

PLATİN GRUBU METAL VE MİNERALLERİN JEOLOJİSİ VE EKONOMİSİ

Geology and Economy of Platinum-group Metals and Minerals

Afet TUNCA Y S.D.Ü. Müh. Mim. Fak. Jeo. Müh. Bölümü, ISPARTA
Mustafa KUŞCU S.D.Ü. Müh. Fak. Jeo. Müh. Bölümü, ISPARTA

ÖZ: Dünyada platin grubu metaller (Pt, Pd, Ir, Os, Rh, Ru) genelde birincil olarak: likit, erken mağmatik ve geç mağmatik olarak üç ayrı yataklanma tipinde bulunurlar. İkincil olarak ise, plaser yataklarda gözlenirler.

Ultrabazik kayalarda Pt, Ir, Os üçlüsü daha egemenken, bazik kayalarda Pd, ve Pt sülfürler halinde baskındır. Geç mağmatik evrede oluşan stratiform ve podiform kromit yataklarında platin grubu metallerin dağılımı farklılık gösterir. Podiform kromit yataklarında Cr₂O₃ fazla, platin grubu metaller azken, stratiform yataklarda tam tersi bir durum izlenir.

Dünyada bir kaç ülke (Kanada, G.Afrika, Rusya ve Kolombiya) dünya platin grubu metal üretiminin % 98'ini ellerinde tutarken, Türkiye'de platin grubu metaller gözlenmiş olup, ekonomik önemi yoktur.

ABSTRACT: In the world, platinum-group metals (Pt, Pd, Ir, Os, Ru, Rh) are found as a primary in the magmatic liquation, early magmatic and late magmatic deposits. They are present as secondary in the placer deposits. As Pt, Ir, Os three of them are more dominant in basic rocks, however Pd and Pt sulfure are more abundant in ultrabasic rocks. Distribution of platinum-group metals in stratiform and podiform chromite deposits of late magmatic stage show differences. Although Cr₂O₃ are present more in podiform deposits, platinum-group metals less in the same deposits, but stratiform deposits show opposite state.

All platinum-group metals have been produced in a few countries (Canada, S. Africa, Russia, Colombia) as a 98 per cent of the world production. Platinum-group metals (Pt, Pd, Ir, Os, Ru, Rh) are present less in chromite deposits of Turkey and they are not economic.

GİRİŞ

Platin grubu metaller, platin, iridyum, rodyum, osmiyum, paladyum ve rutenyumdur. Platin metallerinin yaklaşık 50 minerali bilinir, bunlar; nabit elementler, bozulmuş solidsolüsyonlar, yarı metalik bileşikler, arsenidler ve sülfidlerdir.

Platin ilk olarak 16. yüzyılın başlarında Amerika'da bulunmuştur. Platinin ilk bilimsel araştırması 1741'de Watson tarafından yapılmıştır. Paladyum ve rodyum 1803'de İngiliz bilim adamı Wollaston tarafından platin içinde bulunmuş ve iridyum, osmiyum 1844'de İngiliz kimyacı Klaus tarafından bulunmuştur.

Platin grubu metalleri Rusya'da Ural dağlarında 1982'de altın taşıyan kumlar içinde maden mühendisi Lyubarskii tarafından bulunmuş ve burada 1824'de ticari altın-platin plaserleri ortaya çıkartılmıştır.

Platin metal yatakları Arkeen (Avustralya), Proterozoyik, Paleozoyik, Mesozoyik ve Senozoyik (Akdeniz ve Pasifik kuşağının küçük yatakları) de oluşmuştur. Proterozoyik ve Hersiniyen en önemlileri olarak bilin-

mektedir. Kanada, Kola yarımadası (Rusya) ve Güney Afrika (Bushveld Kompleksi)'nin likit magmatik tip yatakları Proterozoyik döneminde oluşmuştur. Urallar'ın magmatik platin taşıyan kromspinel yatakları ve Sibirya (Noril'sk)'nin likid magmatik tip yatakları Hersiniyen döneminde oluşmuştur.

Platin Grubu Metal ve Mineraller

Platin grubu metaller, platin (Pt), iridyum (Ir), osmiyum (Os), paladyum (Pd), rutenyum (Ru) ve rodyum (Rh) olmak üzere altı tanedir.

Platin grubu mineraller ise aşağıdaki şekilde gruplandırılabilir.

BOZULMUŞ SOLID SOLÜSYONLAR

Poliaksen Pt, Fe (%77-89 Pt)

Ferroplatin Fe, Pt (%71-81 Pt)

Paladyumlu platin Pt, Pd (%10-40 Pd)

İridyumlu platin Pt, Ir (%10-15 Ir)

İridosmin-nevyanskite Ir, Os (%45-70 Ir, %30-49 Os)

İridosmin-sissertskit Os, Ir (% 60 Os, % 30 Ir)
Rodyum-nevyanskite Ir, Os, Rh (%70 Ir, %17 Os,
%11 Rh)

3. Geç magmatik tip
4. Plaserler

YARI METALİK GRUP

Auridler (Kuproaurid (Cu, Pd₃Au₂))
Stannidler (Nigliit (Pt, Pd)₃Sn)
Bizmutitler (Frudit (PdBi₂))
Plumbitler ve Telluridler

ARSENİDLER

Sperilit PtAs₂ (%56.6 Pt)
İridarsenid IrAs

SÜLFİDLER

Kooperit PtS (%79-86 Pt)
Braggit (Pt, Pd, Ni)S (%32-58 Pt, %17-38 Pd)
Vysotskit (Pd, Ni)S (%59.5 Pd)
Laurit RuS₂ (%61-65 Ru)

SÜLFO-ARSENİDLER

Holingworthit (Rh, Pt) (As, S)₂ (%20 Pt, %25 Rh)
İrarsit (IrAsS)
Platersit (PtAsS)

OLUŞUM

Platin metalleri, tipik olarak bazaltik magma ürünleridir. Bunlar, bazik magmatik kayaların ve abisal ultrabazik kayaların fraksiyonel kristalleşmesi ve likitleşmesi sırasında ayrılmışlardır.

Platin metallerinin pekçoğunun post magmatik skarn ve hidrotermal yataklar olduğu bilinir, aynı zamanda

1. Likit Yataklar

Platin metalleri, bakır ve nikel üretiminde önemli olan likid bakır-nikel sülfid yataklarından elde edilir. Cevherlerdeki platin metallerinin miktarları buldukları yere göre değişir. Bazı yataklarda tonda 0,01 ile 0,1 gram arasında, bazılarında tonda 10 gram ile 1 gram arasında, bazılarında da tonda 10 gramdan daha fazla olabilir. Örnek olarak Kanada-Sudbury yatağında Frood damarının alt seviyelerinde konsantrasyon 5-20 PPM'e ulaşır.

Bu yataklarda en çok paladyum (%65-72), sonra gelen platin (%15-25) ve rodyum (%10 ile üzeri) bulunurken, diğer metallerin payları ise yüzde bir kaçırdır.

Platin minerallerinin önemli bir miktarı mineralojik olarak belirlenememiş cevher oluşturan sülfidler içinde ince bir karışım şeklinde oluşur, diğerleri 20 ile 100 m, madiren bir kaç milimetreye varan boyuttaki çok ince platin grup mineralleri şeklinde oluşur.

Paladyum; bozulmuş solid solüsyonlar, platin, kalya, kurşun, nikel, kobalt, bakır ve bizmut ile yarı metalik bileşikler ve ayrıca paladyum arsenidler ve tellüridler şeklinde bulunur. Platin; nabit halde, solid solüsyonlar, arsenidler ve sülfidler şeklinde bulunur. Rodyum ve iridyum mineralleri çok nadirdir ve osmiyum genellikle bunlarla birlikte bulunmaz.

2. Erken Magmatik Yataklar

Kromspinellere bağlı platin metal segregasyonlarının genellikle, bir jeosenklinal evresinin erken dönemine ait ultrabazik serilerin dunitlerinde, karbonatlar ile çevrili ultrabazik-alkalin kayalara bağlı masifin merkezindeki dunitlerde ve tabakalanmış norit masiflerinde bulunduğu bilinmektedir. Ancak, Güney Afrika Cumhuriyeti Bushveld Kompleksi Merensky seviyesindeki platin metallerinin büyük yatakları istisnadır.

Tablo. 1: Platin grup elementlerinin jeokimyasal karakteristikleri (Simirnow ve diğerleri 1983)

Table. 1- Geochemical characteristics of platinum-group elements (Simirnov et al., 1983)

Jeokimyasal Parametreler	Pt	Pd	Ir	Rh	Os	Ru
İzotop Sayısı	6	6	2	-	7	7
Klarkı	5.10 ⁻⁷	1.10 ⁻⁶	1.10 ⁻⁷	1.10 ⁻⁷	5.10 ⁻⁶	5.10 ⁻⁷
Konsantrasyon katsayısı	1000	100	1000	1000	50	200

ultrabazik kayalarla ilgilidir.

Ayrışmaya dayanıklı platin metalleri, alüvyon içinde bulunan çok önemli plaser yatakları oluşturur.

Platin metallerinin ekonomik dört tip yatağı bilinmektedir (Simirnov ve diğerleri, 1983).

1. Likid tip
2. Erken magmatik tip

Merensky Seviyesi: Merensky seviyesi büyük kromit yataklarına bağlı platin metal yatakları içerir. Dialaj noritten oluşan Merensky seviyesini kapsayan Bushveld kompleksi, yaklaşık 1000 m kalınlığında anortozit, piroksenit ve norit aratabakalı kritik zonu içeren Üst Proteroziyk stratiform kayaların bir karışımıdır. Seviyenin alt kısmı kilometrelerce sürekli devam eden ve çoğu kayalarla uyumlu olarak tabakalanmış düz duran

bir karışımdır. Seviyenin alt kısmı kilometrelerce süreklili devam eden ve çoğu kayalarla uyumlu olarak tabakalanmış düz duran bir cevher içerir.

Rustenbur'da bu tabaka 20 ile 40 cm. kalınlığında olup, anortozit, norit üzerinde keskin dokanakla bulunur ve piroksenit ile üstlenir. Cevher; dissemine pirotit, pentlandit, kalkopirit, kübanit, millerit, valerit ve nikelli piritin küçük parçaları ile birlikte bulunan harzburjit ile piroksen ve bitovnit, biyotit, kromit, manyetit ve ilmenit içerir. Platin grup mineralleri; ferroplatin, braggit, kooperit, sperilit, laurilit platin ve paladyumun bizmut tellürleridir. Ayrıca altın da bulunmaktadır.

15-20 Ppm lik cevher içindeki platin minerallerinin içeriği aşağıdaki şekilde dağılmıştır, (toplamın yüzdesi olarak): % 60 platin, % 27 paladyum, % 5 rutenyum, % 2.7 rodyum, % 0.7 iridyum, %0.6 osminyum ve % 4 altın.

3. Geç Magmatik Yataklar

Geç magmatik platin metal yatakları bazik intrüziflerin dunit kısmı içindeki kromspinellere bağlı olarak bulunmaktadır. Sideronitik bir doku ile diğer cevherlerden ayrılan bu yataklar, litolojik birimleri kesen cevher kütleleri ile temsil edilirler ki bu cevher mineralleri, kayaç oluşturan silikatların kristalleşmesinden sonra birikmişlerdir.

Lydenburg Bölgesi: Lydenburg bölgesi, Bushveld Kompleksi'nin yatay magmatik kayalarını kesen ve platin taşıyan dunitin derine doğru dalan pipolarını kapsar (Şekil 1). Bu bacaların çapı 10 ile 100 m., derinliği de 300 m. ye kadar varmaktadır.

Merkez cevher zonu, olivinli dunitin kenar zonu ile çevrelenen hortonolitli dunit içerir ve daha dışa doğru piroksenit ile norit yer almaktadır. Cevher, demirce zengin olivin ve tali miktarda flogopit, hornblend, diallaj, ilmenit, manyetit, kromit ve platin mineralleri içermektedir. Platin metalleri içeriği cevher taşıyan pipoların merkezine doğru artıp, 2 ile 30 Ppm arasında değişmekte ve bazen 60 Ppm'e de varabilmektedir.

Nizhni-Tagil Bölgesi: Nizhni-Tagil Ural platin kuşağının bir parçası olup, masifin orta kısmı platin taşıyan duniti içerir. Bu dunit dışa doğru piroksenit ve gabro zonu ile çevrelenir (Şekil 2).

Platin grup metalleri iki şekilde oluşmuştur:

1. Dunit zonu boyunca düşük dereceli dağılmış olarak,
2. En çok polieksen ve iridoplatin ve daha az iridosmin, platin taşıyan iridyum, laurilit ve stibiopalladinit bulunduran platin minerallerince zenginleşmiş kromit cep ve pipoları şeklinde. Ayrıca kübanit ve pentlandit de mevcuttur.

4. Plaser Yataklar

Platin metalleri ve minerallerinin çoğu yüzey etkilerine karşı dayanıklıdır. Birincil platinli kayaçların su ve hava etkisiyle yıkanmış ve ufalanmış yüzey kesimlerinde, zor çözünen ve taşınan kalıntılar olarak platin metalleri zenginleşir. Birincil cevherleşme fakirse, elüvyal zenginleşmeler de çoğunlukla işletilebilir cevherler vermezler. Buna karşın birincil bir platin cevhe-

rinin oksidasyon zonu çok daha ilginçtir. Demir şapka zonunda diğer dayanıklı minerallerle birlikte, demirli platin, platiniridyum, sperilit ve altın zenginleşerek elüvyal plaserler oluşur. Kil, toprak, kum ve kaya parçalarından ibaret olan bu plaserlerin derin kısımları en yüksek platin tenörlerini içerirler.

Platin minerallerinin plaser yatakları polieksen, platin, ferroplatin, kuproplatin, iridoplatin, nevyanskite, rutenyum nevyanskite ile iridyum ve platin altın içerir. Alüvyal plaserlerdeki platin minerallerinin içeriği, metre küpde bir kaç yüz gram ile bir kaçmiligram arasında değişir.

KULLANIM ALANLARI

Kıymetli metaller grubundan olan platin; % 50 elektrik mühendisliğinde kataliz olarak, % 25 otomobil ve ilaç emdüstrisinde ve geri kalan % 10'u da mücevherat yapımında kullanılmaktadır. Diğer platin grubu metallerin teknik önemi, platin, altın ve gümüş gibi asil metallerle yaptıkları alaşımlardan ileri gelmektedir.

Batı dünyasında 1989 yılında toplam platin talebi 3.465 milyon troy onsdur. Bu talep 1988'e göre % 5 düşmüştür. Aynı yıl batı dünyasında platin talebinin % 75'i mücevher ve oto katalizör sektörlerinde (sırasıyla % 38-% 37) kullanılmıştır.

Batı Avrupada hava kirlenmesini azaltmak için oto katalizör kullanımı, büyüyen bir harekettir. 1989 yılı içinde İsviçre, Norveç ve İsveç'te satılan tüm yeni arabalarda katalizör bağlanması istenmiş, ancak bu konuda kanunlar ne kadar sert olsalar da henüz bir sonuç vermemiştir.

TÜRKİYE OFİYOLİTLERİNE BAĞLI KROMİTLER İÇİNDE BULUNAN PLATİN GRUBU METAL VE MİNERALLERİN DURUMU

Türkiye'de ekonomik platin grubu metaller bulunmamakla beraber, bazı kromitli bölgelerde yapılan incelemeler sonucunda bir takım platin grubu metallere rastlanılmıştır.

Guleman krom yataklarından alınmış örneklerde platin grubu metallerin dağılımı Tablo. 2 de görülmektedir.

Tablo 2. Guleman kromit örnekleri analiz sonuçları (Talkington ve Watkinson, 1989).

Table. 2- Analysis results from Guleman chromite samples (Talkington veWatkinson, 1989)

PGM	Örn. 1	Örn. 2	Örn. 3
Os	28,54	29,99	28,38
Ru	6,11	6,74	12,00
Ir	49,85	52,38	49,06
Rh	0,14	0,15	0,26

Bu değerlere göre Guleman'da; platin grubu minerallerden rutheniridosmin, rutenosmiridyum ve iridosmin minerallerinin varlığı belirlenmiştir (Talkington ve Watkinson, 1989). Aynı kişiler tarafından Fethiye'de laurit minerali saptanmıştır.

Mersin ofiyolitlerinden alınan kromitler içerisinde platin grubu metallerin bir kaç PPb ile 100 PPb arasında değiştiği bildirilir (Yaman, 1991). Ayrıca, Kızıldağ (Hatay) ofiyoliti içindeki kromitlerde de osmiyum mineralinin varlığı belirlenmiştir (Anıl ve Yaşar, 1989).

Muğla-Köyceğiz-Dalaman çayı kumları içerisinde yer yer eser miktarda platin tanelerine rastlanılmıştır (Molly, 1961). Platin taneleri üzerinde yapılan mikrop-roban analizleri sonucunda bu tanelerin ferroplatin olduğu ortaya çıkmıştır (Çağatay, 1979).

DÜNYA HAMMADDE DURUMU

Keşfedilip üretilmeye başlandığı 1735 yılından 1970'li yıllara kadar üretilmiş olan platinin % 70 i plaser yataklardan, % 30'u birincil yataklardan elde edilmiştir. Ancak platin plaserlerinin çoğunun tükenmiş olması nedeniyle, birincil yataklardan elde edilen platin miktarı her geçen yıl daha ağır basmaktadır.

Dünya platin üretiminin % 98 i sadece 8 bölgeden çıkarılmaktadır. Bunlar içinde 4 esas platin bölgesi; Ural (Rusya), Bushveld (Güney Afrika Cumhuriyeti), Sudbury (Kanada) ve Choco (Kolombiya) yataklarının dünya platin üretiminin % 96 sını verdiği düşünülürse, platinin ne derece ender bir metal olduğu daha kolay anlaşılır.

Tablo. 3- Platin üretiminde önemli ülkeler ve yatak tipleri (Gümüş, 1988).

Table. 3- Deposit types and important countries at platinum production (Gümüş, 1988).

Yatak Tipleri	Pt gr/t	Dünya ürt. %	Örnek
1. Ortomagmatik Tip: Ultrabazik ve bazik kayalar içinde saçınımlı, sülfür tipi	1,5	70	Sudbury (Kanada)
2. Ortomagmatik Nabit Tipi: Ultrabazik kayalar içinde saçınımlı ve seviyeler halinde	5-15	25	Merensky ve Bushveld (G. Afrika) Urallar (Rusya)
3. Plaser Tipi: Nabit olarak	Birkaç yüz mg/t	5	Urallar (Rusya), Choco (Kolombiya) Goodnews Bay (ABD)

Tablo. 4- Bazı yataklardaki PGM Rezervleri (Macdonald, 1988).

Table. 4- PGM Reserüs of some deposits.

	Bushveld Kompleksi			Great Dyke*	Sudbury	Noril'sk	Stillwater j.M. reef*
	Merensky Seviyesi	UG2*	Platreef*				
Milyon ton	2160	370	1700	1679	310	1640	49
Tenör (toplam PGE+Au g/t)	8.1	8.71	7.27	4.7	0.9	3.8	22.3
PGE+Au (ton)	174.96	3222.7	11900	7890	279	6232	1093
Toplamın yüzdesi	26.8	49.4	18.2	12.1	0.4	9.6	1.7

* Birincil ürün

1980'li yıllarda ise 1970'li yılların tersine bir durum görülmektedir. Plaser yataklarda üretim düşerken biricil yataklardan olan üretim artmıştır. Dünya platin üretimindeki önemli ülkeler ve rezervleri Tablo. 3 ve Tablo. 4 de verilmiştir.

STRATİFORM VE PODİFORM MASİFLERE BAĞLI PLATİN GRUBU METALLERİNİN KARŞILAŞTIRILMASI

Stratiform ve podiform yataklara bağlı platin grubu metalleri karşılaştıracak olursak; genellikle podiform tipi yatakların Cr_2O_3 ce zengin olmalarına karşın platin grubu metaller yönünden fakir olduğu, stratiform komplekslere bağlı yatakların ise Cr_2O_3 ce daha fakir ve platin grubu metallerce daha zengin olduğu söylenebilir.

Ofiyolitik kromitlerde platin grubu mineraller oldukça incedir (<10 m). Tüm PGM'ler kromit içerisinde olup intersiyel silikat fazlarda kesinlikle bulunmazlar (Legendre ve Auge, 1985). Genelde izole veya iki fazlı taneler halinde bulunurlar. PGM'leri içeren mineral genelde kendi aralarında yaptıkları alaşımlar (Os-Ir-Ru) sülfürler (Ru, Os, As, S) veya platin grubuna dahil olmayan element alaşımları (Ni-Pt) şeklinde bulunurlar. Ofiyolitik kromitlerde en çok alaşım mineralleri görülür. Bunun doğal sonucu olarak Jeokimyasal açıdan Os-Ir-Ru un kromit içerisinde Pt, Rh ve Pd a oranda daha fazla yoğunlaştıkları görülür (Page ve diğ., 1982). Ancak bu olgu değişik masiflere bağlı krom yataklarında değişik oranlar verebilmektedir. Örneğin Guleman kromlarında Os-Ir-Ru alaşımları daha fazla gözlenmişken Torodos masifinde sülfidli PGE ler daha fazla izlenmiştir (Legendre, 1985).

Mineralojik yapısı ne olursa olsun, ofiyolitik kromitler PGM bakımında oldukça değişken miktarlar içerebilmektedir. Akarca, Yapraklı, Musalı kromitlerinde toplam PGM miktarı 162 ile 383 PPb arasında (Economou, 1985), Stillwater kompleksinde 6090 PPb (Page ve Diğ., 1976), Bushweld kompleksinde (Von Gruenewaldt, 1977) ise 5780 PPb civarındadır. Bu rakamlar kümülatif süreçte oluşmuş stratiform kromitlerin alpin tip kromitlere göre özellikle Pt ve Pd ca oldukça zengin olduklarını göstermektedir.

CEVHER KALİTESİ

Platin ve platin metalleri alaşımlarının cevherleri, litosferde gayet düzensiz yayılmışlardır. Başta ultrabazik kayalar olmak üzere, en ince tanecikler halinde bütün kayalarda eser miktarda bulunabilir. Ancak bunların ekonomik olabilmeleri için doğal yollarla zenginleşmiş olmaları gerekir. Doğal zenginleşmenin, platin metallerinin kendi başlarına işletme konusu olabilecekleri düzeyde bir zenginleşme olmasına her zaman gerek yoktur. Önemli olan bu metallerin diğer metal yataklarıyla gösterdikleri ilişkidir. Nitekim, işletilmekte olan bir maden yatağında, küçük, hatta eser miktardaki platin, yan ürün olarak ilginç olabilir. Örneğin Sudbury de 1.24 gr/t Pt, 1.08 gr/t Pd, 0.08 gr/t Ir, 0.035 gr/t Os tenörlerinden; Witwatersrand da 0.025-0.003 gr/t Os tenörlerinden yararlanılmaktadır (Öztunalı, 1973).

Platin yatakları, tenörleri en düşük cevherlerden biri olduklarından içerdikleri metal miktarına göre değerlendirilir.

Birincil yataklar, yalnız platin için işletilecekse, uygun tenör yanında (10 gr/t Pt den fazla) büyük rezervleri olmalıdırlar. Plaser yatakları, daha az yatırımla işletilebilen yataklar olduklarından, küçük rezervlerle de ekonomik olabilirler.

İçerdikleri platin metal miktarına göre, platin yataklarındaki büyüklük kavramı aşağıdaki şekilde sınıflandırılabilir (Öztunalı, 1973):

Çok küçük yataklar	2500 kg platin metale kadar
Küçük yataklar	2500-15000 kg platin metale kadar
Orta büyüklükteki yataklar	15000-50000 kg platin metale kadar
Büyük yataklar	50000-250000 kg platin metale kadar
Çok büyük yataklar	250000 kg Pt metalden fazla

Yalnız platin için işletilen birincil magmatik yatakları, dört grupta toplayabiliriz:

1. Dunit ve piroksenlerde, demirli platin-kromit cevherleri,
2. Serpantinlerde osmiridyum cevherleri,
3. Bazik ve ultrabazik kayalardaki arsenid ve sülfürler içindeki platinarsenid (sperilit), platin sülfür (kopirit), paladyum sülfür ve paladyum antimonit (palladinit) cevherleri.
4. Çoğunlukla altınlı damarlardaki pnömatolitik ve hidrotomal osmiridyum paladyum cevherleri.

Bu cevherlerin ortalama asgari işletme tenörleri 5-10 gr/t Pt dolayındadır. Platin fiyatlarının yüksek olduğu yıllarda, endüstriyel asgari tenör, 3-4 gr/t Pt dolayına kadar düşer.

Birincil yataklara oranla çok daha büyük ekonomik önemleri olan plaser yataklarındaki tenör ilişkileri çok farklıdır. Büyük üretimli baggerlerle işletilen plaserlerde, ortalama 0.1 gr/t Pt tenörleri ilginçtir. Endüstriyel asgari tenörler 0.05 gr/t Pt e kadar düşebilmektedir.

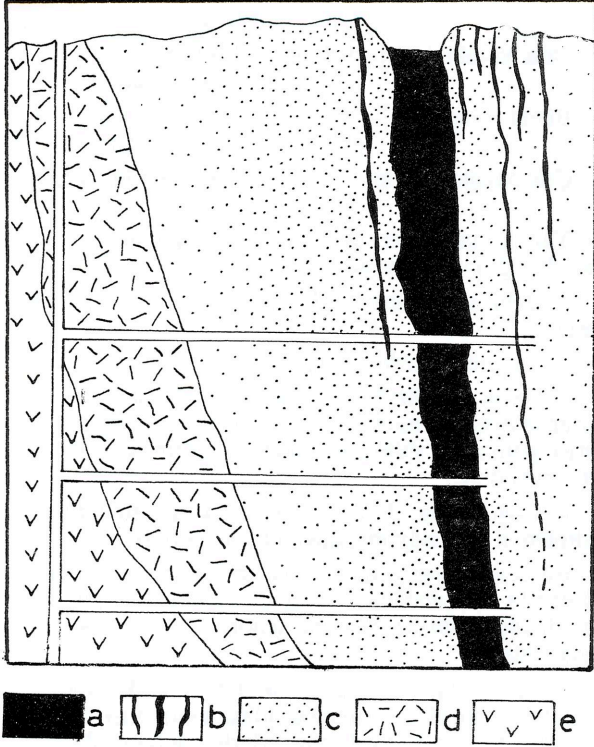
ARAMA, İŞLETME, HAZIRLAMA

Platin yataklarının jeolojik konumu, tipi, rezerv ve tenörleri, arama işletme ve hazırlama yöntemlerini etkiler. Özellikle birincil yataklarda platin, demirli platin halinde zuhur ettiğinden, gri rengi nedeniyle altın ve hatta gümüş gibi göze çarpmaz.

Plaser yataklarda tanınması ve bulunması, yüksek özgül ağırlığı sayesinde daha kolaydır. Diğer ağır minerallerle (altın, kromit, ilmenit vs.) birlikte kolay yıkanır ve saptanır. Platin plaserleri, ultrabazik kayaların az veya çok yakınlarında veya hinterlandı ultrabazik olan plaserlerde oluştuklarından, bu tür bölgelerin özel olarak platin açısından elden geçirilmeleri gereklidir.

Birincil platin cevherlerinin tanınması çok daha zordur. Ancak bu cevherle, istisnasız ultrabaziklerde oluştuklarından, bu tür kayalar özel bir dikkatle incelenmelidir. Kayaların içerdiği cevher miktarını arazide saptama olanağı yoktur. Numunelerin laboratuvarında incelenmeleri ve analiz edilmeleri gereklidir.

Platin grubu elementlerinin nabit oluşumları ender olarak birincil yataklardan itibaren işletilir. Bu tür cevherler mineralleri daha ziyade gabro ve peridotitlere yakın kırıntı yataklarından itibaren elde edilirler. Diğer taraftan platin, pirotin, pentlandit, pirit ve kalkopirit içinde saklı olarak bulunabilmekte ve bu şekilde de büyük ekonomik öneme sahip olabilmektedir (Bushveld Masifi).

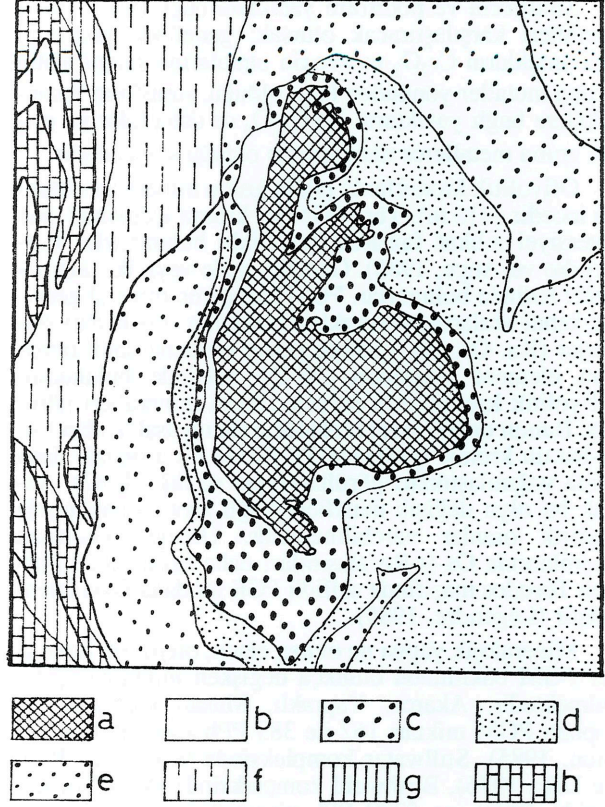


Şekil. 1- Mooihoek platin içeren pipe (Simirnov, 1983)
a. Hortonolitli dunit ile kromit ve platin grubu metal birikimleri;
b. Hortonolitli dunit daykları;
c. Olivinli dunit;
d. Piroksenit;
e. Norit.

Figure. 1- The Mooihoek platinum-bearing pipe (Simirnov, 1983)
a. Hortonolite dunite with chromite and platinum-group metals accumulations;
b. Hortonolite dunite dikes;
c. Olivine dunite;
d. Pyroxenite;
e. Norite.

Platin cevherlerinin hazırlanması çok önemli ve henüz tamamen çözülmemiş bir sorundur. Cevher hazırlamada kullanılan başlıca yöntemler;

1. Yaş mekanik yöntemler
2. Flotasyon
3. Metalurji yöntemleridir.



Şekil. 2- Platin taşıyan Nizhni-Tagil masifinin jeolojik yapısı (Simirnov ve diğ., 1983).
a. Dunit ile krom spinelidler ve platin grubu metal birikimleri;
b. Apodunit serpantiniter;
c. Piroksenitler;
d. Gabro;
e. Apogabro amfibolitler;
f. Mikaşistler;
g. Kristalin şistler;
h. Kireçtaşları.

Figure. 2- Geological structure of the Nizhni-Tagil platinum-bearing massif (Simirnov et al., 1983).
a. Dunite with chrome-spinellides and platinum-group metals accumulations;
b. Apodunite serpentinites;
c. Pyroxenites;
d. Gabbro;
e. Apogabbro amphibolites;
f. Mica schists;
g. Crystalline schists;
h. Limestones.

PLATİN METALLERİNİN FİYATLARI

İridyum	\$/tr oz	10/5/90	320.00
Paladyum	\$/tr oz		
Londra		25/5/90	121.25
New York		Haziran	122.25
Platin	\$/tr oz		
Londra		25/5/90	500.00
New York		Haziran	İşlem görmedi
Rodyum	\$/tr oz		
Üretici		24/5/90	2,500
Birleşmiş Milletler		24/5/90	2,450-2,500
Rutenyum	\$/tr oz		
Üretici		21/3/88	67.00
Birleşmiş Milletler		17/5/90	62.00-69.00

SONUÇ VE ÖNERİLER

1. Ultrabazik kayalarda daha çok platin, iridyum, osmiyum üçlüsü bulunmaktadır. Bazik kayalarda ise platin ve paladyum varsa da paladyum daha fazladır. Platine nabit halinde ultrabazik kayalarda, sülfürler halinde nikel ve bakır ile birlikte bazik kayalarda rastlanmaktadır.

2. Platin yatakları tenörleri en düşük cevherlerden biri olduklarından içerdikleri metal miktarına göre değerlendirilirler. Birincil yataklar, yalnız platin için işlenecekse, uygun tenör yanında büyük rezervli olmalıdırlar. Plaser yatakları daha az yatırımla işletilebilen yataklar olduklarından, küçük rezervle de ekonomik olabilirler.

3. Platin plaserleri, ultrabazik kayaların yakınlarında oluştuklarından, bu tür bölgelerin platin açısından özel olarak elden geçirilmeleri gereklidir. Birincil platin cevherleri de istisnasız ultrabazik kayalarda oluştuklarından, bu tür kayalar özel bir dikkatle incelenmelidir.

DEĞİNİLEN BELGELER

- Anıl, M., Yaşar, E., 1989, Kızıldağ (Hatay) Ofiyoliti-ne Bağlı Kromit yataklarında Görülen Dönüşüm ve Bazı Platin Grubu Mineralleri, *Yerbilimcinin Sesi*, sayı 17, s. 49-58, Adana.
- Çağatay, A., 1979, Yamaç ve Akarsu Plaserlerine Dünya ve Türkiye'den Bazı Örnekler, *Yer Yuvarı ve İnsan*, Sayı 4, Cilt 4, S. 16, Ankara.

- Economou M., 1985, Platinum Group Elements in Chromite and Sulphide Ores Within the Ultramafic Zone of Some Greek Ophiolite Complexes: Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks *Proc.*, 441-452, Edinburgh.
- Gümüş, A., 1988, Maden Jeolojisi Jeolojik Prospeksiyon ve Rezerv Hesapları Kitabı, İzmir.
- Legendre, O., Auge, T., 1985, Mineralogy of Platinum Group Mineral Inclusions in Chromitites from Different Ophiolitic Complexes: Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks *Pro.*, 441-452, Edinburgh.
- Macdonald, A.J., 1988, The Platinum Group Element Deposits: Classification and Genesis. *Ore Deposit Model*, P. 117-131.
- Page, N.J., Rowe, J.J., and Haffy, J., 1976, Platinum Metals in the Stillwater Complex, Montana: *Econ.Geol.*, V. 71. P. 1352-1363.
- Page, N.Ö.J., Cassard, D. and Haffy, J., 1982, Palladium, Platinum, Rhodium, Ruthenium and Iridium in Chromitites from the Massif du Sud and Tiebaghi Massif, New Caledonia: *Economic Geology* 77, P. 1571-1577.
- Öztunalı, Ö., 1973, Maden Yatakları Oluşumları ve Değerlendirilmeleri Kitabı, İstanbul.
- Simirnov, V.I., Ginzburg, A.I., Grigoriev, V.M., Yakovlev, G.F., 1983, *Studies of Mineral deposits*. Moscow.
- Talkington, R.W., Watkinson, D.H., 1989, Whole Rock Platinum-Group element Trends in Chromite-Rich Rocks in Ophiolitic and Stratiform Igneous Complexes. *Metallogeny of Basic and Ultrabasic Rocks*, P. 427-440.
- Von Grounewaldt, G., 1977, The Mineral Resources of the Bushveld Complex: *Minerals Sci. Eng.*, V. 9, P. 83-95.
- Yaman, S., 1991, Mersin Ofiyoliti Ultramafik Zon Krom Yataklarında Platin Grubu Element Dağılımı. *Türkiye Jeoloji Kurultayı Bülteni-6*, S. 253-261, Ankara.