

SEDİMANTER DEMİR VE MANGAN YATAKLARI VE PLASERLER

SEDİMANTER DEMİR YATAKLARI

Giriş

Demir ve mangan çelik üretiminin en iki önemli girdisini oluşturur. İçinde bulunduğumuz Silikon dönemde bile çeliğin yerini alabilecek uygun bir madde halen mevcut değildir. Bu nedenle, maden yataklarının işletilmesi ile gerekli demir ve manganez kaynağı arzı yirmi birinci yüzyıldaki endüstriyel kalkınmanın önemli kilometre taşlarından. Hem demir hem de manganez yataklarının büyük bir bölümü sedimanter kökenlidir. Günümüzde, Proterozoyik yaşlı bantlı demir oluşumlarının (banded iron formations) hidrotermal ve süperjen zenginleşmesi ile oluşan yüksek-tenörlü demir yatakları demir cevherinin en önemli kaynağını teşkil eder. Ekonomik öneme sahip manganez cevher yataklarının tamamı sedimanter kökenlidir (Proterozoyik mangan oluşumları, organik şeyller içindeki karbonat yatakları, sığ denizel oolitik yataklar). Sabit bir tüketim hızı göz önüne alındığında, demir ve mangan cevher rezervlerinin demir için 160 yıl mangan için ise 275 yıl daha yeterli olacağı tahmin edilmektedir. Yeni yatakların keşfi ve daha düşük tenörlü yatakların işletilmesi ile bu sınırlar daha da genişletilebilecektir.

Dökme demir ve çelik şeklindeki demir hiç şüphesiz endüstriyel kalkınmanın en önemli yapı taşlarından birisidir. Dökme demir kırılğan olup daha sağlam, sert ve esnek olması için çeliğe dönüştürülür. Bu süreçte, karbon miktarı %1'in altında tutulur. İlk modern ham çeliğin üretildiği 1730'larda kullanılan işlem oldukça emek yoğunu ve yüksek maliyetlerde az miktarda çelik elde ediliyordu. Bu sorun 1774'de keşfedilen manganezin az miktarda çeliğe eklenmesiyle kısmen giderildi. Manganez böylece modern çelik çağına girmemizi sağlamıştır. Mangan oksitsizleyici ve kükürtsüzleştirici özelliği bakımından çeliğe eklenir. Günümüzde üretilen 1 ton ham çeliğe 4-7 kg kadar mangan metali eklenir, bu miktar düşük olmasına karşın üretilen manganın yaklaşık %90'na karşılık gelir. Mangan ayrıca sanayide kuru pil yapımında da geniş oranda kullanılır. 1999 yılında küresel ölçekte 780 milyon ton ham çelik imalatı için 992 milyon ton demir ve yaklaşık 18 milyon ton mangan cevheri üretilmiştir. Bu üretimin yapıldığı rezerv büyüklüğü kesinlikle sonsuz olmamakla birlikte devamlı şekilde revize edilmesini gerektirmektedir. Yaklaşık %5 oranı ile yerkürede beşinci en bol bulunan element olan demir (oksijen, silis ve alüminyumdan sonra) manganezden de 50 kat daha fazladır. Küresel demir cevheri rezervi (yaklaşık 160 milyar ton demir metali) de mangan rezervinden (5 milyar ton mangan metali) 32 kat daha yüksektir.

Demir ve mangan cevherleri çeşitli büyüklükte, tenörde ve farklı kökene sahip yataklarda oluşmuştur. Ancak günümüzde işletilen yatakların %95'ten fazlası sedimanter kökenli olup eski okyanus sularından kimyasal olarak çökelerek oluşmuştur. Bu sedimanter yatakların birikmesini sağlayan süreçler demir ve manganın fizikokimyasal özellikleri ile yakından ilişkilidir. Bu iki kimyasal element oldukça benzer özellikte olup birbirleriyle yakından ilişkilidir. Her ikisi de oksijensiz koşullarda (anaerobik) suda oldukça çözünür olan zayıf olarak oksitlenen ancak aerobik koşullarda ise zayıf çözünen Fe^{3+} ve Mn^{4+} yükseltgenen iyonik bileşikler (Fe^{2+} , Mn^{2+}) şeklindeki redoks duyarlı elementtir. Demir ve manganın bölünmesi (her iki elementin oluşturduğu yatakların çökmesi için ön şart) genellikle manganın suda çözünürlüğünün demirden daha yüksek olmasına nedeniyledir. Bunun sonucunda, her iki elemente ait çökeller su kolonundaki pH veya Eh gradyanları boyunca mekânsal olarak ayrılırlar. Demirin anaerobik koşullarda sedimanlar içinde çözünürlüğü düşük sülfütlere bağlanması bir diğer bölünme mekanizmasıdır. Ancak bu süreç mangan konsantrasyonunu etkilemez.

Ekonomik olarak öneme sahip mangan ve demir yatakları yerküre tarihinde sadece belirli dönemlerde oluşmuştur. Sedimanter ve kalıntı mangan ve demir yataklarının oluşumu, okyanus-atmosfer-litosfer-biyosfer sisteminde gerçekleşen karmaşık etkileşimlerle yakından

ilişkilidir. Buna verilebilecek en iyi örnek Geç Arkeen ve Erken Paleoproterozoyik döneminde oluşan bantlı demir ve mangan oluşumlarıdır. Bunların oluşumu, okyanus-atmosfer sisteminin aşamalı şekilde sıg okyanusları ve karasal ortamları işgal eden ve fotosentez yoluyla oksijen üreten erken-dönem mikrobik organizmalar tarafından oksijenlenmesine işaret eder. Anoksik demir ve mangan zengin derin okyanus suyu şelf platformlarındaki oksijen zengin sıg okyanus suyu ile karıştığında ilk demir ve mangan oksitlenerek çökdüler. Geç Paleoproterozoyik (2.0 - 1.8 Ga arası) döneminde derin okyanus suyunun oksijenlenmesi mangan ve demir oluşumlarını sonlandırmıştır. Bu oluşumlar küresel buzullaşma sonrası Neoproterozoyik dönemde tekrar ortaya çıkmışlardır. Karasal ayrışma süreçleri ve kıtasal yüzey akışı vasıtasıyla metallerin biriktiği deltayık ve sıg denizel çökeller demir ve mangan oluşumlarının yerini almıştır. Bunlar için verilebilecek önemli örnekler arasında oolitik demir taşları, sıg denizel oolitik mangan cevherleri ve organik şeyller içindeki mangan cevherleridir. Bu yataklar geç Paleoproterozoyik itibaren jeolojik kayıtlarda yer almaktadır. Bunların dağılımı demir veya mangan zengin meteorik suların akarsu sistemleri yoluyla sıg denizel ortamlara iletilmesine bağlıdır. Bu tür koşullar, kimyasal ayrışmanın kıtasal alanlarda etkin olduğu ve sıg denizlerin kıtaların büyük bir kısmını kapladığı özellikle ılık iklim rejimlerinde ve deniz su seviyesinin yüksek olduğu dönemlerde ortaya çıkar. Demir ve mangan kalıntı yatakları da benzer koşullarda oluşmuştur. Nemli ve ılık tropik iklimler derin lateritik ayrışma profillerinin gelişmesine yol açar. Bu tür kalıntı yatakların yerküre tarihinde iki farklı dönemde ortaya çıktığı belirlenmiştir: Geç Paleoproterozoyik (2.2 - 2.0 Ga arası) ve geç Mesozoyik (Kretase ve Tersiyer).



Hamersley demir yöresi, batı Avustralya.

Demir yatakları

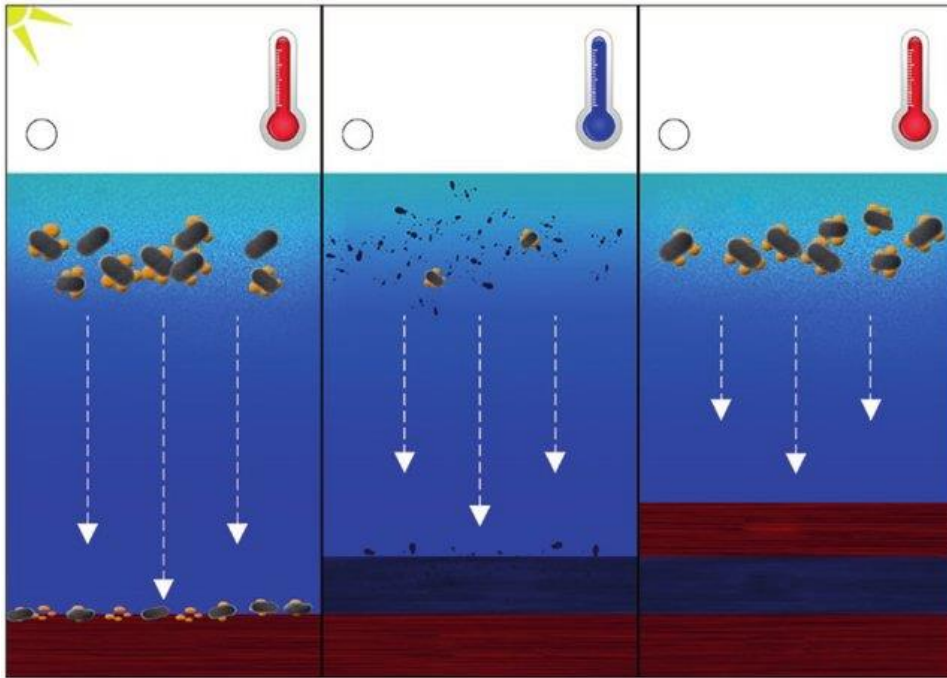
Demir yatakları sedimanter, hidrotermal ve magmatik ortamlarda oluşurlar. Ancak günümüzdeki üretimin büyük bir kısmı üç tür yataktan karşılanmaktadır. İşletilen demirin %90'ndan fazlası Prekambriyen bantlı demir yataklarından sağlanır, geri kalan kısım ise metasomatik skarn ve magmatik manyetit yataklarından elde edilir. Büyük ancak düşüktenörlü diğer yataklar oolitik demir taşları ve kalıntı lateritlerde bulunur.

Bantlı demir yatakları

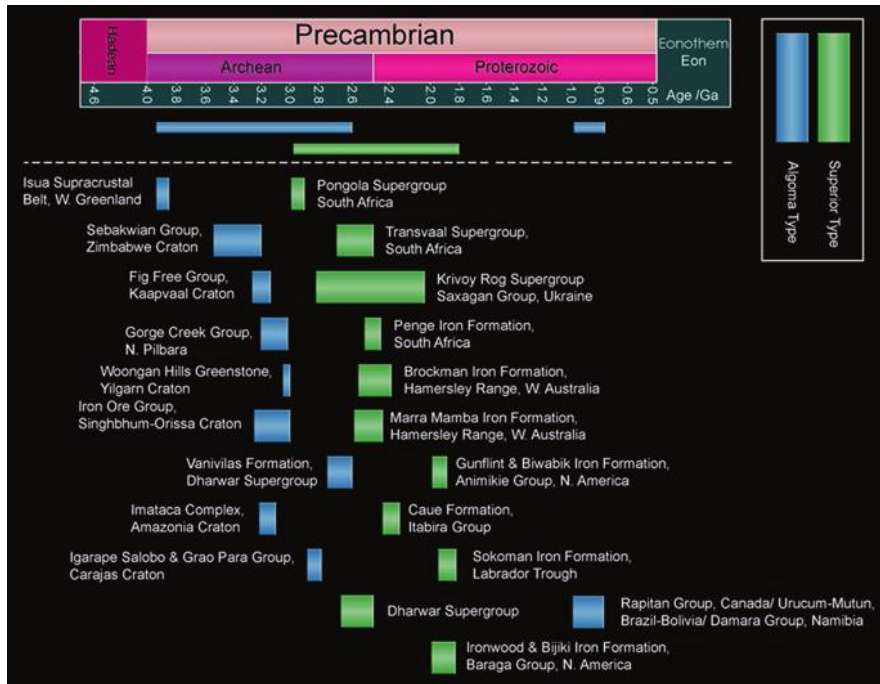
Bantlı demir yatakları (BIF), kuvars (çört) ve demir-içeren minerallerle ara katkılı ince tabakalı kimyasal sedimanter kayaçlardan oluşur, demir içerikleri ağırlık olarak yaklaşık %30'dur. Dört temel BIF türü mevcuttur ve bunların tamamı Prekambriyen'in iyi tanımlanmış zaman aralıklarında oluşmuştur. BIF yataklarına Fanerozoik döneminde rastlanmaz.

Algoma tip BIF Arkeen (2.75 Ga öncesi) Yeşiltaş (greenstone) kuşaklarında oldukça yaygındır. Algoma tip genellikle mafik volkanik (denizaltı volkanizması) kayalar ve grovoklarla yakın ilişkilidir. Silika ve demir minerallerinin (hematit, manyetit veya siderit) oluşturduğu ince katmanlı oluşumlardır.

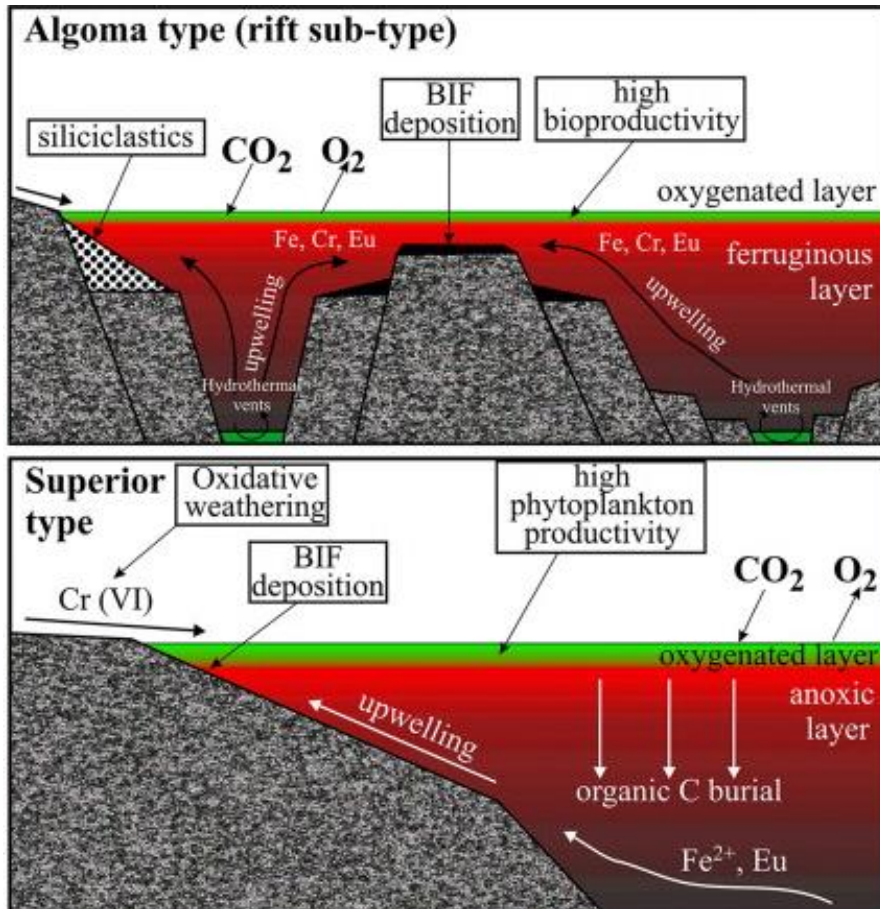
İkinci tür BIF yatağı **Superior** Gölü çevresinde bulunan yataklar olup adını da bu gölden almıştır (**Superior** tip yataklar). Bunlar kıtasal şelfin sığ kesimlerinde veya eski sedimanter havzalarda çökelmiş sedimanter kayaç sekanslarıdır. **Superior** tip yatakların oluşum 2.7-1.8 Ga arasında olup Algoma'ya göre biraz daha gençtir. Sediman katmanlarının her birinin kalınlığı 0.5 mm-2.5 cm arasında değişmektedir ancak silika bandı ile demir mineral bandının ritmik şekilde ardalanması değişken olabilmektedir. Sediman katmalarının 100 km'ye kadar varan yatay devamlılık göstermesi Superior tip yatakları Algoma tip BIF'den ayıran en önemli farktır. Böyle bir devamlılık evaporasyonun hem silika hem de demir minerallerinin çökmesinde önemli rol oynadığına işaret eder. **Superior** tip yataklar hemen hemen tüm kıtalarda işletilmektedir. Michigan ve Minnesota'daki **Superior** Gölü yatakları, Kanada'daki Labrador Çukurluğu, Brezilya'daki Serra dos Carajas, G. Afrika'daki Transvaal havzası ve Avustralya-Hamersley havzası yataklarıdır.



Birbiri ile ardalanmalı demir ve silikat minerallerinin okyanus suyundaki sıcaklık değişiklikleri ile tetiklenen olası çökme durumları: (1) ve (3) ılık/yüksek sıcaklıklarda yüksek fotoototropik bakteri oksidasyon hızı ve böylece demir(+3) mineral oluşumu. Böylece, biyokütle ve Fe(+3) birlikte deniz tabanına birikirler. (2) Azalan sıcaklıkla fotoototropik oksidasyon hızı azalır ve silikaya doymuş okyanus suyundan silika çökmesi gerçekleşir.



Algoma ve Superior tip BIF yataklarının zamansal karşılaştırılması ve bazı önemli yataklar



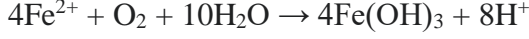
Algoma ve Superior tip BIF yataklarının oluşum ortamlarının karşılaştırılması

Oksidasyon

Mikrobiyal faaliyetler BIF yataklarının çökmesinde önemli bir rol oynasa da, abiyojik (biyojik olmayan) süreçlerin de etkili oldukları düşünülmektedir:

Oksijenik fotosentez

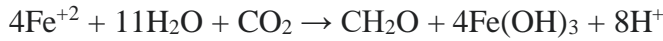
Ferroz demir su içindeki moleküler oksijen tarafından oksitlenir:



Bu reaksiyon biyojenik bir süreç değildir. Ancak oksijen siyenobakterilerin fotosentetik faaliyeti sonucu ortaya çıkar. Ferroz demirin aerobik demir-yükseltici bakteriler tarafından oksitlenme hızı düşük oksijen şartlarına göre yaklaşık 50 kat hızlandırılır.

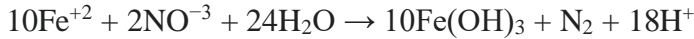
Anoksijenik fotosentez

Oksijenik fotosentez BIF yataklarının çökmesindeki yegâne biyojenik mekanizma değildir. Bazı araştırmacılara göre, BIF yatakları demirin bakteriyel anoksijenik fototroflar (foton yakalayan organizmalar) tarafından doğrudan oksitlenmesi ile oluşabileceğini öne sürmüşlerdir. BIF çökellerindeki fosfor ve iz element içerikleri demir-yükseltici bakterilerin faaliyeti ile çökmeyi desteklemektedir. Grönland'daki BIF çökelleri oldukça düşük oksijen koşullarında Fe(II)'in anoksijenik fotosentetik oksitlenmesi ile oluşmuşlardır:



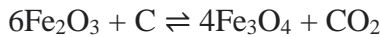
Bu durum katabolik demir indirgenmesini gerektirir. Bu süreç her ne kadar yaygın olmasa da Superior tip BIF çökellerinde gerçekleştiği ortaya konmuştur.

Bir diğer alternatif mekanizma ise aneorobik azot salan bakterilerin oksitlenmesidir:



Abiyojenik mekanizmalar

BIF çökellerinde organik karbonun bulunmaması bu yataklarda mikrobiyal mekanizmanın varlığı ile ters düşmektedir. Ancak bulgular BIF çökellerinin tabanında bol miktarda fotosentez yapıcı siyenobakteri tespit edilmiştir. Başlangıçtaki demir oksit büyük ölçüde hematitten meydana gelmiş ise, sedimanlardaki karbon dekarbonatlaşma tepkimesi ile oksitlenirler.



SEDİMANTER MANGAN YATAKLARI

Demir gibi mangan da doğal ortamlarda farklı oksitlenme durumu gösterir. Mn'in sulu çözeltilerdeki jeokimyasal davranışı Fe ile benzerlikler gösterir:

- Yüzeğe yakın indirgen sularda mangan oldukça çözünür olan +2 değerlik alır (Mn^{+2}).
- Manganın Mn(III) ve Mn(IV) şeklinde iki adet oksitlenmiş hali vardır. Oksijenli atmosferle denge halinde olan ortamlarda Mn(IV) baskın bileşiktir. Doğal sularda her iki halin çözünürlüğü düşüktür ve bu nedenle yüzey şartlarında mangan oksit ve hidroksit mineralleri şeklinde çöklerler; hausmanit (Mn_3O_4) ve pirolusit (MnO_2).

Ancak manganın demirden farklı olan Jeokimyasal davranışları da söz konusudur:

- Mn(III) ve Mn(IV) bileşiklerinin baskın olduğu sınır koşulları, Fe bileşikleri için benzer sınır koşullarına göre daha yüksek oksitlenme derecesine sahiptir. Bu nedenle, Mn'ın çözünürlüğü Fe'e göre yüzeysel ortamlarda daha fazladır.
- Mn(II) sülfid ile kolayca bileşik yapmamasına karşın mükemmel şekilde litofil özellik davranış gösterir. Bundan dolayı yüzey koşullarında çökelen ana Mn mineralleri karbonat ve oksitlerdir.



Pasifik okyanusu tabanında oluşmuş mangan nodülleri (yumrucukları).

Sedimanter Mn yataklarının özellikleri

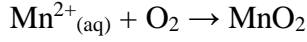
Mn yataklarının çoğu çökelmelerinden itibaren çok az kimyasal değişime uğramış sedimanter kayalardır. Tüm Mn cevherlerinin stratigrafik özellikleri göreceli kıtasal shelf ortamındaki sığ sularda çökelmeyi işaret etmektedir, bazı durumlarda ayrık (münferit) havzalarda oluşum söz konusudur. Sedimanter birimler yatay ölçekte geniş yayılım gösterse de demirli oluşumlara göre uzanımları daha sınırlıdır (tipik kalınlık 5-30 m, yanal uzanım onlarca km).

Sedimanter kayalar bir veya birden fazla Mn minerali içerebilir. En yaygın görülen mineralleri pirolusit (MnO_2) veya rodokrosit ($MnCO_3$) olup nadiren braunit ($Mn^{2+}Mn^{3+}_6(SiO_4)_8$) veya diğer Mn-içeren karbonat veya silikat mineralleri de bulunabilir. Cevher tenörü %25-40 arasında MnO şeklindedir. Cevkerde görülen diğer majör kimyasal bileşenler SiO_2 , Fe_2O_3 ve CaO olup kuvars, hematit, apatit ve killer gang mineralleridir. Birçok cevher sahasında karbonat ve oksit cevherli gövdelerin aynı horizontta oluştuğu saptanmıştır. Bazı yataklarda da, farklı Mn minerallerinin oluşturduğu cevherlerin keskin sınırlarla ayrıldığı görülmüştür. Yatakların tamamına yakınında, Mn karbonatların mangan oksit cevherinin altında oluştuğu oksit minerallerinin ise daha sığ sularda çökdikleri belirlenmiştir. Erken Paleoproterozoik mangan cevherleri BIF ile ara tabakalıdır, örneğin, Hotazel Formasyonunda, 5-45 m kalınlığındaki Mn cevher horizonları aynı kalınlıktaki çeşitli karbonat, oksit ve silikat fasiyesi demir oluşumlarıyla ara tabakalıdır. Mn cevher horizonları genellikle masif olup demir oluşumlarında yaygın görülen belirgin bantlanmadan yoksundur. Fanerozoik Mn cevherleri çoğunlukla organikçe zengin şeyller, glokonitik şeyller,

kumtaşları, çörtler ve karbonat birimleri (marl, kireçtaşı ve dolomitler) ile ilişkilidir. Bazı yataklarda, mangan oksit mineralleri pizolitik ve oolitik dokular ile karakteristiktir.

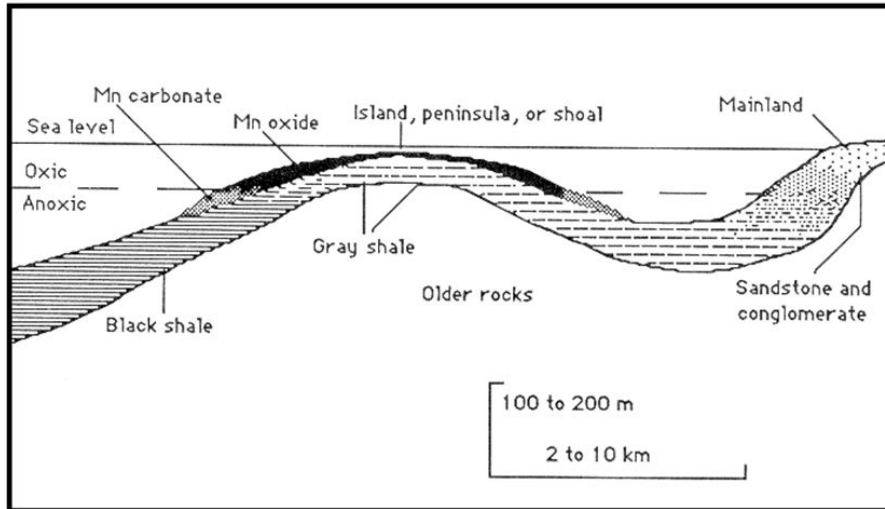
Denizel ortamlarda Mn cevher çökmesi

Mn minerallerinin oluşumu mangan (IV) oksit minerallerine ait ince partiküllerin bir şelf ortamında çökmesi şeklinde gerçekleşmiştir. Bu mineraller su kolonunda Mn(II)'ın Mn(IV)'a oksitlenmesi sonucunda kristalleşirler. Basitleştirilmiş tepkime şu şekildedir:



Mangan oksit ya deniz tabanında oksik sular içinde birikir veya daha derin anoksik taban suları içine gömülür. Mn(II)'in bir kısmı organik kökenli CO₂ ile tepkiyerek mangan (II) karbonat minerallerini oluşturur (rodokrosit). Bazı yataklarda görülen pizolitik ve oolitik dokular mangan oksit minerallerinin çalkantılı sığ sularda bir çekirdek üzerinde büyüdüğüne işaret etmektedir. Bundan dolayı, okyanuslara taşınan karasal sediment miktarı ne kadar düşük olursa çökelen Mn cevheri o ölçüde yüksek tenörlü olacaktır. Erken Paleoproterozoyik yataklar Superior tip demir yataklarına benzer bir zaman aralığında oluşmuşlardır ve bu nedenle ara tabakalı BIF'lere benzer bir ortamda çökeldikleri düşünülmektedir. Bu yataklar kıtasal bir şelf ortamında Büyük Oksijen Krizini takiben çökelmişlerdir. Böylece, derin okyanus suyunda büyük hacimli indirgenmiş Mn periyodik veya yerel olarak şelf ortamına itilmiş/sürüklenmiştir. Her ne kadar demir Mn oluşumlarının temel elementi olsa da, mangan oluşumları ile ara tabakalı BIF'ler, tipik Superior tip demir yataklarına göre biraz daha yüksek Mn içeriklerine sahiptir. Bundan dolayı, ara tabakalı BIF ve mangan oluşumları su derinliğindeki değişimlerin bir sonucu olarak çökelmişlerdir. Mn yatakları suyun çok sığ olduğu ve oksijen konsantrasyonunun belirgin şekilde arttığı durumlarda çökelmiştir.

Yerkürenin daha modern dönemlerinde bir Mn yatağının çökmesi anoksik ve öksinik (ortamın hem anoksik hem de sülfidik olması) koşulların var olmasını gerektirir. Şeyller içinde glokonit ve yüksek organik malzeme varlığı okyanus suyunda kimyasal açıdan indirgen koşulların göstergesidir. Anoksik sular yarı-kapalı sığ denizel havzalarda veya oksijenin sınırlı miktarda görüldüğü ve organik üretkenliğin yüksek olduğu zonlarda ortaya çıkar. Bu tür ortamlarda Mn cevherli siyah şeyller ve çörtler ile ara tabakalıdır. Paleoproterozoyik okyanusların aksine, günümüz anoksik okyanus havzalarında Mn konsantrasyonu yüksek ancak Fe(II) konsantrasyonu düşüktür, bu nedenle Mn ile birlikte çok az Fe minerali çökler.



Günlenme ve ikincil zenginleşmenin mangan oluşumundaki rolü

Demirtaşlarına benzer şekilde, günlenme veya hidrotermal faaliyet sonucunda ortaya çıkan ikincil zenginleşme, Ca ve SiO₂ çözünmesi ve ayrıca Mn karbonat minerallerini mangan oksitlere dönüştürme vasıtasıyla çoğu mangan oluşumlarını kısmen geliştirmiştir. En fazla % 1-2 ile sınırlı olan MnO zenginleşmesi cevheri ekonomik anlamda değerli kılacak ölçüde değildir. Günlenmeye uğramış mangan oluşumları manganit (MnO(OH))ve todorokit (Ca,K,Na,Mg,Ba,Mn)(Mn,Mg,Al)₆O₁₂.3H₂O gibi Mn(III) ve Mn(IV) içeren sulu minerallerle temsil edilir.

PLASER YATAKLAR

Plaser yataklar, yoğunlukları aynı veya benzer olan minerallerin fiziksel/mekanik olarak ana kayaçlardan parçalanıp ufalanması ve daha sonra çökeltme ortamına taşınarak orada birikmesi sonucu oluşurlar. Burada dikkat edilmesi gereken husus, plaser yatakları oluşturan minerallerin kimyasal olarak ayrıışmayan veya az ayrıışan türden olmaları ve bunların çeşitli etmenler vasıtasıyla (su, rüzgâr veya buzul faaliyeti) çökeltme ortamına taşınarak birikmeleridir. Bu açıdan, herhangi bir mineralin plaser yatak oluşturmaları için **sert, yüksek yoğunluklu** ve **kimyasal ayrıışmaya dayanıklı** olması ön şarttır.

Plaser yatakları oluşturan başlıca mineraller esas olarak **soy metaller ve ağır oksitler** olup bunlar arasında (yoğunluk; g/cm³) platin (17-29), nabit altın (16-19), volframit (7-7.5), kasiterit (6.8-7.1), şelit (5.9-6.1), manyetit (5.2), monazit (4.9-5.4), ilmenit (4.5-5), kromit (4.1-5.1), zirkon (4.6-4.7), rutil (4.2-4.4), yakut (3.9-4.1), elmas (3.5) ve topaz (3.5-3.6) sayılabilir.

Plaser yataklarını meydana getiren minerallerin türediği kaynak bölge/alanlar şu şekildedir:

- İşletilen (veya eski) maden yatakları
- Ekonomik olmayan damar veya mineral kütleleri
- Kayaçlar içinde geniş aralıklara saçılmış cevher mineralleri
- Kayaç yapıcı mineraller
- Eski plaser madenlerdeki mineraller

Plaser yatakları çökeltme ortamına bağlı olarak 2 ana kısmı ayrılır:

- 1- Otokton (Elüvyal) yataklar (yamaç kırıntı yataklar)
- 2- Alloktion (Alüvyal) yataklar

1. Otokton (Elüvyal) yataklar (yamaç kırıntı yataklar)

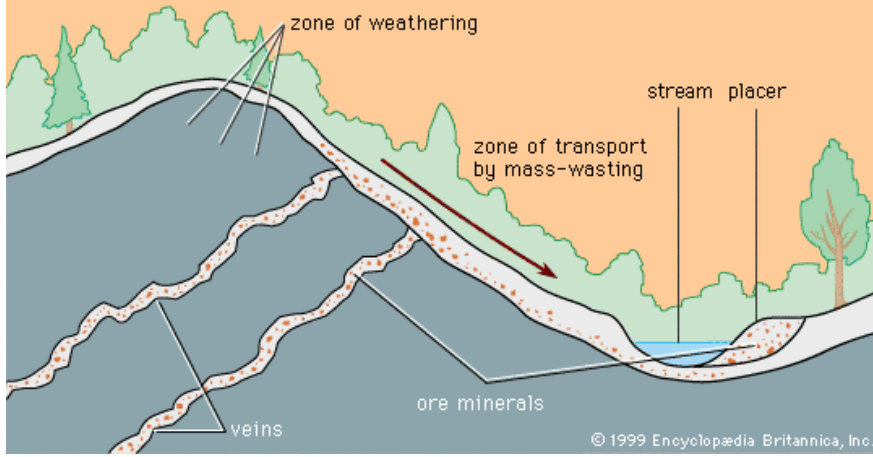
Bu oluşumlar yamaç ve tepelerde yüzeyleyen maden yataklarından fiziksel parçalanma sonucu kopan parçaların, herhangi bir kimyasal ayrıışmaya maruz kalmaksızın sadece fiziksel olarak boyut küçülterek yamaçtan aşağıya doğru akarsu veya rüzgârın bir etkisi olmaksızın yuvarlanarak, tepenin yamaç veya eteğinde birikmesiyle oluşurlar. Elüvyal yataklar, birincil yatak ile akarsu ve rüzgâr plaserlerinin arasında bir geçiş olarak görülebilir. Urallar'daki platin plaserleri, Yeni Kaledonya'nın kromit plaserleri, Batı Avusturalya altın yatakları, Güney Afrika elmas yatakları ve Fransız Sahrası kalay yatakları bu tür yataklar için iyi bir örnek teşkil eder.

2. Alloktion (Alüvyal) yataklar

Bu grup yataklar taşıyıcı etmene bağlı olarak dört alt gruba ayrılmıştır:

Akarsu kırıntı (flüvyal) yatakları en önemli kırıntı yataklardır. Flüvyal yatakların oluşması için bazı şartların oluşması beklenir:

- Şekilleri benzer olan taneler üzerinde akarsuyun etkisi, tanelerin yoğunluk ve hacimlerinin bir fonksiyonu olarak değişir.



Yoğunluk (Triyaj): Aynı boy ve şekilde olan iki taneden daha ağır olan daha çabuk çöker. Örneğin Altın ($d=19$) Kuvarstan ($d=2.6$) daha çabuk çöker.

İrilik veya tane çapının etkisi (Kalibraj): Aynı ağırlıkta olan küresel tanelerden, çapı küçük olan tane, su ile olan sürtünme yüzeyi küçük olacağından daha hızlı çöker. Eğer ağır mineraller toz ve çok ince zerreler halinde ise suyun üzerinde en son varış yerine kadar taşınır ve hafif minerallere karışarak çöker.

- Bir mineral tanesinin ne kadar uzağa taşınacağı akıntı hızı ile doğru orantılıdır. Akıntı hızı ani olarak azaldığında taneler dibe düşer. Burada suyun düzgün rejimde akışından çok girdaplı akışın rolü vardır. Girdaplı rejimler doğada oldukça yaygındır ve daima bir engelin arkasında oluşur. Girdap hattı boyunca yukarıya ve yana hareketler oluşur.
- Ağır mineraller ana kayanın sağlam tabanı yüzeyindeki girinti-çıkıntılarda veya ayrılmış üst kısım içinde zengin birikintiler oluşturur. Bu durum su ile doygun iri çakılların arasındaki boşluklarda tutulmuş ağır tanelerin aşağıya doğru inmesi ile açıklanır.
- Plaserlerde, tanelerin boyu tabanda yukarıya doğru küçülür.

Bütün bu etmenler göz önüne alındığında akarsu kırıntı yataklarının oluşmasına en uygun yerler:

- 1-Akıntının ne hızlı ne yavaş olduğu akarsuyun orta veya üst aşağı mecrası,
- 2-Akarsuyun hızının kesildiği yerler

- ✓ Mendereslerde
- ✓ Akarsu kavşaklarında
- ✓ Akarsuyun genişlediği yerlerde
- ✓ Akarsu kordonlarında
- ✓ Akarsuyun üzerinde aktığı kayadaki doğal engellerin bulunduğu yörelerde

- ✓ Akarsu eğiminin düştüğü yerlerde
- ✓ Su taşkınlarının olduğu yerlerde

Akarsu kırıntı yataklarında en çok görülen mineraller:

Altın: Çok küçük pulcuklar şeklindedir (Altın unu). Kaliforniya, Alaska, Avustralya, Yeni Zelanda, Sibiry, Yeni Gine, Orta Afrika (Rand), Türkiye (Manisa, Kars). Bu tür yataklarda 0.15-0.25 gr/m³ Au ekonomiktir.

Platin: Çok küçük pulcuklar şeklindedir (Platin unu). Bulunduğu yerler; G. Afrika, Kolombiya, Tasmanya. Bu tür yataklarda 0.10-0.15 gr/m³ Pt ekonomiktir.

Kasiterit: Yuvarlak, çok ince kum taneleri biçiminde bulunur. Bulunduğu yerler: İngiltere (Cornwall), Malezya, Endonezya, Nijerya, Kongo, Çin, Fransa. Bu tür yataklarda 0.3-0.5 kg/ton Sn ekonomiktir.

Elmas, Yakut, Safir: Değişik boy ve tanelerde bulunabilir. 0.7 karat/m³ elmas ekonomiktir.

Bulunduğu yerler: Seylan ve Keşmir (Hindistan), Kongo(Zaire), Brezilya, Güney Afrika.

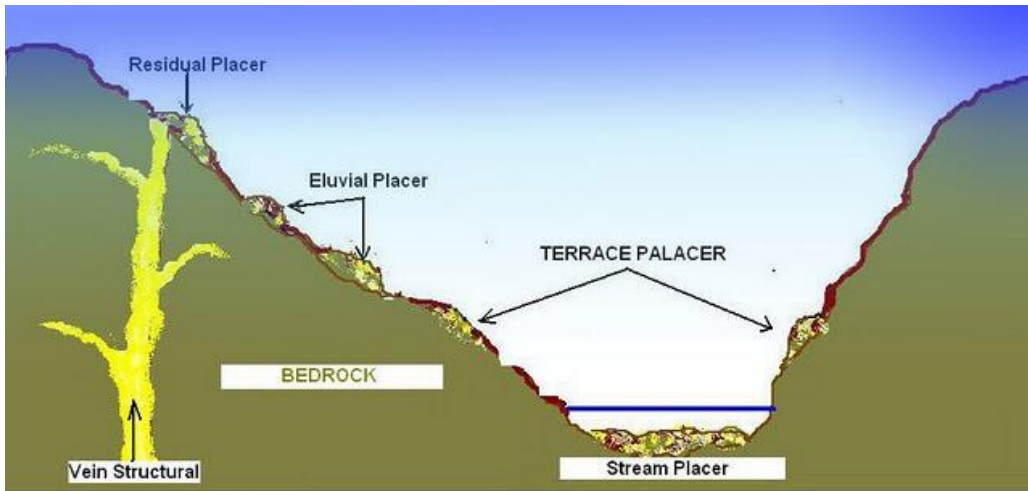
Rutil ve Zirkon: ufak, yuvarlak taneler halinde ve genellikle birlikte bulunurlar. Buldukları yerler: Kamerun ve Büyük Menderes (Aydın, Manisa).

Kıyı Kırıntı Yatakları (Denizel yataklar)

Bu tür yatakların oluşumunda dalgaların, dalga kıranların ve iç akıntıların etkisi vardır.

Dalgalar kıyıya taşıdıkları malzemeden hafif olanları, geriye çekildiğinde birlikte geriye, daha derine çeker; ağır ve iri olanlar ise kıyıda birikir. Böylece ağır ve hafif, ince ve kaba taneler birbirinden ayrılmış olur ve ayrı ayrı çöküp depolanırlar. Kıyı plaserlerinin en önemlileri:

- Altın (Alaska)
- Elmas (Güney Afrika)
- Rutil ve Zirkon (Brezilya)
- İlmenit ve Manyetit (Doğu Karadeniz, Yeni Zelanda, Hindistan, Senegal)
- Monazit (Şili, Brezilya, Hindistan, Florida, Madagaskar)
- Kromit (Yeni Kaledonya),
- Granat ve Kuvars



Rüzgar Kırıntı Yatakları

Yağışın az olduğu bölgelerde, özellikle çöllerde tamamıyla fiziksel etmenlerle bağlı ayrışmanın etkisinde meydana gelirler. Buralarda ayrışan malzemeyi akarsuların yerine rüzgarlar taşır. Örneğin, Avustralya'da çöl koşullarında ayrışmış altın bu şekilde rüzgarla taşınarak kırıntı yatakları şeklinde zenginleşmiştir. Benzer oluşumlar Meksika ve Aşağı

Kaliforniya'da görülür.

Buzul Kırıntı Yatakları

Buzulların taşıdığı morenler içinde cevherli iri parçalar olabilir. Bu malzemelerin buzulun eridiği yörelerde bırakılmasıyla buzul plaserleri oluşur. Bunların sonradan akarsularla yıkanmasıyla daha zengin kırıntı yatakları gelişir. Bu tür plaser yataklarının önem derecesi düşüktür.

TÜRKİYE PLASER YATAKLARI

Türkiye'de en önemli kırıntı yatakları altınlı akarsu plaserleridir. Bundan başka Büyük Menderes Vadisindeki rutil yığılımları, Sivas-Divriği demir plaser yatağı, denizel plaser olarak Doğu Karadeniz sahillerindeki ilmenit-manyetitli siyah kumlar, Şile'nin monazitli kumları ve Istanca Masifinin kuzeydoğuya akan dereleri ile bu kesimdeki deniz sahillerindeki manyetitli ve ilmenitli kumlardan söz edilebilir.

Manisa-Sart Çayı Altın Plaseri

Manisa'nın Salihli ilçesine bağlı Sart Çayı ve çevre akarsuları, Türkiye'nin en büyük kırıntılı altın cevherleşmelerini oluşturur. Salihli-Turgutlu arasında, Bozdağ Silsilesinin kuzey eteklerindeki dere alüvyonları ve çakıl taşları içinde bulunan altın oluşumlarına yönelik arama çalışmaları 1944 yılında başlamıştır. Kırıntı katmanları, kristalin temel üzerinde oturur. Kumtaşı ve ufak çakıltaşı seviyeleri arasında 10-20 cm'lik kil seviyelerine rastlanmaktadır. Bunların üstüne yalnızca tepelerde gözlenen iri kuvars çakıllarından oluşmuş çakıltaşı seviyesi gelir. Sart Çayı yöresinde genç alüvyonlarda ve üst çakıltaşı biriminde saptanan altın, nabit (doğal) haldedir. Genç alüvyonlarda saptanan altının birincil yatağının, üst çakıltaşı olduğuna inanılır. Üst çakıl taşlarındaki altının birincil kaynağının ise, Bozdağlar'daki kristalin şistler içindeki kuvars damarlarının olduğu düşünülmektedir. Böylece derin kökenli cevherleşmenin iki kez mekanik zenginleşmeye uğradığı görülmektedir. Günümüzde Bozdağlar'dan gelen derelerde altının varlığının saptanamamış olması, buna karşılık üst çakıl taşları biriminden gelen derelerin alüvyonlarının altınlı oluşu bu görüşü doğrulamaktadır.

Üst çakıltaşı biriminin hem çakıllarında hem de çimentosunda altına rastlanmıştır. Bu birimde yapılan incelemelerde nadirde olsa 1.116 gr/m³ değerine kadar Au saptanmıştır. Ortalama değer ise tonda birkaç yüz miligramdır. Genç alüvyonlar ise nitelik ve nicelik açısından maden yatağı özelliği kazanmıştır. Birim içinde altının dağılımı düzensizdir. 2gr/m³ Au içeren yerler tanımlanmıştır. Derine doğru Au miktarı artmaktadır. Ekonomik yönden Sart ve diğer akarsulardaki genç alüvyonlar önemlidir. Bunların 6.5 milyon m³ rezervinde 1gr/m³ Au'luk tenör kabul edilmektedir. Bölgede Au açısından ikinci derecede önemli birim üst çakıltaşları birimidir. Bunların ortalama tenörleri 0.5 gr/m³ Au, hacimleri ise 65 milyon m³ dür. Saha genelinde yaşlı birimlerde az, daha genç birimlerde ise daha fazla Au bulunması tipik bir akarsu plaseri kökenini ortaya koymaktadır. Bu nedenle altının birincil kaynağının alttaki kristalin masif olduğu görüşü doğrulanmaktadır.

Akıllıçay (Hatay) Plaseri: Hatay'ın güneyinde alüvyonlar içinden akan Akıllıçay boyunca alüvyonlar içinde bir miktar altına rastlanmıştır. Bu genç alüvyonların Miyosen yaşlı eski sekilerden gelmekte olduğu kabul edilir. Ancak tenörü düşük olduğu için işlenebilir nitelikte değildir.

Darphane-Kazıkaya (Kars) Altınlı Plaseri: Kars'ın Sarıkamış ilçesinin Darphane mevkiinde Ortahale deresinin üst sekilerinde bir miktar nabit altın saptanmıştır. Sekilerdeki

altın 1.Dünya Savaşı sırasında Ruslar tarafından işletilmiştir.

Demirköy (Kırklareli) Demirli Plaseri: Kırklareli-Demirköy İlçesinin 3 km. Doğusunda bulunan kırıntı yataklarda bol miktarda manyetit tanımlanmıştır. Zenginleşmenin (derişimin) yüksek olduğu kesimlerde kumlar %90-98 manyetit içermektedir. Ayrıca %2 kadar TiO₂ (Rutil) vardır. Plaserlerin kökeni Istranca Masifinin manyetitli gnays ve mikaşistleridir. 5-Divriği Plaser Demir Yatağı (Sivas): Divriği manyetit ve hematit yatağının yakınında, Çaltı suyunun Divriği Havzasına girdiği yerde birbiri üzerinde birkaç seviye oluşturan plaser demir yatakları yer alır. Pnömo-hidrotermal kökenli birincil demir yatağının kırıntılı bir zenginleşmesi olarak görülen bu yatak, yamaç kırıntı yatağı tipindedir. Milyonlarca ton rezerve sahip yatak yıllardır işletilmiş ve derine doğru bazı zenginleşmeler tespit edilmiştir. Yatakta 260 ton hacminde hematit blokları tanımlanmıştır. Tenörü %35-45 Fe'dir.

Karadeniz Kıyı Kırıntı Yatakları: Karadeniz sahili boyunca denizel plaserler Doğu Karadeniz ve Batı Karadeniz plaserleri olarak ikiye ayrılabilir. Doğu Karadeniz kıyı kayaçları genellikle Üst Kretase ve Eosen yaşlı bazalt, andezit ve dasit bileşimindedir. Bu kayaçların deniz dalgalarının etkisiyle ufalanması sonucu oluşan plaserler genellikle manyetit ve ilmenittir. Ordu ve Samsun bu açıdan ilginç görünmektedir. Bunlar arasında Perşembe-Efirli arası ağır mineral yığışımı yönünden birinci derece önemlidir (%14 manyetit, 8 milyon ton rezerv). Ayrıca Ünye batısı (%12 manyetit, 36 milyon ton rezerv) ve Çarşamba Ovası (%9 manyetit ve 140 milyon ton rezerv) önem taşır. D. Karadeniz sahillerinde ayrıca titanomanyetit, rutil, kromit ve çeşitli amfibol mineralleri tanımlanmıştır. Batı Karadeniz'de Şile yöresindeki açık renkli kumlar ise monazit ((Ca,La,Th)PO₄) açısından zengindir.