

Hüseyin ÖZTÜRK

İstanbul Üniversitesi, Jeoloji Mühendisliği Bölümü, 34850 İstanbul

Binkılıç manganez yatağında cevher yapısı incelemeleri, (Trakya Havzası, Türkiye)

Cevher yapı ve doku incelemeleri maden yataklarının oluşumlarını belirlemede en temel çalışmalarlardır. Binkılıç manganez yatağında yapılan cevher doku ve yapı çalışmalarından mikritik karbonatların (çoğunlukla spikülit, konjeryalı kireçtaşı, oolitik-pizolitik kireçtaşı) önce Mn karbonata ve sonra manganez oksite dönüştüğü belirlenmiştir. Diyajenetik replasmanla ilişkili cevherleşme modelinin en önemli dayanağı, masif oksit ve karbonatik manganez cevherlerinde çok iyi izlenen sünger spiküllerine ait kalık fosil yapıları olmuştur. Binkılıç manganez yatağı anoksik su kütleleri ile karbonatlar arasında gelişen diyajenetik replasman işlemleriyle oluşmuştur.

Giriş

Alt Oligosen yaşlı Karadeniz Havzası manganez yatakları; doğuda Gürcistan'dan (Chiatura) başlayıp kuzeyde Ukrayna (Nikopol), batıda ise Bulgaristan (Varna) üzerinden Türkiye'ye (Binkılıç) uzanmaktadır (Şek. 1). Bu yataklar; yaşları (Alt Oligosen-Stampian), cevher tipleri (konkresyonel-pizolitik-oolitik yapılı, yüksek dereceli sert ve düşük dereceli yumuşak cevher), cevher mineralleri (psilomelan-pirolusit-manganit-rodokrosit-kutnahorit), cevher kimyaları (yaklaşık % 35 Mn, % 3 Fe, % 0.3 P), yan kayaçları (cevherin üzerinde balık fosilleri içeren, glokonitik-montmorillonitik yeşil killeri), cevher geometrileri (kalınlığı 1 metre civarında ardalanmış düzeyelemler şeklinde) gibi özellikleri açısından birbirlerine benzerlikler göstermektedir. Söz konusu manganez yatakları, karadaki dünya manganez rezervlerinin % 75-80'nini (yaklaşık bir milyar ton Mn cevheri, Varentsov ve Rakhmanov, 1980) oluşturmaktadır. Böylesi sınırlı bir alanda ve özel bir stratigrafik düzeyde bu ölçüde bir element yığılmasının mekanizması ise henüz tam olarak açıklanamamıştır. Bazı araştırmacılar Oligosen manganez cevherleşmesini sığ denizel ortamda redoks kontrolünde sinsedimanter çökelimle ilişkilendirmişlerdir (Varentsov ve Rakhmanov, 1980; Roy, 1981). Yeni bazı çalışma-

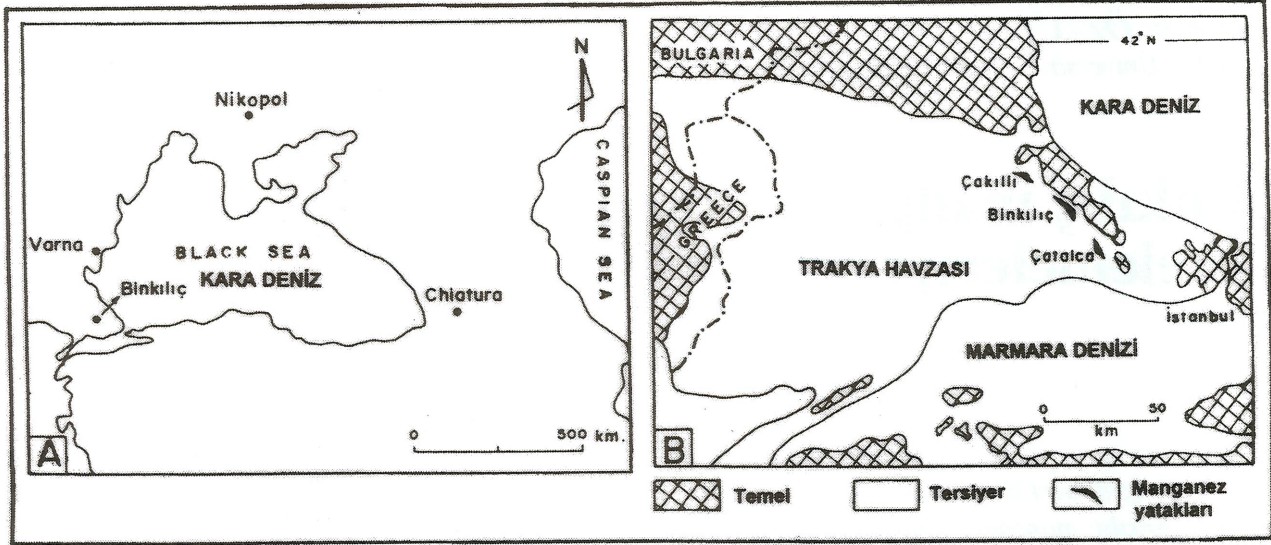
cılar ise havza su seviyesindeki ani değişimlerle ilişkili cevherleşme modeli ileri sürmüşlerdir (Bolton ve Frakes, 1985; Frakes ve Bolton, 1984). Trakya bölgesi manganez yataklarında sondajlı arama çalışmalarını sürdüren Bora (1969)'da benzer şekilde, manganezin deniz suyundan direkt çökelediğini, oolitik-pizolitik-konkresyonel cevher dokularının yüksek dalga enerjisi ile geliştiğini ileri sürmüştür.

Trakya Havzası manganez yatakları ile Nikopol ve Chiatura manganez yatakları arasındaki ilişkilerinin belirlenmesi üzerine özellikle Binkılıç ve Çatalca cevherleşmeleri civarında Öztürk ve Frakes (1994, 1995) tarafından çok yönlü araştırmalar yapılmıştır. Bu çalışmalarda Strasbourg Üniversitesinin desteği ile Bilimsel Araştırmalar Merkezi, Centre de Geochemie de la Surface departmanında cevher ve yan kayaçlardan esas ve eser element, nadir toprak elementleri ile karbonat minerallerinden duraylı izotop analizleri yapılmıştır. Yanısıra, elektron mikroprob ve XRD çalışmaları yanında cevher mineralojisi ve petrolojisine dönük parlatma ve ince kesit incelemeleri de gerçekleştirilmiştir. Tüm bu çalışmalarda oldukça derinlemesine analitik veriler üretilmekle birlikte cevherleşme işleminin anlaşılmasında en kıymetli bilgiler parlatma kesit incelemeleri ve ayrıntılı yapı-doku analizleriyle mümkün olmuştur. Bu makalede, esas olarak ince kesit ve parlatma kesitlere ait petrografik bulgular irdelenecek olası cevherleşme modelini tartışılacaktır.

Cevher tipleri ve petrolojik bulgular

Binkılıç manganez yatağı, konjeryalı kireçtaşı, oolitik kireçtaşı ve monoaxon sünger spiküllerinin oluşturduğu spikülitik karbonat kayaçları ile çökiyi yapraklanma gösteren, montmorillonitik kilaşları arasında yer almaktadır. Yaklaşık 1 metre kalınlığa ulaşan taban cevheri üzerinde killeri ardalanmış iki bazen üç seviye halinde, 10-20 cm. kalınlığında cevher tabakası bulunmaktadır.

Yatakta beş ana cevher tipi vardır. Bunlar; oolitik-pizolitik-konkresyonel dokulu düşük dereceli yumuşak cevher, yüksek dereceli-sert (masif) cevher, karbonatik cevher, demirce zengin konkresyonel yapılı cevher ve infiltrasyon cevheridir. Bu cevher tiplerinden yüksek demir içerikli konkresyonel cevher her zaman en üstte yer almaktadır (Şekil 2). Anılan cevher tipleri ayrıntılı olarak incelenmiş, ince kesit ve parlatma kesit

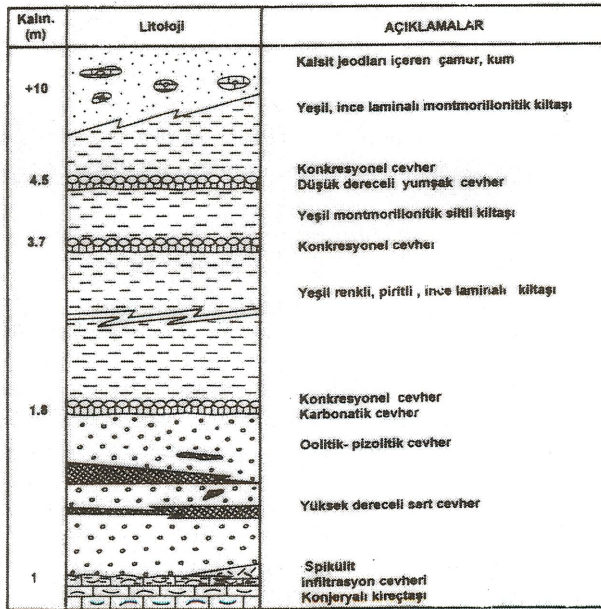


Şekil 1. Karadeniz kıyısındaki önemli Oligosen manganez yatakları (A) ve Trakya Havzası manganez yataklarının genel konumu (B).

çalışmalarında, kalsiyum karbonattan oluşma spikülitik, oolitlik ve konkresyonel materyalin manganez tarafından aşama ornattığı saptanmıştır. Şekil 3'de görüldüğü gibi mikritik hamur içindeki sünger spikülleri (3a) önce rodokrosit ve kutnahorit (3b), bu ise devam eden oksidasyonla manganez oksite (masif cevher) dönüşmektedir (3c). Kristalizasyonun ileri aşamasında ise pirolusitlerde tane büyümesi ve iri kristalli ikiz lamelli polianitlerin gelişmesine rağmen monoaxon sünger spiküllerine ait kalık yapı çok iyi izlenebilmektedir. Masif cevhere ait par-

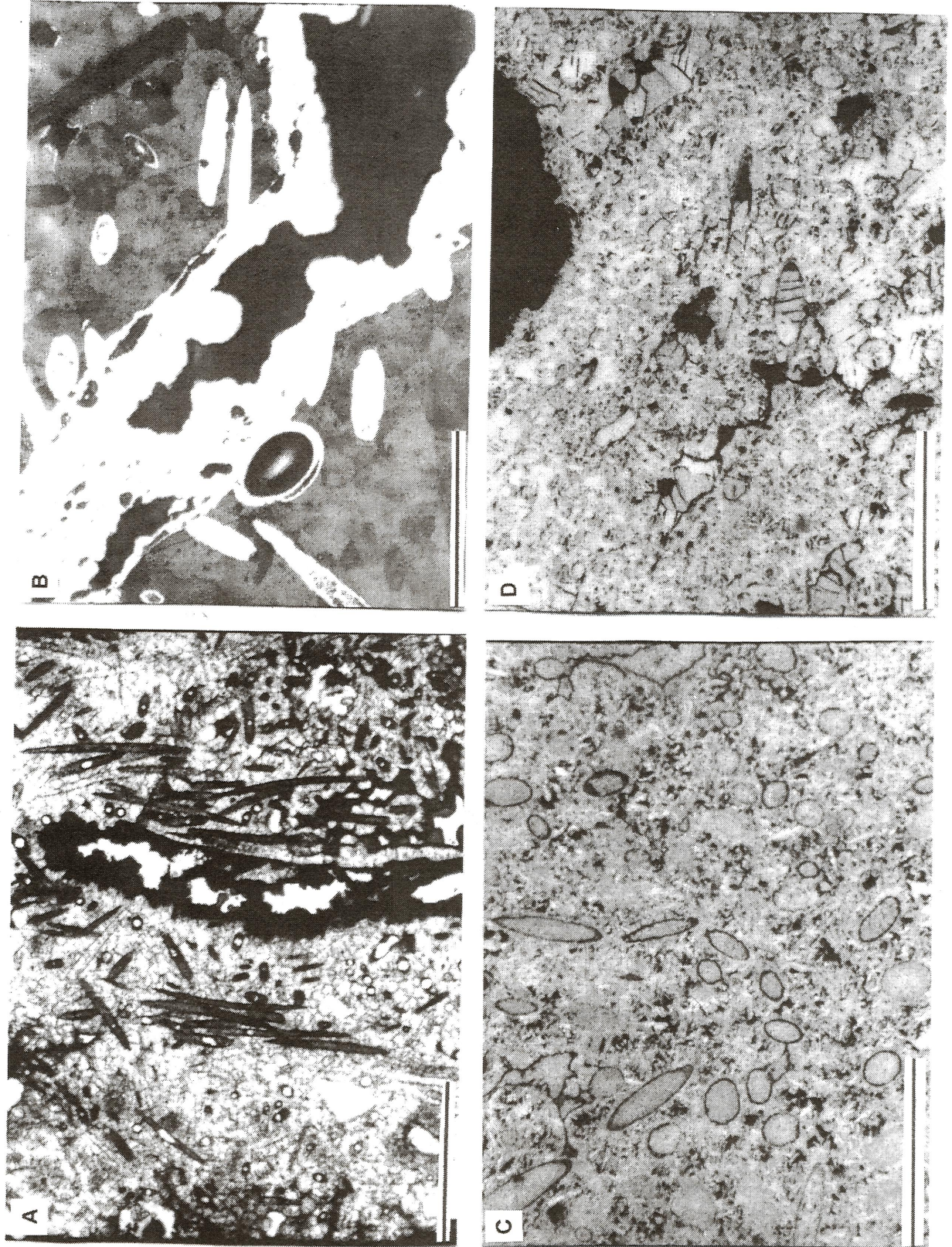
latma kesit incelemelerinde İkiz lamelli polianitler (Şekil 3d) spikül içinde yaygınca izlenir. İnce uzun yapısıyla kırılmaya son derece müsait olan spiküllerde herhangi bir kırılmanın görülmemesi çökelme sırasında ortam enerjinin oldukça düşük olduğuna işaret eder (Şekil 4a, b, c, d).

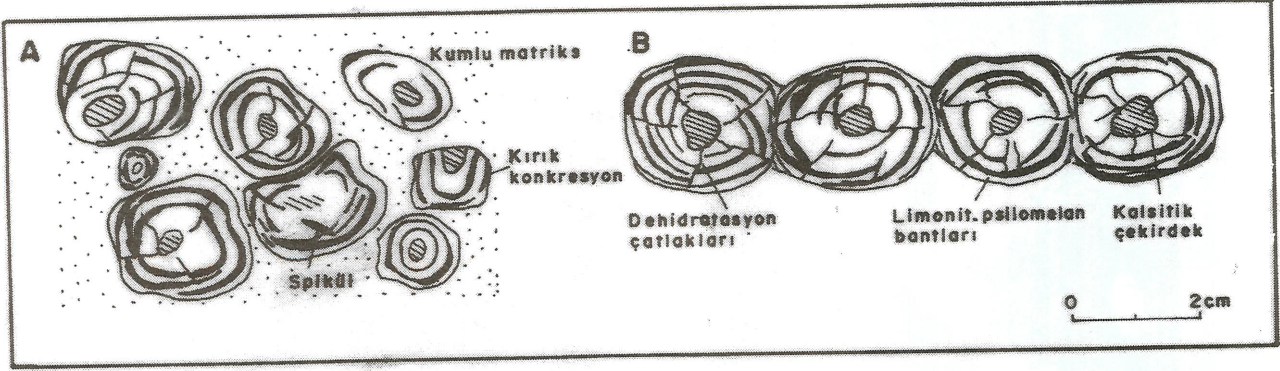
Sonuç olarak kalsitik spikülitte manganez karbonatlara ve masif oksidik cevhere geçişte birincil ana kaya özellikleri-



Şekil 2. Binkiliç manganez yatağının yankayaç ilişkilerini ve cevher tiplerini gösterir basitleştirilmiş stratigrafik kesit.

Şekil 3. Binkiliç manganez cevherleşmesinde erken ve geç diyajenetik ortamı belgeleyen cevher yapıları ile birincil kayaca ait mikrofotografılar. 3a: Cevherin altında ve yanıl geçişli bulunan monoakson tip sünger spiküllerinin oluşturduğu (spikülit) kalsitik kayacın ince kesit fotoğrafı. Fotoğrafta karbonat erimeleriyle oluşan boşluklarda dolgu ve replasman yerleşimli manganez karbonatları (siyah). Köşeli kuvars kırıntıları ile ortamdaki silisyum hareketlenmesini gösteren kalsedonik kuvars dolgulanmaları (siyah alanın ortasındaki beyazlıklar). 3b: Karbonatik manganez cevherinden çekilen fotoğrafta pirolusit ve kutnahorit parajenezisi. Parajenezde, beyaz pirolusitlerden oluşan spiküllerin bazal kesitleri elipsoidal ve yuvarlak şekiller vermekte, boyuna kesitleri ince uzun çubuksu yapıda izlenmektedir. Siyah alan kuvarsları, gri alan ise Mn-kalsitleri ve kutnahoritleri ((Mn, Ca) CO₃) göstermektedir. 3c: Masif-yüksek dereceli cevherde monoaxon tip sipiküllere ait kalık yapıların yansıyan ışıktaki görünümü. Cevher örneği mikroskobik boyuttaki pirolusitlerden ve % 30 civarına varan manganezlerden oluşmaktadır. Masif cevher yaklaşık % 70 MnO içermektedir. 3d: Masif cevherde yeniden kristallenmelere ve ikiz lamelli polianit gelişimine rağmen çok iyi korunmuş spikül yapıları yansıyan ışıktaki hala net olarak izlenebilmektedir. Siyahlar kuvars. İnce kesit ve parlatma kesit fotoğrafları tek nikolde, parlatma kesit fotoğrafları yağ ortamında çekilmiştir. Ölçek çubuğu 0.2 mm.'yi göstermektedir.





Şekil 4. 4a. Yeniden işlenmiş konkresyonel cevher yapısı. Manganez konkresyonları değişik boyutlarda, kırılmış şekillerde ve kırıntılı bir matris içinde yer almaktadır. Konkresyon içindeki sünger spikülleri diyajenetik olarak oluştuğunu, ayrıca farklı boyutlardaki bileşenlerden kurulu olması, parçalanmış oluşu ve kırıntılı matrikseyer alması taşıdığı göstermektedir. 4b: Orjinal konumlu konkresyonel cevher yapısı. Cevherleşmenin en üstünde bulunan manganez konkresyonları, tablamsı yapılı, dehidratasyon çatlaklı, merkezi kalsitik, dış kesimleri demir oksit ve manganez oksitten oluşma bileşim bantlanması göstermektedir.

nin (protolith) çok iyi şekilde izlenmesi cevherin epijenetik olarak oluştuğunu göstermektedir. Birincil kalsitik materyale ait çoğunlukla spikül ve daha az olarak ostrakod, gastropod ve pelesipodlardan oluşma fosiller masif cevher içinde çok iyi korunabilmişlerdir. Yine ince spiküllerde kırılmaların olmayışı ortamda enerji düzeyinin oldukça düşük olduğunu (muhtemelen lagün ortamı) bir başka ifadeyle pizolitik-kongresyonel yapıların dalga enerjisiyle değil diyajenetik olarak oluştuğunu göstermektedir.

Öte yandan yatakta farklı tipte konkresyonel cevher yapıları saptanmıştır. Pizolitik-oolitik yumuşak cevher zonu içinde bulunan yeniden işlenmiş manganez oksit konkresyonlarının tane boyları değişken olup kısmen kırılmışlardır ve kırıntılı bir matris içindedirler. Kırıntılı matrise rağmen manganez konkresyonları içinde kırıntılar bulunmamakta tersine, sünger spikülleri gözlenmektedir. Bu bulgular, yeniden işlenmiş manganez konkresyonlarının başlangıç bileşimin kalsitik olduğunu, muhtemelen günlendiğini havzaya aktarıldıktan sonra manganez iyonları tarafından replase edildiği göstermektedir (4a). Cevherli zonun en üst düzeyindeki manganez konkresyonları ise orjinal konumlu olup tablamsı yapılı, eş boyutlu dehidratasyon çatlaklı, demiroksit ve manganez oksit-hidroksit şeklinde bileşimsel batlanma göstermektedir (4b). Merkezin genellikle kalsitik olmasına karşılık, dış çeper manganez ve demir oksitlerden oluşmaktadır. Konkresyonel en üst cevher zonu, süperjen çözeltilerden demirin yakalandığı ve böylelikle demir ile manganezin ayrıştığı jeokimyasal bir bariyere karşılık gelir.

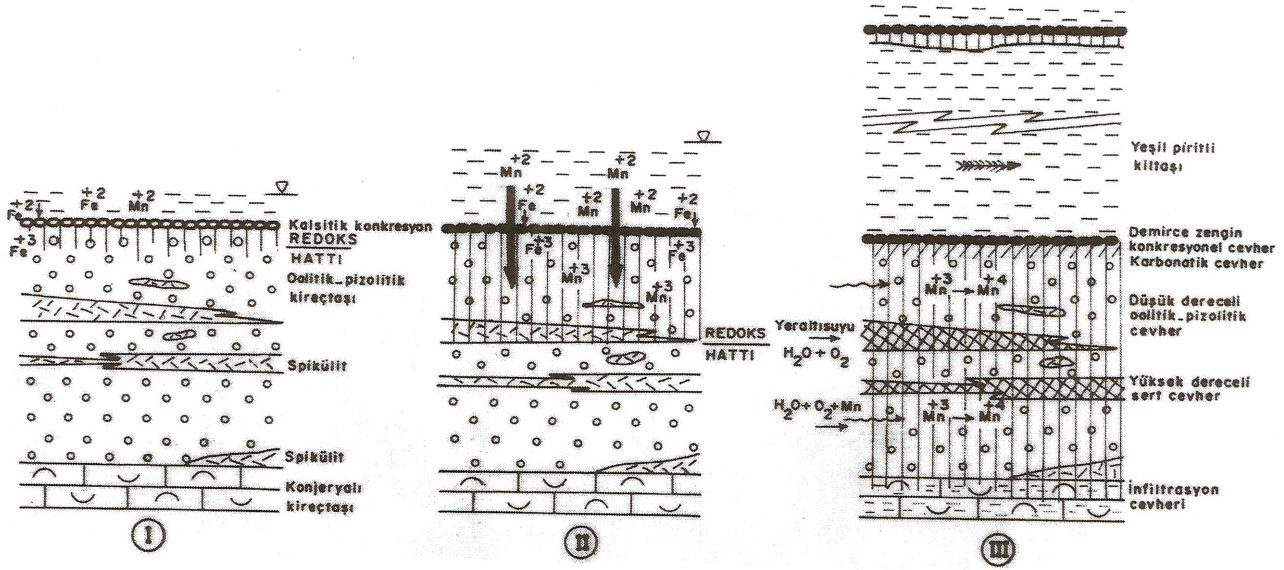
Sonuç olarak Trakya bölgesi manganez yatakları pirittli ve balık fosilli killerin çökelişi sırasında havzada yaşanan anoksik koşullarla ilişkili çökelmiştir. Erken diyajenetik evrede kabul edebileceğimiz cevherleşmede alta bulunan kireçtaşları litolojik kontrol oluşturmuştur. Lagün-körfez türü ortamda kireçtaşı çökelişinden sonra anoksik koşullar yaşanmış, esas

olarak anoksik su külesinden sağlanan manganez elementi karbonatları yukarıdan aşağıya doğru replase etmiş, ve karbonatik kütle cevher külesine dönüşmüştür. İndirgen karakterli ve bu nedenle demir ve manganezce zengin su ile alttaki karbonatik çamur arasındaki reaksiyon sonucunda ilk olarak görece oksidasyon potansiyeli düşük olan rodokrositler ve götütler çökelmiş, aşağıya doğru giderek artan oksidasyon koşulları muhtemelen +3 değerlikli manganez oksitlerin de çökelişine olanak vermiştir (Şekil 5). Aşağıya doğru cevherleşme modeli, yataktaki demirce zengin konkresyonel zonun üstte, manganezce zengin zonun ise bunun altında bulunmasını izah etmektedir.

Manganez cevherleşmesindeki diyajenetik replasman işlemi, ayrıntılı jeokimyasal çalışmalara rağmen görüldüğü üzere esas olarak cevher yapısı ve dokusu incelemeleriyle saptanabilmiştir. Öte yandan, cevher zonundaki nadir toprak elementlerinin düşey yönde dağılımı incelendiğinde bunların alttaki kireçtaşlarına değil üstteki kilaşlarına benzediği görülür (Öztürk ve Frakes, 1995). Bu durum, cevherleşmede anoksik su külesinin rolünü, bir başka ifadeyle kilaşı çökelişiyle cevherleşme arasındaki ilişkiyi göstermektedir. Manganez elementinin konsantrasyonu olduğu anoksik su külesinde biyolojik yaşam sona ermiş, (balık fosilleri bunu göstermektedir) eşzamanlı olarak tabandaki spikülitik-pizolitik kireçtaşları manganez tarafından ornatılmış ve diyajenetik replasman işleriyle cevher oluşumu gerçekleşmiştir. Trakya Havzası manganez yataklarından çıkan sonuçlar, Chiatura-Nikopol-Varna gibi yanıl eş-değerlerinin oluşumunu açıklamada belki de yol gösterici olacaktır.

Değerilen Belgeler

Bolton, B.R. ve Frakes, L.A., 1985, Geology and genesis manganese oolite, Chiatura, Georgia, USSR: Geol. Soc. America Bull. v., 96, s. 1398-1406.



Şekil 5. Binkılıç manganez yatağının oluşumunu gösterir taslak model. I: Muhtemelen lagün koşullarında ve oksik ortamda karbonatik kayaçların çökelişi (konjeriyalı kireçtaşı, oolitik kireçtaşı-spikülit, karbonat konkresyonları). II: Anoksik koşullarda havza suyunda demirin ve manganezin konsantre olması, derine difüzyonu ve karbonatik kayaçlarla reaksiyona girerek demir ve manganezin çökelmeye başlaması. Redoks hattının zamanla aşağıya doğru ilerlemesiyle yukarıdan aşağıya doğru sırasıyla Mn-karbonat (kutnahorit-rodokrosit)-demir oksit, oksit hidroksit (götit-limonit) ve manganez hidroksitlerin (manganit) çökmesi. III: Geç diagenetik evrede düşük dereceli cevherin süperjen oksidasyona uğraması (yeraltı suyu etkisiyle), +2 +3 değerlikli manganez minerallerinin (rodokrosit-manganit gibi) +4 değerlikli pirolusit ve psilomelanlara oksitlenmesi.

- Bora, E., 1969, Binkılıç ve Sefaalan civarının jeolojisi ve manganez yatakları, İst. Üniv. Fen. Fak. Yük. Müh. Tezi, 87 sayfa.
- Frakes, L.A. ve Balton, B.R., 1984, Origin of manganese giants: Sea level change and oxic anoxic history: *Geology*, v. 12, p. 83-86.
- Öztürk, H. ve Frakes L.A., 1994, Binkılıç manganez yatağının oluşumu üzerine mineralojik ve petrolojik veriler, Trakya Havzası, Türkiye Jeoloji Kurultayı Bildiri Özleri Kitapçığı, s. 161.
- Öztürk, H. ve Frakes, L.A., 1995, Sedimentation and Diagenesis of an

Oligocene manganese deposit in a shallow sub-basin of the Paratethys, Thrace Basin, Turkey: *Ore Geol. Rev.* v. 10, p. 117-132.

Varentsov, I.M. ve Rakhmanov, V.P., 1980, Manganese deposits of the USSR (A review), in: Varentsov I.M. ve Grasselly, G., ed. *Geology and Geochemistry of Manganese*: Stuttgart, Schweizerbart'sche Verlagsbuchhandlung, v.2, p. 319-391.

Roy, S., 1981, Manganese deposits: Academic press Inc. (London) Ltd. 458 s.