında belirsiz, bazen tamamen kaybolan Congeriyalı kireçtaşları, batıda Binkılıç çivanda daha kalın ve düzenlidir. Yine doğu kesimde balıklı seri daha belirgin,

daha bol fosili, iken doğu kesimde belirsiz, balık fosillerince kit ve daha iri tanelidir. Cevherleşme ise batıya doğru belirgin şekilde iyileşmektedir. Bu kuşaktaki manganez cevheri ortalama % 30 Mn, % 1,5 Fe, % 6 SiO₂ içermektedir,

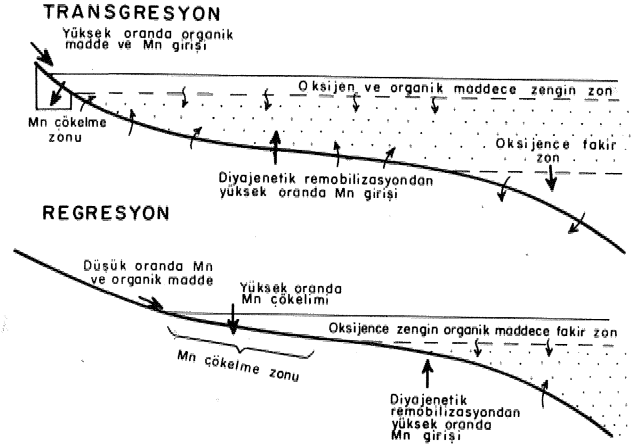
Karadeniz çevresindeki Oligosen yaşlı manganez yataklarının oluşumu üzerine Cannon ve Force (1983), Frakes ve Bolton (1984) tarafından "transgresyon regresyon salınımlarına bağlı cevherleşme" modeli önerilmiştir. Bu modelde transgresyon cevherleşme için ön koşullar, bir anlamda hazırlık safhasını oluşturmaktadır. Cevher çökelişi ise regresyon döneminde olmaktadır. Şekil 12 de cevherleşme işlemleri görülmektedir. Bu model yaşlı kıtanlardaki Proterozoik yaşlı ve oldukça yüksek rezervler içeren bantlı demir ve manganez yatakları için de önerilmiştir (Frakes and Bolton, 1984, Schissel and Aro, 1992),

Bu tür cevherleşmelerin regresyon döneminde oluştuğuna veri olarak cevherleşmenin içinde bulunduğu istifin sedimantolojik yapısı ve özellikle manganez yumrulanındaki ters derecelenme gösterilmiştir, (Frakes and Bolton 1984, Bolton and Frakes 1985), Manganez nodüllerinin alttan üste doğru irileşmesi önce Kretase yaşlı Grote Eylandt yatağında (Avustralya) daha sonra ise Oligosen yaşlı Chiatuara yatağında saptanmıştır. Nodul boyutuna pozitif yönde etki eden ortamdaki enerji ve/veya oksijen miktarı göz önüne alınırsa, iri nodüller sahil kenarında daha küçükleri ise dalga enerjisinin düştüğü derinliklerde oluşacaktır. Regresyonla kıyının



Şekil 11- Çatalca (Binkılıç) bölgesindeki stratigrafik istif

Figure, 11- Stratigraphic column of the rock sequences in the Çatalca (Binkılıç) district



Şekil 12- Transgresyon döneminde suda oksijen tüketimi ve ortamda çözülmüş manganezin artışı, regresyon döneminde diyajenetik remobilizasyon ve oksidasyon zonunda Mn çökelişi (Frakes ve Bolton 1992 den),

Figure 12-Oxygen depletion and dissolved Mn enrichment in the basin during marine transgression, diagenetic remobilization and precipitation of Mn in the oxidizing zones during marine regression (From Frakes and Bolton, 1992)

denize doğru ilerlemesiyle küçük boyutlu nodüllerin üzerine daha iri boyutlular çökelecekar,

Ters derecelenmeli nodüllerden başka demir ile manganın stratigrafik dizilimi de transgresyon regresyon dönemine ilişkin önemli bilgiler vermektedir. Denizde derine, bir başka ifadeyle yüksek oksitlenme ortamından düşük oksitlenme ortamına doğru sırasıyla Mn₂O₃, Mn(Ca)CO₃, Fe₂O₃, Fe(Ca)CO₃ şeklinde bir çökelim gerçekleşmektedir. Bu dizilimin kimyasal stratigrafisi açısından anlamı, demir üzerine çökelen manganez cevherleşmesi regresif, tersine Mn üzerine çökelen Fe yatağı iransgresif koşullarının ürünü olmaktadır. Bu ilişki G. Afrika, Brezilya, Hindistan'da birlikte bulunan demir ve manganez cevherleşmeleri için ayrıntılı olarak tartışılmıştır (Schissel and Aro, 1992),

Hem ters derecelenmeli mangan oksit pizolitleri, hem de tabanında limonitik düzeyleri bulunan Trakya havzasındaki manganez yatakları deniz çekilmesi ürünüdür. Havzanın sığlaşması ve oksijence zengin ortam koşullarına ulaşılmasıyla suda yüksek oranda bulunan Mn iyonları diyajenetik remobilizasyondan sağlanan katılımla birlikte çökelmiştir. Havzaya taşman manganez iyonlarının kaynağı yüksek background değerli temeldeki metamorfik kayalar olmalıdır.

Manganezin çökmesine sebebiyet veren regresyon ve ilişkili paleoekolojik koşullardaki ani değişim, ortamdaki faunal yokoluşu da beraberinde getirmiştir, Chiatuara yatağı civarındaki balık ve su memelilerince zengin Maikop Black shale fasiyesi Trakya Havzasındaki Balıklı seriyeye oldukça benzemektedir, Paratethis kıyıları etkileyen ortamsal değişiklikler hem faunal yoko-

luşu, hem de bununla ilişkili manganez çökelimini sonuçlamıştır. Ancak Oligosen'deki bu ani paleoekolojik ortam değişikliğinin zaman ve mekan içindeki gelişimi ise henüz aydınlığa tam olarak kavuşmuş değildir.

Katkı Belirtme

Yazar bu makaleyi hazırlanması konusunda teşviklerinden ve katılımlarından dolayı Prof. Dr. Önder Öztunalı'ya, Dr. James Hein'e, Prof. Larry Frakes'e teşekkür borçludur.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Akartuna» M., 1953 Çatalca - Karaeaköy bölgesinin jeolojisi: İstanbul Univ., Fen Fak. Monog., sayı 3.
- Bolton, B.R., and Frakes, A.P.» 1985, Geology and genesis of manganese oolite, Chiatara, Georgia, USSR: Geol. Soc. America Bull, ve, 96, p. 1398-1406.
- Bolton» B.R., Frakes, L.A.* and Cook I R., 1988, Petrography and origin of inversely graded manganese pisolite from Groote Eylandt, Australia: Ore Geology Rev., v. 4, p. 47-69,
- Bonatti, E., Kraemer, T., and Raydell, H., 1972, Classification and genesis of submarine iron-manganese deposit, in Horn, D., ed., Natl. Sci. Found., p. 149-166,
- Bora, E.» 1969, Binküç Safaalan civarının jeolojisi ve manganez yatakları, İstanbul Univ., Fen Fak, Jeoloji Bölümü (yayınlanmamış), 49 s.
- Brewer, P.G., and Spencer, D.W., 1974, Distribution of some trace elements in the Black Sea and their flux between dissolved and particulate phases: Am. Assoc. Petroleum Geologists Mem. 20» p, 137-143.
- Cannon, W.R. and Force, E.R., 1983, Potential for high-grade shallow-marine manganese deposit in North America, in: Shanks, W.C., ed., Cameron volume on unconventional mineral deposits: New York, Soc. Mining Engineers» Am. - Inst. Mining Metall. Petroleum Engineers, p, 175-189.
- Choi, J.H. and Hariya, Y.» 1992, Geochemistry and depositional Environment of Mn oxide deposits in the Tokoro belt» Northeastern Hokkaido, Japan: Econ. Geol., v. 87, p. 1265-1274.
- Crerar, D.A., Namson, J., Chyi, M.S., Williams» L. and Feigenson» M.D., 1982» Manganiferous cherts of the Franciscan assemblage: L General geology, ancient and modern analogues, and implications for hydrothermal convection at oceanic spreading centers: Econ. Geol. v, 77, p. 519-540,
- Degens, E.T. and Stoffers, P.» 1976, Stratified water as a key to the past: Nature, v. 263, p, 22-27.
- Frakes, L.A., and Bolton, B.R.» 1984, Origin of manganese giants: Sea-level change and anoxic-oxic history: Geology v. 12» p. 83-86,
- Frakes, L. and Bolton, B.» 1992, Effects of ocean chemistry» sea level and climate on the formation of primary sedimentary manganese ore deposits: Econ. Geol. v. 87, p. 1207-1217.
- Koçulu, A., Van, A.» Eyüpoğlu, I.» Yalçınalp, B.» 1985, Doğu Karadeniz cevherleşmelerine bir örnek: Ocaklı (Maçka-Trabzon) manganez zuhuru» Jeoloji Mühendisliği» s. 25, s, 23-37.
- Frakes, L., Schulz, M.S.» Gein, L.M., 1992, Central Pacific cobalt rich ferromanganese crusts: Historical pers-

pective and regional variability, Keating, B.H. and Bolton, B.R., eds Geology and offshore mineral resources of the central Pacific basin, circum-Pacific council for energy and mineral resources. Earth Science series v, 14, New York, Springer Verlag» p. 261-283.

- Kuşçu, M., ve Gedikoglu» A., 1989» Ulukent (Tavas-Denizli) güneyi manganez yataklarının jeokimyasal özellikleri: Yerbilimcinin Sesi, s. 17» s. 29-47,
- Nicholson, K.» 1990, Stratiform manganese mineralization near Inverness, Scotland: a Devonian sublacustrine hot spring deposit: Mineralium Deposita, 25, p. 126-134 L
- Nicholson, K.» 1992, Contrasting mineralogical-geochemical signatures of manganese oxides: Guide to metallogenesis: Econ. Geol. v. 87, p, 1253-1264,
- Okita, P.M., Maynard, I.B., Spiker, E.G. and Force, E.R., 1988» Isotopic evidence for organic matter oxidation by manganese reduction in the formation of stratiform manganese carbonate ore: Geochim. et. Cosmochim. Acta, v, 52» p» 2679-2685
- Okita, P.M., 1992, Manganese carbonate mineralization in the Molongo District, Mexico: Econ. Geol. v. 87, p, 1345-1366.
- Oygiir, V., 1990» Çayırılı (Ankara-Haymana) manganez yataklarının jeolojisi ve kökeni üzerine görüşler, M.T.A. Dergisi» s. 110, S. 29-44.
- Öztürk, R., 1993» Koçali Karmaşığının Konak Formasyonu içindeki manganez nodüllerinin oluşumu» Türkiye Jeoloji Kurumu Bülteni (incelemede),
- Peters, T.» 1988, Geochemistry of manganese bearing cherts associated with Alpine ophiolites and the Hawisina Formations in Oman, Marine Geology» v, 84, p. 339-349. -- w
- Rona, P.A., 1984» Hydrothermal mineralization at sea floor spreading centers: Earth Planet. Sci. Rev., v, 20, p. 1-104
- Roy, S.» Dasgupta, S. Mukhopadhyay» S. and Fukuoka, M., 1990, Atypical ferromanganese nodules from pelagic areas of the central Indian Basin, equatorial Indian Ocean: Marine Geology, v. 92, p, 269-283
- Roy» S. 1992, Environments and Processes of manganese deposition: Econ. Geol. v. 87, p» 1218-1236
- Schissel, D. and Aro, P., 1992, The major early Proterozoic sedimentary iron and manganese deposit and their tectonic setting: Econ. Geol. v, 87» p. 1367-1374.
- Sönmez - Gökçen, N.» 1964, Çatalca (Traita) civarı Neojen'den Congeryalı serinin ostrakotlarla bulunan yeni yaşı hakkında: MTA Enst Dergisi, s. 63.
- Ülkümen» N.» 1960, Traita ve Çanakkale mintıklarında bulunan Neojen balıklı formasyonları hakkında: İstanbul Üniversitesi» Fen Fak, Monog., s. 16, 80 s.